

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İŞ KAZALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YÖNTEMLERİYLE BÜTÜNLEŞİK GARRETT SIRALAMA TEKNİĞİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rıdvan ŞİMŞEK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2021

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İŞ KAZALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YÖNTEMLERİYLE BÜTÜNLEŞİK GARRETT SIRALAMA TEKNİĞİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rıdvan ŞİMŞEK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2021

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İŞ KAZALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YÖNTEMLERİYLE BÜTÜNLEŞİK GARRETT SIRALAMA TEKNİĞİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rıdvan ŞİMŞEK
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 17/12/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Aynur KAZAZ (Danışman)

Prof. Dr. Serdar ULUBEYLİ

Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ

ÖZET

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İŞ KAZALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE BÜTÜNLEŞİK GARRETT SIRALAMA TEKNİĞİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Rıdvan ŞİMŞEK

Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Aralık 2021; 122 sayfa

İş kazaları; insan, yönetim, çalışma ortamı ve iş makineleri kaynaklı birçok faktör sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Evrensel ve çok disiplinli yapısı nedeniyle iş kazaları, gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye’de de önemli bir sorun haline gelmiştir. İş kazaları ve ölümlü iş kazalarının en sık yaşandığı sektörlerden biri olan inşaat sektörünün kendine has dinamikleri, yapılan projelerin karmaşık olması ve seri üretim olmaması, inşaat aktivitelerinin saha çalışmalarında uygulama zorunluluğu gibi sebepler sektörün iş kazası ve ölümlü iş kazasına sebebiyet verme riskini arttırmaktadır. Bahsedilen bu hususlar, inşaat sektöründe iş kazası ve ölümlü iş kazası oranlarını azaltıcı yönde katkı sağlayacak çalışmaların gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmanın asıl amacı; Türkiye illerinin iş kazası yaşanma sıklığı bakımından genel sıralamasının elde edilmesi, iş kazalarının sıklıkla yaşandığı illerin ve bölgelerin tespit edilmesi, iş kazası risk haritasının hazırlanması, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleriyle bütünleşik Garrett Sıralama Tekniği (GST) yönteminin nihai sıralama elde etme amacıyla kullanılması ve elde edilen sonuçlarının inşaat sektörü üzerine genel değerlendirilmesidir.

Bu tez çalışmasında; Türkiye’deki 81 il, iş kazası yaşanma sıklığı bakımından sıralanmıştır. Türkiye iş kazası risk haritası hazırlanmıştır ve Türkiye’deki iller için genel iş kazası risk sıralaması elde edilmiştir. İş kazası risk haritası 6’lı renk skalasıyla en çok riskliden en az riskliye doğru koyu kırmızıdan koyu maviye renklendirilmiştir. Hazırlanmış olan risk haritasında iş kazası riskinin doğudan batıya doğru arttığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda; Marmara bölgesi, İç Anadolu bölgesinin batı kesimleri, Ege bölgesi ve Akdeniz bölgesi iş kazası riski yüksek iken Doğu Anadolu bölgesi, Güneydoğu Anadolu bölgesi ve Karadeniz bölgesinin doğu kesimleri iş kazası riski düşük olarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında; ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST yöntemi, aynı probleme uygulanan farklı ÇKKV yöntemlerinden elde edilen farklı sıralamaların ortaya çıkardığı karmaşıklığın çözülmesi ve optimize edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Nihai sıralama elde edilirken GST yönteminde kullanılmak üzere MAIRCA, MOORA, WASPAS, VIKOR, PROMETHEE II, GRA, OCRA, EDAS, COPRAS, TOPSIS,

CoCoSo, PSI, ARAS ve ELECTRE I ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST yöntemi sonuçlarına göre iř kazalarının yaşanma sıklığı açısından en riskli 7 il sırasıyla İstanbul, İzmir, Bursa, Ankara, Kocaeli, Manisa ve Antalya olarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasının sunmuş olduğu nihai sıralama yaklaşımında kullanılan algoritmanın farklı problemlere uygulanabilir ve geliştirilebilir bir yapıda olması, kullanılan yöntemin hem inşaat sektöründeki farklı problemlere uygulanabilirliği açısından hem de diğer sektörlerdeki nihai sıralama elde edilmek istenen problemlerde kullanılabilirliği açısından özgün bir kazanım sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELEER: ARAS, CoCoSo, COPRAS, çok kriterli karar verme (ÇKKV), EDAS, ELECTRE I, GRA, Garrett sıralama tekniği (GST), İř sağlığı ve güvenliği (İSG), İř kazası, MAIRCA, MOORA, OCRA, PROMETHEE II, PSI, TOPSIS, VIKOR, WASPAS

JRİ: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. Serdar ULUBEYLİ

Do. Dr. Sevil KÖFTECİ

ABSTRACT

EVALUATION OF WORK ACCIDENTS IN THE CONSTRUCTION SECTOR BY INTEGRATED GARRETT RANKING TECHNIQUE WITH MULTI- CRITERIA DECISION-MAKING METHODS

Rıdvan ŞİMŞEK

MSc Thesis in Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

December 2021; 122 pages

Work accidents occurs due to many factors which are originated from people, management, working environment and working machines. Work accidents have become a significant issue in Turkey as well, which is a developing country, due to its universal and multidisciplinary structure. The reasons such as the unique dynamics of the construction sector, which is one of the sectors where work accidents and fatal work accidents are most experienced, the complexity of the projects and the lack of mass production, and the necessity of applying construction activities in field works; increase the risk of causing work accidents and fatal work accidents in the construction sector. These mentioned issues bring into the open the necessity of studies contributing to reducing the rates of work accidents and fatal work accidents in the construction sector.

The main purpose of this study is obtaining the general ranking of the provinces of Turkey in terms of the frequency of work accidents, determining the provinces and regions where work accidents are frequently experienced, preparing the work accident risk map, using the Garrett Ranking Technique (GRT) method integrated with Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods to obtain the ultimate ranking and evaluating the obtained results in general for the view of construction sector.

In this thesis study, 81 provinces in Turkey are ranked in terms of the frequency of work accidents. Turkey work accident risk map has been prepared and general work accident risk ranking has been obtained for the provinces of Turkey. The work accident risk map has been coloured from dark red to dark blue, from the riskiest to the least risky, with a 6-colour scale. In the prepared risk map, it has been determined that the risk of work accidents increases from east to west. In this direction, while the risk of work accidents in the Marmara region, the western parts of the Central Anatolian region, the Aegean region and the Mediterranean region is high; the risk is determined to be low in the Eastern Anatolia region, South-eastern Anatolia region and the eastern parts of the Black Sea region.

In this thesis study, The GST method integrated with MCDM methods has been used to solve and optimize the complexity caused by different rankings obtained from different MCDM methods applied to the same problem. While obtaining the ultimate

ranking, the results obtained from MAIRCA, MOORA, WASPAS, VIKOR, PROMETHEE II, GRA, OCRA, EDAS, COPRAS, TOPSIS, CoCoSo, PSI, ARAS and ELECTRE I MCDM methods have been used to be used in the GST method. According to the results of the GST method integrated with MCDM methods, the 7 provinces with the highest risk in terms of the frequency of work accidents have been determined as İstanbul, İzmir, Bursa, Ankara, Kocaeli, Manisa and Antalya, respectively.

The fact that the algorithm used in the ultimate ranking approach presented by this thesis study is applicable to different problems and can be developed, offers a genuine achievement in terms of the applicability of the used method to different problems in the construction sector and the usability of the proposed method in the problems for which the ultimate ranking is desired to be obtained in other sectors.

KEYWORDS: ARAS, CoCoSo, COPRAS, EDAS, ELECTRE I, GRA, Garrett Ranking Technique (GRT), MAIRCA, MOORA, Multi-criteria decision-making (MCDM), Occupational health and safety (OHS), OCRA, PROMETHEE II, PSI, TOPSIS, VIKOR, WASPAS, Work accident

COMMITTEE: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. Serdar ULUBEYLİ

Assoc. Prof. Dr. Sevil KÖFTECİ

ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimim sırasında akademik olarak gelişmemi sağlayan, beni farklı konular araştırmaya teşvik ederek mühendislik bakış açımı genişleten, mesleki bilgi ve birikimime önemli katkılarda bulunan, tez konumun belirlenmesinde, geliştirilmesinde ve çalışmalarımın yürütülmesinde destek sağlayan, bütün soru ve sorunlarıma özverili, hoşgörülü, sabırlı tavrıyla çözüm odaklı yaklaşan, bana faydalı olmak için her zaman elinden gelenin fazlasını sunan çok değerli saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Aynur KAZAZ'a çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen ve her zaman yanımda olan, tüm kalbimle sevdiğim canım annem Emine ŞİMŞEK'e ve canım babam Ali ŞİMŞEK'e çok teşekkür ederim.

Lisans ve lisansüstü eğitim aldığım dönemde beni her zaman destekleyen, sevgili ablam Selma ŞİMŞEK'e çok teşekkür ederim.

Lisans ve lisansüstü eğitim aldığım dönemde bana moral kaynağı olan ve beni destekleyen değerli kuzenim Murat ŞİMŞEK ile değerli dostum Azad DİNLER'e çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca beni maddi olarak destekleyen ve yurtiçi yüksek lisans burs programına (2210-A Genel Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı) kabul eden Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna (TÜBİTAK) sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	ix
KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırma konusu ve önemi	2
1.2. Araştırmanın amacı.....	2
1.3. Özgünlük.....	4
1.4. Çalışmadan beklenen yararlar	5
2. KAYNAK TARAMASI	6
2.1. İş sağlığı ve güvenliği.....	6
2.1.1. İSG kavramı.....	6
2.1.2. İnşaat sektöründe İSG	6
2.2. İş kazası.....	8
2.2.1. Teknik açıdan iş kazası.....	9
2.2.2. Hukuki açıdan iş kazası	9
2.2.3. İş kazası sayılma durumu	9
2.3. Henry garrett sıralama tekniği (GST).....	9
2.4. Çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV).....	10
2.4.1. Yöntemlerin kıyaslanması	12
2.4.2. MAIRCA yöntemi.....	15
2.4.3. MOORA yöntemi.....	16
2.4.4. WASPAS yöntemi	17
2.4.5. VIKOR yöntemi.....	18
2.4.6. PROMETHEE yöntemi	20
2.4.7. GRA yöntemi.....	21
2.4.8. OCRA yöntemi	22
2.4.9. EDAS yöntemi	23

2.4.10. TOPSIS yöntemi	25
2.4.11. COPRAS yöntemi	26
2.4.12. CoCoSo yöntemi	28
2.4.13. PSI yöntemi	29
2.4.14. ARAS yöntemi.....	30
2.4.15. ELECTRE yöntemi	31
2.4.16. ENTROPY yöntemi	33
3. MATERYAL VE METOT	34
3.1. Tez araştırma çerçevesi.....	34
3.2. Metodoloji.....	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Başlangıç karar matrisinin oluşturulması ve kriter tipinin belirlenmesi.....	41
4.2. Aşama 1 sonuçları	49
4.2.1. PSI yöntemi sonuçları	49
4.2.2. CoCoSo yöntemi sonuçları.....	51
4.2.3. Aşama 1 değerlendirme ve iş kazası risk haritası	53
4.2.4. Risk haritasının genel değerlendirilmesi	57
4.2.5. Risk haritasının inşaat sektörü özelinde değerlendirilmesi	58
4.3. Aşama 2 sonuçları	61
4.3.1. ENTROPY yöntemi sonuçları	61
4.3.2. MAIRCA yöntemi sonuçları.....	61
4.3.3. MOORA yöntemi sonuçları.....	62
4.3.4. WASPAS yöntemi sonuçları	63
4.3.5. VIKOR yöntemi sonuçları.....	65
4.3.6. PROMETHEE II yöntemi sonuçları	66
4.3.7. GRA yöntemi sonuçları.....	67
4.3.8. OCRA yöntemi sonuçları	68
4.3.9. EDAS yöntemi sonuçları.....	69
4.3.10. COPRAS yöntemi sonuçları	69
4.3.11. TOPSIS yöntemi sonuçları	70
4.3.12. CoCoSo yöntemi sonuçları	71
4.3.13. PSI yöntemi sonuçları	72

4.3.14. ARAS yöntemi sonuçları.....	74
4.3.15. ELECTRE I yöntemi sonuçları.....	74
4.3.16. Aşama 2 değerlendirme	77
4.4. Aşama 3 sonuçları	79
4.4.1. ÇKKV yöntemleri temelli GST yöntemi sonuçları ve nihai sıralama	79
4.4.2. Aşama 3 genel değerlendirme.....	83
4.4.3. En riskli olarak belirtilen iller özelinde değerlendirme.....	83
5. SONUÇLAR	89
6. KAYNAKLAR.....	92
7. EKLER.....	99
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “İnşaat Sektöründe İş Kazalarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Bütünleşik Garrett Sıralama Tekniği ile Değerlendirilmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

17/12/2021

Rıdvan ŞİMŞEK

KISALTMALAR

Kısaltmalar

ARAS	:Additive Ratio Assessment (Katkı Oranı Değerlendirmesi)
CoCoSo	:Combined Compromise Solution (Birleşik Uzlaşmacı Çözüm)
COPRAS	:Complex Proportional Assessment (Karmaşık Oransal Değerlendirme)
ÇKKV / MCDM	:Çok Kriterli Karar Verme / Multi-criteria Decision Making
DSÖ / WHO	:Dünya Sağlık Örgütü / World Health Organization
EDAS	:Evaluation Based on Distance from Average Solution (Ortalama Çözümünden Uzaklığa Dayalı Değerlendirme)
ELECTRE	:Elimination and Choice Translating Reality (Karar Destek Modeli)
GRA	:Grey Relational Analysis (Gri İlişkisel Analiz)
GST / GRT	:Garrett Sıralama Tekniği / Garrett Ranking Technique
ILO	:Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labor Organization)
İSG /OHS	:İş Sağlığı ve Güvenliği / Occupational Health and Safety
MAIRCA	:Multi Atributive Ideal-Real Comparative Analysis (Çoklu Nitelikli İdeal-Gerçek Karşılaştırmalı Analiz)
MOORA	:Multi-Objective Optimization on basis of Ratio Analysis (Oran Analizine Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon)
OCRA	:Operational Competitiveness Rating (Operasyonel Rekabet Derecelendirmesi)
PROMETHEE	:The Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations (Değerlendirmelerin Zenginleştirilmesi için Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi)
PSI	:Preference Selection Index (Tercih Seçim İndeksi)
SGK	:Sosyal Güvenlik Kurumu
TOPSIS	:The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerliğine Göre Tercih Sıralaması Tekniği)

TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
VIKOR	:Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşma Çözümü)
WASPAS	:Weighted Sum and Product Model (Ağırlıklı Toplam ve Çarpım Modeli)

* Tezde ondalıktan sonra virgül kullanımı tercih edilmiştir.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Tez metodolojisi	35
Şekil 3.2. GST yöntemiyle ÇKKV yöntemlerini birleştiren algoritma	37
Şekil 4.1. 2013-2019 yıllarında meydana gelen iş kazalarının illerde meydana gelme yüzdesi	46
Şekil 4.2. İş kazası miktarlarının yıllara ve şehirlere göre değişimi	47
Şekil 4.3. Yıllara ve illere göre kayıtlı iş kazalarının dağılım aralıkları.....	47
Şekil 4.4. İş kazası risk haritası 1	54
Şekil 4.5. İş kazası risk haritası 2	55
Şekil 4.6. İş kazası risk haritası 3	56
Şekil 4.7. Elde edilen sıralamaların özetlenmesi.....	77
Şekil 4.8. Garrett çevrim tablosundan alınan değerler	81
Şekil 4.9. İstanbul'daki iş kazası miktarlarının yıllara göre değişimi ve artış eğilimi	84
Şekil 4.10. Toplam iş kazası miktarlarının şehirlere göre oransal dağılımı.....	85
Şekil 4.11. İllere göre iş kazası miktarlarının yıllara göre değişimi ve artış eğilimi.....	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemlerinin kıyaslanması.....	13
Çizelge 4.1. Bu çalışmada kullanılan yöntemler, yöntemlerin kullanılma aşamaları ve seçilme sebepleri.....	40
Çizelge 4.2. İlk başlangıç karar matrisi	42
Çizelge 4.3. İkinci başlangıç karar matrisi.....	45
Çizelge 4.4. PSI yöntemi işlem adımlarından elde edilen sonuçlara ilişkin özet tablo ..	49
Çizelge 4.5. PSI yöntemi iş kazası risk sıralaması	50
Çizelge 4.6. CoCoSo yöntemi iş kazası risk sıralaması.....	51
Çizelge 4.7. İş kazası risk haritası renk skalası	53
Çizelge 4.8. ENTROPY yöntemi kriter ağırlıklarının hesabı	61
Çizelge 4.9. MAIRCA yöntemi toplam boşluk matrisi	62
Çizelge 4.10. MAIRCA sıralama vektörü ve nihai sıralama	62
Çizelge 4.11. MOORA yöntemi ağırlıklandırılmış minimizasyon - maksimizasyon fark matrisi.....	63
Çizelge 4.12. MOORA sıralama vektörü ve nihai sıralama	63
Çizelge 4.13. WASPAS yöntemi sonuçları	64
Çizelge 4.14. VIKOR yöntemi sonuçları.....	65
Çizelge 4.15. PROMETHEE II referans matrisi	66
Çizelge 4.16. PROMETHEE II yöntemi sonuçları	67
Çizelge 4.17. GRA yöntemi sonuçları.....	68
Çizelge 4.18. OCRA yöntemi sonuçları	68
Çizelge 4.19. EDAS yöntemi sonuçları	69
Çizelge 4.20. COPRAS yöntemi sonuçları	70
Çizelge 4.21. TOPSIS yöntemi sonuçları	71
Çizelge 4.22. CoCoSo yöntemi sonuçları	71
Çizelge 4.23. PSI yöntemi işlem adımlarına ilişkin sonuçlar	72
Çizelge 4.24. PSI yöntemi sonuçları	73
Çizelge 4.25. Aras yöntemi sonuçları.....	74
Çizelge 4.26. Uyum aralığı matrisi.....	75
Çizelge 4.27. Uyumsuzluk aralığı matrisi.....	75
Çizelge 4.28. Baskınlık matrisi	75
Çizelge 4.29. Mantıksal sına matrisi ve sıralama	76
Çizelge 4.30. Özet sıralama tablosu	78
Çizelge 4.31. GST başlangıç matrisi ve veri kontrolü.....	79
Çizelge 4.32. GST sıklık faktörü matrisi	80
Çizelge 4.33. Garrett puanlarının hesaplanması.....	80
Çizelge 4.34. Garrett sıralama matrisi ve nihai sıralama	82

1. GİRİŞ

Tüm sektörler dünyada yaşanan küreselleşmesinin sonuçlarıyla karşı karşıya kalmakta ve küresel sorunlarla yüzleşmektedir. Dünya konjonktürü göz önüne alınarak küresel problemler değerlendirildiğinde, küresel problemlerin, artan ihtiyaçlar ve/ veya ihtiyaçların karşılanması gerekliliğinden kaynaklandığı görülmektedir. İş kazaları da sadece belirli bir ülkede değil bütün dünyada varlığını sürdüren küresel bir problem haline gelmiştir. Ayrıca, iş kazaları belirli bir sektör için değil, girdisi insan olan bütün sektörler için ciddi bir tehdittir. En büyük tehdit ise her iş kazasının, ölümlü iş kazası olabilme ve/veya ciddi fiziksel ve/veya ruhsal problemlere sebep olma ihtimalidir. Bu yönden değerlendirildiğinde, iş kazalarının maddi ve manevi sorunlara yol açtığı açıktır. İş kazaları nedeniyle ortaya çıkan, telafisi mümkün olmayan manevi kayıplar ise iş kazalarının ciddiyetini ortaya koyan en önemli husustur. Kişinin fiziksel varlığının sürdürebilmesinin güvencesini sağlayan en temel haklardan biri olan yaşama hakkı ve yaşama hakkıyla birlikte değerlendirilen vücut bütünlüğünün korunması hakkı iş kazalarının olumsuz etkilerinden dolayı zarar görmektedir. Bu bakımdan iş kazalarına yönelik tedbirlerin değerlendirilmesi ve çalışmaların yapılması, iş kazalarının minimize edilme arayışı, ölümlü iş kazalarını bertaraf etme isteği, çalışma ortamlarının risk analizlerinin yapılması, çalışma ortamlarında meydana gelebilecek tehlikeli unsurların tespit edilmesi ve önlenmesine yönelik planlamaların yapılması, güvenli çalışma ortamlarının dizayn edilmesi ve oluşturulmasına yönelik tedbirlerin alınması gibi hedefler, yaşamın kutsallığı, yaşama hakkının evrenselliği, eşitliği ve önemi bağlamında oldukça kıymetlidir.

İş kazalarının minimize edilmesi ve hatta sıfırlanması gerekliliği, iş kazalarının dinamikleri ve iş kazalarını etkileyen faktörler dikkate alındığında oldukça karmaşık bir problemdir. İş kazasının hangi sektörde olduğu, hangi faaliyet esnasında yaşandığı, iş kazasının yaşandığı ortamın özellikleri ve hatta iş kazasına maruz kalan kişinin ruhsal özellikleri sonuç olarak ortaya çıkan iş kazası sonucunun birer nedeni olabilmektedir. Başka bir ifadeyle, iş kazalarının doğru tespitiyle iş kazası problemine farklı açılarla yaklaşılması, küresel sebeplere ilave olarak bölgesel hususlara dikkat edilmesi, projelerin ve çalışma ortamlarının kendi dinamikleriyle değerlendirilmesi, iş kazasına maruz kalan kişinin fiziksel ve/veya ruhsal özellikleriyle birlikte iş kazasına maruz kişinin yapmış olduğu faaliyetin ergonomikliğinin ve uygunluğunun denetlenmesi arasında sıkı bir bağ bulunmaktadır. Bu açıdan iş kazası, sonuçları ve sebepleri itibarıyla birden çok akademik disiplini ilgilendiren oldukça karmaşık bir olgudur. Bundan dolayı, iş kazalarına sebep olabilecek faktörlerin doğru tespit edilmesi; iş kazalarının küresel, bölgesel, sektörel, proje bazlı ve hatta kişisel olarak değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu doğrultuda, iş kazalarının sıklıkları baz alınarak bölgesel anlamda iş kazası yoğunluğunun belirlenmesi, iş kazası risk sıralamasının elde edilmesi bölgesel çözüm önerilerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

1.1. Araştırma konusu ve önemi

İş kazaları; sebep olduğu olumsuz çıktıları, kapsamış olduğu etki alanı dikkate alındığında evrensel bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. İş kazalarının sektörel, bölgesel ve küresel olarak değerlendirilmesi, iş kazalarının önlenmesine yönelik çalışmaların ve risk analizlerinin yapılması, iş kazalarına sebep olan faktörlerin ve sebep olan faktörler arası ilişkilerin tespit edilmesi, iş kazalarının önlenmesine yönelik planlamaların yapılması ve planlamalara ilişkin dizaynın gerçekleştirilmesi, iş kazalarına yönelik istatistiki verilerin tutulması ve tutulan verilerin bilimsel metotlarla irdelenmesi gibi çalışmalar evrensel nitelikteki iş kazalarının azaltılması hedefi doğrultusunda önem taşımaktadır. Ayrıca, iş kazalarına sebep olan faktörlerin tespit edilmesi kadar iş kazası sıklıklarının tespiti de önemli bir konudur çünkü istatistiki verilerin derlenerek somutlaştırılmasıyla elde edilen çıktılar sektörel ve akademik çözüm önerisi geliştirme amaçlı yapılacak çalışmalarda kullanıma potansiyeli taşımaktadır. Bu doğrultuda, iş kazalarının yaş, şehir, çalışma ortamı, çalışma saatleri vb. birçok faktör dikkate alınarak sıklıklarının tespit edilmesi, hem faktörlerin etkisini dikkate alarak çözüm önerisi geliştirmek isteyen sektör çalışanları ve akademik araştırmacılara bilimsel bir kaynak oluşturmakta hem de tutulan verilerin sıklıkları değerlendirilerek faktöre etkisi en riskli grup belirlenmektedir.

Bu çalışmada, iş kazalarının şehir bazında değerlendirilmesi literatürde sıklıkla kullanılan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin, literatürde daha az kullanılan Garrett Sıralama Tekniğiyle (GST) birlikte yapılmıştır. Kaza sıklıklarının tespit edilmesi, istatistiki olarak tutulan verilerin somutlaştırılması ve somutlaştırılan verinin ileriki çalışmalarda kullanılması adına oldukça önem arz etmektedir. Bir diğer önemli konu ise, ÇKKV yöntemlerinin GST yönteminde kullanılmasıdır. GST yönteminde kullanılan nihai sıralamaların ÇKKV yöntemlerinden alınması ve nihai son sıralamanın elde edilmesi, literatürde üzerinde sıklıkla durulan ve birçok problemin çözümünde kullanılan sıralama tekniğine yeni bir bakış açısı kazandırmakta ve akademik bir çalışma sunmaktadır. Ayrıca, kullanılan algoritmanın İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) konusunda değerlendirilmek istenmesi de çalışmanın önemini gösteren bir diğer kazanımdır.

1.2. Araştırmanın amacı

İnşaat sektörü hem Türkiye’de hem de dünya genelinde iş kazaları ve ölümlü iş kazalarının en sık yaşandığı sektörlerden biridir. Ekonomik ve demografik büyümeye paralel yapım hızının oldukça yüksek olması ve yapı stoku hacminin genişlemesi, şantiyelerin büyüklüğü, inşaat işçilerinin heterojenliği (Fass vd. 2017), işçilerin çalışma ortamı ve çalıştığı aktiviteler (Salguero-Caparrós vd. 2015), geniş çalışma alanı yelpazesi ve çalışma sahalarında barındırdığı ciddi riskler göz önüne alındığında; inşaat sektörü, iş kazalarından etkilenmekte ve bu durumdan ciddi zararlar görmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre her gün 6000’in üzerinde ölüme neden olan iş

kazaları, dünya çapında yaklaşık 2,3 milyon kişinin hayatını etkilemektedir. Maddi ve manevi sonuçları itibarıyla hem işveren hem de iş kazası geçiren işçi için sosyal ve ekonomik birçok problemle karşılaşmaktadır (Zhang vd. 2019; Koran vd. 2020). Üretim sektörleri arasında kaza oranları oldukça yüksek olan inşaat sektörü (Lozano-Diez vd. 2019) küresel anlamda en yüksek iş kazası oranlarıyla tanımlanmaktadır (Trillo-Cabello vd. 2021). Dünya çapında en riskli çalışma alanlarına sahip sektörlerden biri olmasına rağmen istihdam kapasitesi (Vatani vd. 2016; Reiman vd. 2020) ve işgücü potansiyeli (ILO 2020a) açısından çok önemli bir konumda bulunmaktadır. Karmaşık inşaat süreçleri, geçici organizasyon yapısı, değişen çalışma yerleri, karmaşık çalışma ortamları (Fung ve Tam 2013; Basaga vd. 2018) gibi inşaat sektörüne özel durumlar; riskli çalışma ortamlarında riskli inşaat aktivitelerinde çalışmak durumunda olan inşaat sektörü çalışanlarının iş kazası geçirme riskini de arttırmaktadır. Bu doğrultuda, Türkiye Cumhuriyeti Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) her 5 iş kazasından 1'inin (%20) inşaat sektöründe meydana geldiğini ve inşaat sektörünün yaklaşık %37 ölümlü iş kazasına neden olduğunu belirtmektedir. Bu sebeple, İSG tedbirlerinin farklı açılardan değerlendirilmesi, farklı çözüm önerilerinin sunulması ve bu değerlendirme ve önerilerin iş kazası ve ölümlü iş kazası oranlarını azaltıcı yönde katkı sağlaması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Literatürde iş kazalarının değerlendirilmesine yönelik kaza sıklık oranı, kaza ağırlık oranı, kaza sıklık hızı, kaza ağırlık hızı metotlarını kullanan çalışmalar (Ceylan 2011; Arıtan ve Ataman 2017; Erginel ve Toptancı 2017), vaka analizleri ve risk analizlerine yönelik çalışmalar (Ahmed vd. 2018; Lombardi vd. 2019; Lozano-Diez vd. 2019) bulunmaktadır ancak ÇKKV yöntemlerinin İSG problemlerinde kullanıldığı literatür çalışmaları oldukça kısıtlıdır. İş kazalarının analizinde ÇKKV yöntemlerinin kullanılması ve bu yöntemlerin GST ile bütünleşik olarak değerlendirilmesinin literatürde var olan eksikliğin giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, GST'nin ÇKKV Yöntemleriyle bütünleştirilip kullanılması, literatürde olmayan yeni bir çözüm yaklaşımı olup bu tekniğin ÇKKV çalışmalarında kullanılmasının, literatürde var olan bir diğer eksikliğin giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen risk haritasının bilimsel metotlar yardımıyla hazırlanmış olması, iş kazalarının bölgesel olarak da değerlendirilmesine katkı sağlayacak stratejik hedefler barındırmaktadır. İş kazalarının inşaat sektörü özelinde değerlendirilmesi çalışmanın sektörde kullanılmasına yönelik bir diğer stratejik hedefini oluşturmaktadır. Bahsedilen bu hususlar iş kazalarının sektörel olarak eğilimlerinin tespitini ve her bir sektörün kendi dinamiklerine göre iş kazası değerlendirmelerinin yapılmasını gerektirmektedir. Sonuç olarak bu çalışmanın asıl amacı; iş kazası risk haritasının hazırlanması, iş kazası eğilimlerinin şehir bazlı tespit edilmesi, ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST yönteminin kullanılması ve elde edilen eğilim sonuçlarının inşaat sektörü üzerine genel değerlendirilmesini içermektedir.

1.3. Özgünlük

İSG konusunda yayımlanan çalışmaların ortak hedefi olan iş kazalarının azaltılması için literatürde farklı teknik ve bakış açılarına sahip çeşitli modeller ve çözüm önerileri sunulmaktadır ancak literatürde İSG sorunları ile ÇKKV yöntemlerinin bir arada kullanıldığı çalışmalar kısıtlı ve uygulanması oldukça yenidir. Gul (2018) ÇKKV yöntemlerine dayalı İSG risk değerlendirme yaklaşımlarının bir incelemesini yapmıştır. Gul vd. (2018) bir risk değerlendirme yaklaşımı için bulanık AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır. Korkusuz vd. (2018) ise İSG temel performans göstergelerini değerlendirmek için ÇKKV yöntemlerini kullanmıştır. İSG problemlerinde ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı bazı diğer çalışmalar sıralanmıştır (Tabor 2018; Khan vd. 2019; Korkusuz vd. 2020; Marhavilas vd. 2020a). İş kazalarının şehir bazlı değerlendirilmesi de literatürde kısıtlı ve yeni bir çalışma alanıdır. Bu konuda yapılan en benzer çalışma, Kazaz vd. (2021) tarafından yapılmış olup, çalışmalarında kümülatif olarak en çok iş kazasına sahip şehirleri üç adet ÇKKV yöntemiyle kıyaslayıp hem genel anlamda hem de inşaat sektörü özelinde değerlendirerek tespitlerde bulunmuşlardır. Çalışmalarında kullandıkları ÇKKV sıralamaları nihai tam sıralama olarak elde edilmemiştir. Ayrıca, bu çalışmada en riskli şehirler tayin edilirken seçim kriteri kümülatif toplamlar olmuştur. Bu tez çalışmasında ise en riskli şehirler, 81 ilin kıyaslanmasıyla ortaya çıkan risk haritası neticesinde en fazla önem arz eden şehirler olarak belirlenmiştir ve nihai 7 il için 9 yıllık bir zaman dilimi (2010-2019) ele alınmıştır. Ayrıca, ÇKKV yöntemleri bu tez çalışmasında nihai Garrett sonuçlarına ulaşmada kullanılan alt yöntemler olarak tercih edilmiştir. Bu sayede ÇKKV yöntemleri ile elde edilen farklı sıralamalardan dolayı ortaya çıkan karışıklık, GST tekniğinin sunduğu nihai sıralama ile ortadan kaldırılmıştır.

Çalışmada kullanılan bir diğer yöntem olan GST literatürde çok sık yer almamasına rağmen son yıllarda teknoloji (Horo ve Chandel 2018), pazarlama (Singh vd. 2020), eğitim (Dhingra ve Kundu 2020), turizm (Fan ve Cai 2016), tarım ve hayvancılık (Singh ve Chauhan 2020) vb. birçok sektörel problemin çözümünde literatürde kullanılan bilimsel bir metottur. GST'nin hem İSG konularında kullanılması hem de ÇKKV yöntemleriyle entegrasyonu, literatürdeki eksikliği hedef alan çalışmanın özgün değerlerini yansıtmaktadır. Bu çalışmada ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST kullanılarak iş kazası eğilimlerinin şehir bazında tespiti yapıldıktan sonra iş kazası anlamında "Risk Haritası" çıkarılmıştır. Çoğu literatür çalışmasının aksine 14 adet algoritması birbirinden farklı ÇKKV yöntemlerinin aynı anda bir tez çalışmasında kullanılması ve bu yöntemlerden elde edilen sonuçların GST'ye entegrasyonu ve bilimsel yöntemlerin İSG konusunda kullanılması literatüre yeni bir bakış açısı kazandıran, çalışmanın özgünlüğünü ön plana çıkaran bir durumdur. Bu yönüyle hem yeni bir çözüm yaklaşımının geliştirilmesi hem de ÇKKV yöntemleri araştırmacıları için kapsamlı bir kaynak oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada nihai sıralamaların elde edilmesinden sonra hazırlanmış olan "İş Kazası Risk Haritasının" sadece inşaat sektörü için değil; aynı zamanda, iş kazalarının risk teşkil ettiği tüm sektörlerle kaynak

oluşturacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında inşaat sektörü özelinde değerlendirmelerin yapılmış olması ve yukarıda bahsedilen yeni yaklaşımın İSG problemleri konusunda kullanılması, inşaat sektöründe iş kazası anlamında bölgesel çözüm önerileri geliştirmek isteyen sektör çalışanları ve araştırmacıları için bilimsel anlamda değer taşımaktadır. Bahsedilen tüm bu durumlar çalışmadan beklenen özgünlüğe hitap eden çalışmanın ana motivasyonunu oluşturan hususlardır.

1.4. Çalışmadan beklenen yararlar

Bu tez çalışmasının sektörel anlamda iş kazalarının azaltılmasına yönelik bilincin oluşturulmasına, akademiye ise önerilen çalışmada kullanılan bilimsel metotların kullanılıp istatistiki bir çıktının öngörülmesi açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, Türkiye iş kazası risk haritasının çıkarılması sadece inşaat sektörü için değil, iş kazalarının yaşandığı bütün sektörler için kaynak oluşturacağı beklentisi çalışmadan beklenen bir diğer yararadır.

Farklı ÇKKV yöntemlerinin uygulandığı aynı problemten farklı sıralamalar elde edilebilmektedir. Önerilen çözüm yöntemiyle hem birçok ÇKKV yönteminden faydalanılmıştır hem de Garrett tekniğinin dahil edilmesiyle nihai tek bir sıralama elde edilmiştir. Bu durum literatürün seçim problemleri çalışmalarında önerilen yaklaşımı kullanma potansiyelini arttırmakta ve çalışmanın bir diğer kazanımını oluşturmaktadır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. İş sağlığı ve güvenliği

2.1.1. İSG kavramı

Genellikle aynı anlamda ve birlikte kullanılan iş sağlığı ve iş güvenliği kavramları birbirinden farklı tanımlamalar içermektedir. Sanayileşmeyle başlayan fabrika tipi üretim sürecinde işçilerin çalışma ortamlarının iyileştirilmeye çalışılmasıyla ortaya çıkan İSG kavramı, çalışanların çalışma ortamında yürüttükleri faaliyet esnasında maruz kaldıkları sağlık sorunları ve/veya mesleki risklerin ortadan kaldırılması veya azaltılması olarak tanımlanabilir (Balkır 2012). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ortak tanımına göre ise (Mammadli 2020);

“Her türlü işte çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik durumlarının korunması ve geliştirilmesi, çalışma şartlarından ötürü çalışanların sağlıklarının yitirilmesinin önlenmesi, çalışma sırasında sağlıklarını olumsuz yönden etkileyecek faktörlerden korunmaları, onların fizyolojik ve psikolojik yapılarına uygun bir işe yerleştirilmesi ve bunun sürdürülmesini, özetle işin çalışana, çalışanın da işe uygunluğunun sağlanmasını amaçlar.”

DSÖ ve ILO’ya göre İSG’nin 3 temel hedefi ise şu şekilde tanımlamıştır (Coppee 2012);

- “1-İşçilerin sağlığının ve çalışma kapasitesinin korunması ve geliştirilmesi*
- 2-Çalışma ortamının iyileştirilmesi ve güvenlik ve sağlığa elverişli hale gelmesi için çalışma*
- 3-İşyerinde sağlık ve güvenliği destekleyen bir yönde çalışma organizasyonlarının ve çalışma kültürlerinin geliştirilmesi”*

2.1.2. İnşaat sektöründe İSG

Endüstrileşmiş birçok ülkede gayri safi yurtiçi hasılaya katkısı oldukça yüksek olan inşaat sektörü (Sanchez vd. 2017) yoğun işgücü, tehlikeleri faaliyetleri ve değişken proje ve imalat yapısı (Cieslewicz vd. 2019) nedeniyle iş kazalarının sıklıkla yaşandığı, yüksek kaza ve ölümlü kaza oranlarının görülmesine sebep olan başlıca sektörlerden biridir (Lopez vd. 2008; Rodrigues vd. 2015; Bojar vd. 2019; Hamid vd. 2019). En çok iş kazasının görüldüğü sektör olan inşaat sektörü, ölümlü iş kazasına sebebiyet verme anlamında diğer sektörlerle göre oldukça ön planda yer almakta ve ilk sırada

bulunmaktadır (Gürcanlı ve Müngen 2007). İnşaat sektöründe son ürünlerin elde edilmesi; saha çalışmalarına, kullanılan ekipman ve inşaat malzemelerine, şantiye denetim kalitesine ve en önemlisi işgücüne bağlı olduğundan dolayı inşaat sektörünün tehlikeli faaliyetleri fazla, kaza eğilimi ve risk oranı oldukça yüksektir (van Heerden vd. 2018). İnşaat faaliyetleri, genellikle sürekli bükülme ve uzanma, uzun süre ayakta kalma gibi vücudun zorlanmasına sebebiyet verecek hareketleri içeren ağır fiziksel çalışma koşullarına sahiptir (Olçay vd. 2021). İnşaat sektöründe çalışma ortamının sürekli değişkenlik göstermesi, çalışanların risklere karşı reaksiyon ve adaptasyon sürecinin uzamasına neden olmakta ve bu durumda iş kazalarının artmasına sebep olmaktadır (Önalın 2020). İnsan düşmesi (Zemin boşluklarından, çatıdan, el merdivenlerinden, iskeleden vb.), malzeme düşmesi (yüksek yapı kısımlarından, yükleme ve boşaltma esnasında vb.), malzeme sıçraması (Metal ve ahşap talaşı, çivi, taş parçası, elektrik kıvılcımı, kimyasal madde vb.), kazı esnasında göçme, yapı kısımlarının çökmesi gibi durumlar inşaat sektöründe sıklıkla yaşanan iş kazası durumlarına örnek verilebilir (Canpolat 2008). İnşaat sektörü işçileri, diğer sektörlerde çalışanlara oranla 3-4 kat daha fazla kazaya uğrama riski taşımakta ve ILO verilerine göre ise bu oran 6 katına kadar çıkmaktadır (Çelebi 2014). Bahsedilen tüm bu hususlar inşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliğinin oldukça önemli olduğunu ve iş kazalarının önlenmesine yönelik sektörel çözüm önerilerinin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

İş kazalarının karmaşık yapısı ve inşaat sektörünün kendine has özellikleri nedeniyle inşaat sektörü ve İSG özelindeki literatür çalışmaları oldukça kapsamlı ve çeşitlidir. Bu doğrultuda; iş kazalarının maliyetleri, İSG maliyetleri, iş kazalarına sebep olan faktörlerin analizi, iş kazası istatistiki verilerinin incelenmesi, iş kazası vaka analizlerinin yapılması, risk analizinin yapılması, iş kazalarının önlenmesine yönelik tedbirlerin tespit edilmesi vb. gibi konular literatür incelendiğine sıklıkla karşılaşılan araştırma konularıdır. Örneğin, Olçay vd. (2021) yaptıkları çalışmada Türk inşaat sektöründe yaşanan ölümlü kazalar üzerine vaka analizi, veri madenciliği metotlarıyla incelemelerde bulunmuştur. İlgili çalışmada, Türkiye'de inşaat sektöründe meydana gelen ölümlü kazaların yüksek oranda yüksekte düşmelerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, Türk inşaat sektörünün ilgili mevzuat düzenlemeleri ve İSG gelişmelerine rağmen hala zayıf bir güvenlik kültürüne sahip olduğuna değinilmiştir. Barriuso vd. (2021) ise İspanya'da yaptıkları çalışmada inşaat sektöründe şantiyelerde yaşanan kazalarının önlenmesinde önleyici eğitim faaliyetlerinin önemini ortaya koyan geniş katılımlı titiz bir anket çalışması yapmışlardır. Çalışmada, önleyici faaliyetler ve çalışanların eğitimi konularındaki eksikliklerin iş kazalarına sebebiyet verdiğine değinilmiştir. Ayrıca çalışmada, kaza önleme konularında eğitim faaliyetlerini iyileştirme ve firmaların güvenlik düzenlemelerine etkin bir şekilde uyum sağlaması gerektiğine yönelik önerilerde bulunulmuştur. Uzun ve Cebi (2020) Bulanık-Kano model yaklaşımını kullanılarak inşaat sektöründe uygulanan koruyucu ve önleyici iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini verimliliklerine göre sınıflandırmıştır. Ricci vd. (2020) ise inşaat sektörü çalışanlarının etnik kökenleri ile mesleki risk algıları arasındaki ilişkiyi davranışsal

kontrol, çalışma koşulları, güvenlik iklimi ve kişisel tutum faktörleriyle irdemişlerdir. Faaliyete uygun çalışan seçimi ve çalışana yönelik özel eğitimin verilmesi hususunda etnik kökenin belirleyici bir etkisinin bulunduğu değinilmiştir. Dogan vd. (2021) yaptıkları çalışmada bir inşaat şantiyesinde meydana gelen bir iskele kazasını benzer nitelikteki kazaların önlenbilmesini sağlamak amacıyla analiz etmişler ve yaşanan kazayı tüm boyutlarıyla incelemişlerdir.

Özetle, literatürün genel anlamda İSG ve inşaat sektörü bakış açısı değerlendirildiğinde farklı konular, yaklaşımlar ve bilimsel metotlarla oldukça detaylı ve karmaşık ilişkinin belirli kesitlerine ışık tutacak, parçalı ancak problemin bütününe yardımcı olacak hususlar üzerinde durulmuştur. Bu çalışmada ise hedef alınan, literatüre de paralel bir şekilde bütüne hitap eden iş kazaları istatistiki verilerinin somutlaştırılarak risk değerlendirilmesinin inşaat sektörü özelinde değerlendirilmesidir. Bu yönüyle yapılan literatür kaynak taraması Bölüm 1’de yer alan “1.3. Özgünlük” başlığı altında özetlenmiştir.

2.2. İş kazası

Kaza kavramı, "görülemeyen neden", "beklenmeyen", "kasıtsız eylem", "aksilik", ve "şans" olarak sözlüklerde tanımlamaktadır (Ersoy 2016). İş kazalarını ise genel anlamda; iş yaşamında ortaya çıkan, zararlı sonuçları olan, ani ve beklenmedik olaylar olarak tanımlamak mümkündür (Ömür 2010).

DSÖ’ye göre beklenmedik bir anda ortaya çıkan ve maddi-manevi zarar veren, planlanmamış ve beklenmedik bir olay olarak tanımlanan iş kazası, ILO’ya göre ise belirli bir zarara ya da yaralanmaya neden olan beklenmeyen ve önceden planlanmamış bir olay olarak tanımlanmaktadır (Yaşar 2010).

SGK iş kazası kavramını aşağıdaki gibi tanımlamıştır;

“Kişinin çalışma hayatında 5510 sayılı kanunda sayılan hallerden birinde meydana gelen ve sigortalıyı bedenen veya ruhen engelli hale getiren olaylar”

6331 sayılı İSG kanununda ise iş kazası kavramı şu şekilde tanımlanmaktadır;

“İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olay”

2.2.1. Teknik açıdan iş kazası

Teknik açıdan iş kazası, kişilere zarar veren olaylar kadar işyerindeki makine ve ekipmanı hasara uğratan olayları, hatta işyerinde canlı veya cansız, hiçbir şeye zarar vermeyen fakat işin tamamlanmasına engel olan veya aksatan olayları da kapsayan bir bütün olarak nitelendirilmektedir (Tüzer 2012).

2.2.2. Hukuki açıdan iş kazası

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 3. maddesinin g bendinde iş kazası aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Korkmaz 2017);

“İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay”

Hukuki açıdan bir kazanın iş kazası olarak nitelendirilebilmesi, 5510 sayılı kanunun 13.maddesinde belirtilen iş kazası tanımına uygunluğa bağlıdır.

2.2.3. İş kazası sayılma durumu

Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası kanunun 13'üncü maddesinin birinci fıkrası ile Sosyal Sigorta İşlemleri Yönetmeliği'nin 37'nci maddesinde belirtilen işlemler doğrultusunda iş kazası sayılma halleri aşağıda sıralanmıştır (Antmen 2013, Korkmaz 2017);

- “1- İşyerinde bulunduğu sırada*
- 2- Yürütülmekte olan iş nedeniyle*
- 3- İşveren tarafından görev ile başka bir yere gönderilmesi durumunda*
- 4- Emziren kadın sigortalının çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda*
- 5- İşverence sağlanan taşıtla işin yapıldığı yere gidiş ve gelişi sırasında”*

2.3. Henry garrett sıralama tekniği (GST)

Ünlü psikolog Garrett (1969) tarafından tanıtılan ve birbirinden bağımsız sıralamalara ilişkin nihai sıralamaların elde edilmesinde başarıyla uygulanan bir yöntem olan GST yöntemi; önemli faktörleri, alternatifleri, girdileri tanımlamak için kullanılan ve sonuç olarak istatistiksel bir sıralama yaklaşımı sunan bilimsel bir tekniktir (Singh ve Sarkar 2021). GST literatürde çok sık yer almamasına rağmen son yıllarda teknoloji (Horo ve Chandel 2018), pazarlama (Singh vd. 2020), eğitim (Dhingra ve Kundu 2020), turizm (Fan ve Cai 2016), tarım ve hayvancılık (Singh ve Chauhan 2020) vb. birçok

sektörel problemin çözümünde literatürde kullanılan bilimsel bir metottur. Koşul analizi ve kısıtlamaların (koşulların) tanımlanmasında da kullanılabilmektedir (Murali ve Prathap 2017). Çoğu sıralama metodundaki yaklaşım faktör ve alternatiflerin belirli kriterler altındaki sıralanmasının elde edilmesidir ancak GST yöntemindeki sıralama yaklaşımı, faktörlerin veya alternatiflerin sıralanmış verisinden yola çıkarak nihai sıralamanın elde edilmesidir. Bu yönüyle nihai sıralamanın elde edilmek istendiği, katılımcılardan sıralamaların doğrudan alındığı bütün problemlerde etkili ve nihai sonuçlar vermektedir. Henry Garrett tekniğinin uygulama adımlarını ifade eden algoritma aşağıdaki gibi özetlenebilir (Singh ve Sarkar 2021);

Adım 1 : Ele alınan problemdeki her bir faktörün veya alternatifin sıralaması şeklindeki veri toparlanır ve matris forma dönüştürülür.

Adım 2 : Her bir faktör veya alternatife karşılık gelen " f_i " frekansını listelenir.

Adım 3 : Her sıralamanın yüzde konumu Formül 2.1 yardımıyla bulunur.

$$\text{Yüzde Konumu} = \frac{100(R_{ij} - 0,5)}{N_j} \quad (2.1)$$

R_{ij} : j. katılımcı tarafından i. faktöre atanan sıra

N_j : Yanıtlayana göre sıralanan faktörlerin sayısı

Adım 4 : Yüzde konumlarını Garrett tablosuna göre Garrett skorlarına (S_i) dönüştürülür (Garrett Skorları Ek 1’de verilmiştir).

Adım 5 : Her bir faktör veya alternatif için toplam skoru belirlenir, toplam skorları kullanarak ortalama değerleri belirlenir ve nihai sıralamayı elde edilir.

$$T_i = \sum f_i S_i \quad (2.2)$$

$$\text{Ortalama değer} = \frac{T_i}{n} = \frac{\sum f_i S_i}{n} \quad (2.3)$$

2.4. Çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV)

Sürekli gelişim ve değişim temelinde ilerleyen küresel dünyada yaşanan teknolojik gelişmelerdeki kazanımlar, artan ihtiyaçların karşılanması eğilimindedir. Sürekli artan ihtiyaçlar karar verme problemlerinin de karmaşıklaşmasına sebep olmakta ve bu durum karar vericilerin daha iyi kararlara ulaşmasına engel olmaktadır. Karar problemlerindeki belirsizliklerin ortadan kaldırılması, alternatifler arasında doğru

seçimin yapılabilmesi, alternatiflerin kendi içinde kıyaslanması ve sıralanması gibi hedefler bahsedilen karmaşıklık sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu hedeflerin karşılanması, bir diğer ifadeyle alternatiflerin sıralanıp en iyi/en kötü alternatiflerin tespiti bilimsel olarak geçerliliği ispatlanmış çeşitli karar araçlarına bağlıdır. Bahsedilen hedeflere ulaşmak, sıralama problemlerinde etkin çözümler üretmek, en iyi ve en kötü alternatiflerin tespitine yönelik somut çözümler üretmek noktasında 1960'lı yıllarda ortaya çıkan ÇKKV kavramı, alternatifler arasında yaşanan kararsızlıkları ortadan kaldırmaya yönelik geliştirilen algoritmalarının genel adıdır (Dolu 2021). ÇKKV yöntemlerindeki asıl amaç karar verme sürecinde karmaşık ve çok sayıdaki bilgiyi organize edip alınan kararda riski minimize edilerek en doğru sonuca ulaşmaktır (Filiz 2020). ÇKKV yöntemleri kullanılarak farklı kriterler altında bir alternatif grubunun değerlendirilmesi yapılabildiği gibi, yıllar içerisinde değişkenlik gösteren bir kriter için de alternatif grubun değerlendirilmesini yapmak mümkündür. Ayrıca ÇKKV yöntemleri; seçim, sıralama ve sınıflandırma problemlerinde de başarıyla uygulanabilmektedir (Filiz 2020).

ÇKKV yöntemleri farklı birçok sektörde; seçim, sıralama veya sınıflandırma gerektiren farklı yüzlerce problemde kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe de ÇKKV yöntemleri çeşitli problemlerin çözümde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir;

Gul vd. (2018) yaptıkları çalışmada bulanık mantık temelli ÇKKV yöntemlerini kullanarak rüzgâr türbinlerinin inşaat ve işletme dönemleri için risk değerlendirilmesi yapmışlardır. Çalışmada, mevcut çalışmanın sonucunda belirlenen riskler için kontrol önlemleri ve iyileştirme için olası düzeltici ve önleyici faaliyetler sunulmuştur. Falahati vd. (2020) ise İSG alanında güvenlik yönetimi sistemlerinin performans göstergelerini belirlemek için AHP ÇKKV yönteminin kullanıldığı çok boyutlu bir model geliştirmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise mühendislik projelerinde İSG'yi geliştirmek, teknik veya mühendislik projelerinin sürdürülebilir işleyişini desteklemek amacıyla bir risk değerlendirme yaklaşımı AHP ÇKKV yönteminden faydalanılarak gerçekleştirilmiştir (Marhavalas vd. 2020b).

Özden (2019) yaptığı çalışmada ana yüklenici firma seçimi için VIKOR, TOPSIS, ARAS, COPRAS ve MULTIMOORA ÇKKV yöntemlerini karşılaştırmalı olarak kullanmıştır. Çimen (2019) ise yaptığı çalışmada inşaat projeleri sözleşme türü seçiminde AHP ÇKKV yöntemini kullanmıştır. Benzer şekilde Kaşak (2019) ise yaptığı çalışmada, Sivas ilinde ceza infaz kurumları için önerilen 6 alternatif arazi arasından en uygun olanının seçilmesine yönelik olarak TOPSIS, VIKOR ve MOORA ÇKKV yöntemlerini kullanmıştır. Baran (2019) yaptığı çalışmada bir fabrika projesi için taşıyıcı sistem seçimini AHP ve TOPSIS ÇKKV yöntemleriyle belirlemiştir. Sarar (2018) ise alüminyum giydirmeye cephelerde taşıyıcı sistem seçimi problemi için ÇKKV yöntemlerinden faydalanmıştır. Benzer şekilde Yüksel (2018) ise betonarme kalıp sistemi seçimi probleminde ÇKKV yöntemlerinden MOORA, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini

kullanarak en uygun alternatifi belirlemiştir. Aslan (2018) yaptığı çalışmada, Harran Ovası yeraltı su potansiyelinin modellenmesi ve su kalitesinin ortaya çıkarılmasını sağlamak amacıyla ÇKKV yöntemlerinden faydalanmıştır. Hacıfettahoğlu (2018) ise çalışmasında Türk inşaat sektörü firmaları özelinde Borsa İstanbul inşaat endeksinde yer alan anonim şirketlerin finansal performansını değerlendirmek ve firmaların birbirlerine göre konumu belirlemek amacıyla TOPSIS ve VIKOR ÇKKV yöntemlerinden faydalanmıştır.

2.4.1. Yöntemlerin kıyaslanması

Genel anlamda ÇKKV yöntemleri, kriterler ve alternatiflerin başlangıç karar matrisini oluşturmasıyla başlamaktadır. ÇKKV yöntemlerinde nicel veriler tabloya doğrudan aktarılırken nitel veriler ise çeşitli skalaları öne süren metotlar yardımıyla sayısal verilere dönüştürüldükten sonra ilgili tabloya eklenir. Oluşturulan başlangıç karar matrisini; kriter tipi, bir başka ifadeyle kriterin fayda veya maliyet (faydasız) karakterli olması ile kriterin önem derecesini ifade eden kriter ağırlığı tamamlamaktadır. Oluşturulan başlangıç karar matrisi karekök metodu vb. metotların fayda/maliyet olarak belirtilen kriter tipine bağlı olarak normalize edilmesiyle devam etmektedir. Normalize edilmiş matris ÇKKV yöntemlerinin ilgili algoritmalarında kullanılan esas matrisi teşkil etmektedir. Her bir ÇKKV yöntemi, normalize edilmiş matris elde edildikten sonra farklı nitelikteki kendi algoritmalarında belirtilen matrisleri çeşitli matematiksel işlemlere tabi tutarak nihai sıralama vektörlerinin elde edilmesini sağlamaktadır. ÇKKV yöntemlerinde nihai sıralamanın elde edilmesi, nihai sıralama vektörlerinde bulunan matematiksel sonuçlarla ifade edilir. Sıralama ise ELECTRE, PROMETHEE gibi yöntemlerde kıyas esasıyla kısıtlı olarak veya CoCoSo, VIKOR gibi yöntemlerle tam olarak elde edilir. Elde edilen nihai sıralamalarda bazı ÇKKV yöntemleri algoritmaları uzlaşık çözümler üretirken bazı ÇKKV yöntemleri en iyi alternatif ve/veya en kötü alternatif üzerine yoğunlaşmaktadır. Bahsedilen tüm bu hususlar dikkate alınarak bu çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemlerinin kıyaslanması ve Türkiye ulusal veri tez tabanında ilgili ÇKKV yönteminin kullanıldığı bazı çalışmalar Çizelge 2.1’de özet haline getirilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemlerinin kıyaslanması

Yöntemin Adı	Tantıldığı yıl	Sıralama Yöntemi	Sıralama Yaklaşımı	Veri Özelliği	Türkiye ulusal tez veri tabanına kayıtlı, ilgili yöntemi kullanan bazı çalışmalar
MAIRCA	2014	Tam	Uzlaşmacı çözüm	Nicel	Kıran (2019), MAIRCA yöntemini ülke iş sağlığı ve güvenliği performanslarını değerlendirmek amacıyla kullanmıştır.
MOORA	2006	Tam	En iyi alternatif	Nicel ve Nitel	Genç (2019), rüzgâr enerji santrallerinin yerleşim yeri tespitinde MOORA yöntemini kullanmıştır.
WASPAS	2012	Tam	En iyi alternatif	Nicel	İpekçi (2019), Türkiye’de yapılması planlanan sualtı akıntı enerji tesisi kurulumu için WASPAS yönteminden yararlanmıştır.
VIKOR	2004	Tam	Uzlaşmacı çözüm	Nicel	Şenol (2020), inşaat süreçlerinde başlıca israfların belirlenmesi ve ortadan kaldırılmaları için VIKOR yönteminden faydalanmıştır
PROMETHEE	1982	Kısıtlı	Uzlaşmacı çözüm	Nicel ve Nitel	Özdemir (2019), Türkiye’de yenilenebilir enerji alternatiflerinin sıralanması için PROMETHEE yöntemini kullanmıştır.
GRA	1982	Tam	En iyi alternatif	Nicel ve Nitel	Güneysu (2015), Türk ticari bankaları ve katılım bankalarının performanslarının belirlenmesinde GRA yöntemini kullanmıştır.
OCRA	1991	Tam	En iyi alternatif	Nicel ve Nitel	Eskol (2014), lojistik şirketlerinin performansının belirlenmesinde OCRA yöntemini kullanmıştır.
EDAS	2015	Tam	Uzlaşmacı Çözüm	Nicel ve Nitel	Bayhan (2018); yeşil binalarda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri tedarikçileri seçimi probleminde EDAS yönteminden faydalanmıştır.

(Devamı Arkada)

Çizelge 2.1'in devamı

COPRAS	1996	Tam	En iyi alternatif	Nicel ve Nitel	Sarıçalı (2018), bir mermer işletmesi tesisinde makine seçimi için COPRAS yönteminden faydalanmıştır.
TOPSIS	1981	Tam	En iyi alternatif	Nicel ve Nitel	Nesanır (2021), bir lojistik firması için destek programı seçiminde TOPSIS yönteminden yararlanmıştır.
CoCoSo	2018	Tam	Uzlaşmacı çözüm	Nicel ve Nitel	Veri tabanında bu yöntemin kullanıldığı bir tez çalışmasına rastlanmamıştır.
PSI	2010	Tam	En iyi alternatif	Nicel ve Nitel	Uslu (2020), savunma ve havacılık sanayi kapsamında bir proses tipi hata türü ve etkileri analizi yaklaşımının geliştirilmesine yönelik olarak PSI yönteminden faydalanmıştır.
ARAS	2010	Tam	En iyi alternatif	Nicel ve Nitel	Yüce (2018), Türkiye'de yaşanabilecek iller sıralaması kapsamında ARAS yönteminden faydalanmıştır.
ELECTRE I	1966	Kısıtlı	En iyi alternatif	Nicel ve Nitel	Küçükoğlu (2020), Türkiye'de nükleer santral kuruluş yeri seçimi probleminde ELECTRE yönteminden faydalanmıştır.
ENTROPY	1948	Yok	Yok	Yok	Yalçındağ (2019), performans ölçümü probleminde ENTROPY ağırlıklandırma metodundan yararlanmıştır.

Çizelge 2.1'de görüldüğü üzere kullanılan ÇKKV yöntemleri farklı ana bilim dallarında farklı birçok problemin tespit ve değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Çizelge 2.1'de örnek olarak gösterilen çalışmalar son yıllardan seçilmiş olup, çalışmada kullanılacak ÇKKV yöntemlerinin güncelliği ve kullanılabilirliği anlamında oldukça önemlidir. Veri tabanında yalnızca CoCoSo ÇKKV yöntemine ilişkin bir tez çalışması bulunmamıştır, bunun sebebi ise CoCoSo yönteminin ÇKKV ailesine 2018 yılında katılmış yeni bir üye olmasıyla açıklanabilir.

2.4.2. MAIRCA yöntemi

MAIRCA (Multi Atributive Ideal-Real Comparative Analysis) yöntemi, diğer ÇKKV yöntemleriyle entegre olabilen yapısı ve TOPSIS, ELECTRE gibi yöntemlere kıyasla daha kararlı sonuçlar üretebilmesi ve 2014 yılında geliştirilen güncel bir ÇKKV yöntemi olması sebebiyle ÇKKV yöntemleri içinde önemli bir konumda bulunmaktadır. MAIRCA metodu işlem adımları aşağıda belirtilmiştir (Gigovic vd. 2016);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi [D] oluşturulur, her bir kriter için toplamı 1 olmak zorunda olan tercih olasılıkları P_{Ai} hesaplanır.

$$D = [D_{ij}]_{ixj} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

$$P_{Ai} = \frac{1}{m}; \sum_{i=1}^m P_{Ai} = 1 \quad (2.5)$$

Burada $i=1, 2, \dots, m$

Adım 2: Kriter tipine göre normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

Fayda tipi kriter için,

$$t_{rij} = t_{pij} \left(\frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \right) \quad (2.6)$$

Maliyet tipi kriter için,

$$t_{rij} = t_{pij} \left(\frac{x_{ij} - x_i^+}{x_i^- - x_i^+} \right) \quad (2.7)$$

Burada x_{ij} , x_i^- ve x_i^+ karar matrisi elemanlarını belirtmektedir.

Adım 3: Teorik değerlendirme matrisi [Tp]; kriter ağırlığı, Pij değeri ve karar matrisinin ilgili unsurunun çarpılmasıyla elde edilir.

$$T_p = [T_{ij}]_{ixj} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Adım 4: Gerçek değerlendirme matrisi [Tr]; normalize matris ve teorik derecelendirme matrisindeki ilgili elemanların çarpılmasıyla elde edilir.

$$T_r = [T_{ij}]_{ixj} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1j} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{i1} & b_{i2} & \dots & b_{ij} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Adım 5: Toplam boşluk matrisi [G]; gerçek ve teorik değerlendirme matrisleri arasındaki fark elde edilerek hesaplanır.

$$G = T_p - T_r = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1j} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{i1} & g_{i2} & \dots & g_{ij} \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Adım 6: Nihai sıralama için kriter fonksiyon vektörü hesaplanır ve alternatiflerin sıralaması "Qi" değerlerine göre azalan sırada gerçekleştirilir.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n g_{ij} ; i = 1, 2, \dots, m \quad (2.11)$$

2.4.3. MOORA yöntemi

MOORA (Multi-Objective Optimization on basis of Ratio Analysis) yönteminde birbirinden bağımsız kriter ve/veya alternatiflerin optimizasyonunun yapılabilmesi, alternatif performanslarının belirlenebilmesi ve yapılan değerlendirmenin öznel olmaması, işlem adımlarının kısa olması ve hızlı sonuçlar alınabilmesi hususları MOORA yönteminin ÇKKV yöntemleri arasında tercih edilebilirliğini arttıran önemli artılarıdır. MOORA yönteminin işlem adımları ise aşağıda özetlenmiştir (Brauers ve Zavadskas 2006);

Adım 1: MOORA yönteminde, başlangıç matrisi oluşturulup kriter tipleri tayin edildikten sonra, MOORA oran yaklaşımına göre normalize edilmiş matris elde edilir. Tercih fonksiyonu y_i Formül 2.12 yardımıyla hesaplanır.

$$y_i = \sum_{j=1}^g x_{ij} - \sum_{j=g+1}^n x_{ij} \quad (2.12)$$

$$y_{ij} = \sum_{j=1}^g w_j x_{ij} - \sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij} \quad (2.13)$$

Burada x_{ij} , normalize edilmiş başlangıç matrisi elemanı; w_j , kriter ağırlığını; g ise maksimize edilmek istenen amaç sayısını ifade etmektedir.

Adım 2: Alternatifler ile referans noktası arasındaki mesafeyi ölçmek için "Tchebycheff Minimum-Maksimum metriği"nden yararlanarak nihai sıralamalar elde edilir.

$$\min_{(j)} \{ \max_{(i)} |r_i - N^{x_{ij}}| \} \quad (2.14)$$

Burada r_i , j. kritere ait referans noktası; $N^{x_{ij}}$ ise normalize edilmiş ilgili matris elemanını ifade etmektedir.

2.4.4. WASPAS yöntemi

Zavadskas vd. (2012) tarafından geliştirilen, "Ağırlıklı Toplam Modeli" ve "Ağırlıklı Çarpım Modeli" metotlarını birleştiren WASPAS (Weighted Sum and Product Model) yöntemi, diğer ÇKKV yöntemlerinden kendi işleyişi içerisinde duyarlılık analizi yaparak alternatif sıralamalarındaki tutarlılığı kontrol edebilme özelliği sayesinde ayrılmaktadır (İpekçi 2019). WASPAS yöntemi işlem adımları aşağıda özetlenmiştir (Zavadskas vd. 2012; İpekçi 2019);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur. Başlangıç karar matrisinin normalize edilmesi için her bir kriter tipi fayda veya maliyet olarak tayin edilir ve Formül 2.15 ile Formül 2.16 yardımıyla normalizasyon işlemi tamamlanır.

Kriter tipi faydalı ise,

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_{x_{ij}}} \quad (2.15)$$

Kriter tipi maliyet ise,

$$y_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (2.16)$$

Adım 2: Normalize matris her bir kriterin ağırlığıyla çarpılır, her bir alternatif için toplam elde edilir ve WSM vektörü aşağıdaki formülle oluşturulur.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n x_{ij} w_j \quad (2.17)$$

Adım 3: Normalize matristeki her bir eleman ilgili kriterin ağırlığı üssüyle işleme girer ve her bir alternatif için çarpım toplamı elde edilir, WPM göreli önem vektörü aşağıdaki formülle oluşturulur.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n x_{ij}^{w_j} \quad (2.18)$$

Adım 4: Literatürde genellikle 0,5 olarak alınan lamda katsayısı kullanılarak aşağıdaki formül ile nihai sıralama vektörü elde edilir ve alternatifler sıralanır.

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} \quad (2.19)$$

Burada lamda katsayısı 0,5 olarak alınmıştır.

2.4.5. VIKOR yöntemi

VIKOR yöntemi çoğu ÇKKV yönteminin aksine uzlaşık çözümler üretme hedefine odaklanan ve aynı zamanda kendi algoritmasını kendi tutarlılık testleriyle kontrol edebilen bir yapıya sahiptir. Komplike problemlerin çok kriterli çözümünü gerektiren optimizasyon problemleri için Opricovic ve Tzeng (2004) tarafından önerilen VIKOR yöntemi literatürde de en sık kullanılan ÇKKV metotlarından biridir. VIKOR yöntemi işlem adımları aşağıda özetlenmiştir (Opricovic ve Tzeng 2004);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur, normalize matris karekök yöntemine göre elde edilir.

Adım 2: Kriter tipine bağlı olarak en iyi (maksimum) ve en kötü (minimum) değerler belirlenir. S_j , R_j ara işlem değerleri ile nihai sıralama vektörünün elde edilmesini sağlayan Q_j Formül 2.22'ye göre hesaplanır.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \frac{(f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \quad (2.20)$$

$$R_j = \text{Max}_i \left[w_i \frac{(f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \right] \quad (2.21)$$

$$Q_j = \mu \left(\frac{S_j - S^*}{S^- - S^*} \right) + (1 - \mu) \left(\frac{R_j - R^*}{R^- - R^*} \right) \quad (2.22)$$

Burada,

$S^* = \min_j S_j$, $S^- = \max_j S_j$, $R^* = \min_j R_j$, $R^- = \max_j R_j$ ve μ ise kriterlerin çoğunluğunun ifade ettiği ağırlık katsayısıdır ve genellikle literatürde 0,5 olarak kullanılmaktadır. ($0 \leq \mu \leq 1$, bu çalışmada $\mu=0,8$ olarak alınmıştır.)

Adım 3: VIKOR tutarlılık testleri uygulanır, bu testler (C1 “Kabul edilebilir avantaj” ve C2 “Kabul edilebilir kararlılık”). Bu testler aşağıdaki formüllerle yapılmaktadır.

C1 testi için Formül 2.23 sağlanmalıdır.

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (2.23)$$

Burada a'' en iyi ikinci alternatif, a' ise en iyi alternatifi temsil etmektedir.

$$DQ = \frac{1}{(J-1)} \quad (2.24)$$

Burada J alternatif sayısını ifade etmektedir.

C2 testinde en iyi alternatif a' S ve/veya R vektörleri içerisinde de en iyi skora sahip olmalıdır.

Adım 3: Testler aşağıdaki gibi yorumlanır.

Durum 1: Her iki test koşulları da sağlanıyor ise elde edilen sıralama uzlaşık çözümler üretmektedir.

Durum 2: Eğer C2 testi sağlanmıyorsa a' ve a'' alternatifleri, eğer C1 sağlanmıyorsa a' ; a'' ; $\dots$; $a^{(M)}$ alternatifleri ve değeri maksimum $a^{(M)}$ için $Q(a^{(M)}) - Q(a') < DQ$ belirlenir. Bu durumda en iyi alternatif, minimum Q değerine sahip alternatiflerden biridir.

2.4.6. PROMETHEE yöntemi

Vincke ve Brans (1985) tarafından tanıtılan PROMETHEE ÇKKV yönteminin 6 adet (I, II, III, IV, V, VI) versiyonu bulunmaktadır ancak gerçek hayat problemlerinde I ve II versiyonları kullanılmaktadır. PROMETHEE yöntemlerinin diğer ÇKKV yöntemlerinden farkı her bir kriter için kriter tipine yönelik tercih fonksiyonunun tayin edilebilmesidir. Bu çalışmada, gerçek hayatta yaşanan bir problem ele alındığı için ve tam sıralama yapabilmek amacıyla PROMETHEE II versiyonu tercih edilmiştir. PROMETHEE II yaklaşımının işlem adımları ise aşağıdaki gibidir (Vincke ve Brans 1985; Kazaz vd. 2021);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur, PROMETHEE II normalize matrisi Formül 2.25 ve 2.26 yardımıyla elde edilir.

Kriter tipi faydalı ise,

$$R_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (2.25)$$

Burada $i=1,2,\dots,m$ $j=1,2,\dots,n$

Kriter tipi maliyet ise,

$$R_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (2.26)$$

Burada $i=1,2,\dots,m$ $j=1,2,\dots,n$

Adım 2: Her bir alternatif için tercih fonksiyonu belirlenir. PROMETHEE yöntemleri için 6 adet tercih fonksiyonu bulunmaktadır. Aşağıda ifade edilen Formül 2.27, Formül 2.28 ve Formül 2.29 gerçek hayat problemlerinin karmaşıklığını gidermek için kullanılabilir.

$$D(Ma - Mb) = R_{ija} - R_{ijb} \quad (2.27)$$

$$P_j(Ma, Mb) = 0 \text{ eğer } R_{ija} \leq R_{ijb} \quad (2.28)$$

$$P_j(Ma, Mb) = (R_{ija}, R_{ijb}) \text{ eğer } R_{ija} > R_{ijb} \quad (2.29)$$

Adım 3. Birleştirilmiş tercih fonksiyonu ile pozitif ve negatif üstünlükler belirlenir.

$$\pi_{Ma, Mb} = \frac{\sum_{j=1}^m w_j \times P_j(Ma, Mb)}{\sum_{j=1}^m w_j} \quad (2.30)$$

$$\varphi^+ = \frac{1}{n-1} \sum_{b=1}^m \pi(a, b) \quad (2.31)$$

$$\varphi^- = \frac{1}{n-1} \sum_{b=1}^m \pi(a, b) \quad (2.32)$$

Burada, n alternatif sayısını ifade etmektedir.

2.4.7. GRA yöntemi

Mevcut verileri kullanarak alternatif diziler oluşturmak için alternatif ve ideal alternatif arasındaki korelasyonu dikkate alan algoritmaya sahip GRA (Grey Relational Analysis) yöntemi, ayrık veri kümeleri arasındaki çeşitli ilişkileri analiz etmek için kullanılan bir sınıflandırma, derecelendirme ve karar verme tekniği olarak popüler ÇKKV teknikleri arasında yer almaktadır (Kazaz vd. 2021). GRA yöntemi işlem adımları aşağıda özetlenmiştir (Kazaz vd. 2021);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur, normalize matris denklem 15 ve 16 da belirtilen formüllerle r_{ij} normalize edilmiş ilgili matris elemanları elde edilir. Referans serisi R_0 oluşturulur, uzaklık matrisi Δ elde edilir.

$$R_0 = r_{01}, r_{02}, \dots, r_{0n} \quad (2.33)$$

$$\delta_{ij} = r_{0j} - r_{ij} \quad (2.34)$$

$$r_{0j} = \max_j r_{ij} \quad (2.35)$$

$$\Delta = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{m1} & \delta_{m2} & \dots & \delta_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.36)$$

Formül 2.35'te; $j=1,2,\dots,n$

Adım 2. Gri ilişki katsayısı hesaplanır.

$$\xi_{ij} = \frac{\delta_{\min} + \zeta \delta_{\max}}{\delta_{ij} - \zeta \delta_{\max}}, \quad (2.37)$$

Burada,

$i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$

$\zeta \delta_{\max/\min}$: Maksimum ve minimum δ_{ij} , ζ : Ayır edici katsayı $0 \leq \zeta \leq 1$, ve genellikle 0,5 olarak alınır. Bu çalışmada bu katsayı 0,5 olarak belirlenmiştir.

Adım 3. Gri ilişkisel derece tahmin edilir ve alternatifler sıralanır.

$$\gamma_i = \sum_{j=1}^n w_j \xi_{ij} \quad (2.38)$$

Burada,

$i=1,2,\dots,m$

w_j j. kriterin ağırlığını temsil etmektedir ve $w_j \geq 0, \sum_{j=1}^n w_j = 1$ olmalıdır.

2.4.8. OCRA yöntemi

Performans ve verimlilik esasına dayanan seçim problemlerinde kullanılan OCRA (Operational Competitiveness Rating) metodu literatürde sıklıkla kullanılmamasına rağmen tam sıralama sunan yapısı sebebiyle seçim problemlerinde başarıyla uygulanmıştır (Kazaz vd. 2021). OCRA yönteminin işlem adımları aşağıdaki gibidir (Kazaz vd. 2021);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur. Maliyet tipi ve fayda tipi kriterlerin her biri göz önüne alınarak her bir alternatifin toplam performansı hesaplanır.

$$\bar{I}_i = \sum_{k=1}^q w_k \frac{\max(x_i^k) - x_i^k}{\min(x_i^k)} \quad (2.39)$$

$$\bar{O}_i = \sum_{h=1}^b w_h \frac{x_i^h - \min(x_i^h)}{\min(x_i^h)} \quad (2.40)$$

Burada, $i=1,2,\dots,m$

q: Maliyet tipi kriter sayısı

$\bar{I}_i$: Maliyet tipi kriter için i. alternatifin görelî performans ölçüsü

x_i^k : i. alternatifin k. kriter üssündeki performans skoru

w_k : k. maliyet tipi kriterin ağırlığı

b: Fayda tipi kriter sayısı

$\bar{O}_i$: Fayda tipi kriter için i. alternatifin görelî performans ölçüsü

w_h : h. fayda tipi kriterin ağırlığı

Adım 2: Fayda ve maliyet tipi kriterler için doğrusal tercih sıralaması belirlenir.

$$\bar{\bar{I}}_i = \bar{I}_i - \min(\bar{I}_i) \quad (2.41)$$

$$\bar{\bar{O}}_i = \bar{O}_i - \min(\bar{O}_i) \quad (2.42)$$

Adım 3: Nihai sıralama belirlenir.

$$P_i = \bar{\bar{I}}_i + \bar{\bar{O}}_i - \min(\bar{\bar{I}}_i + \bar{\bar{O}}_i) \quad (2.43)$$

2.4.9. EDAS yöntemi

Keshavarz Ghorabae vd. (2015) tarafından geliştirilen EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution) yönteminin daha az veri ve daha düşük hesaplama sürecine ihtiyaç duyması ve uzlaşmacı çözümler üretmesi, ÇKKV yöntemleri arasında sıklıkla kullanılmasını sağlamıştır (Bayhan 2018). EDAS yöntemi işlem adımları aşağıda sıralanmıştır (Keshavarz Ghorabae vd. 2015; Bayhan 2018);

Adım 1: Karar matrisi oluşturulur, her bir kriterin ortalama değerleri hesaplanarak ortalama matris elde edilir.

$$X = [X_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (2.44)$$

$$AV = [AV_j]_{1 \times m} \quad (2.45)$$

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (2.46)$$

Adım 2: Ortalamadan pozitif uzaklık (PDA), ortalamadan negatif uzaklık (NDA) matrisleri kriter tipi göz önüne alınarak elde edilir.

Eğer j. kriter fayda tipi ise,

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (x_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (2.47)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (2.48)$$

Eğer j. kriter maliyet tipi ise,

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (2.49)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (x_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (2.50)$$

Adım 3: Ağırlıklı toplam PDA ve NDA belirlenip normalize edilir, ardından değerlendirme skoru aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanır.

$$SP_i = \sum_{j=1}^m w_j PDA_{ij} \quad (2.51)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^m w_j NDA_{ij} \quad (2.52)$$

Burada w_j j. kriterin ağırlığını temsil etmektedir.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i(SP_i)} \quad (2.53)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max_i(SN_i)} \quad (2.54)$$

$$AS_i = \frac{1}{2}(NSP_i + NSN_i) \quad (2.55)$$

2.4.10. TOPSIS yöntemi

En iyi alternatife odaklanan çözüm mantığı algoritmasına dayanan TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi literatürde uzun yıllardır sıklıkla kullanılan ÇKKV metotları arasında yer almaktadır. TOPSIS metodunun en temel prensibi en iyi alternatifin en ideal alternatife en yakın, en ideal olmayan alternatife ise en uzak konumda bulunmasıdır (Nesanır 2021). TOPSIS metodu çözüm algoritması aşağıda sıralanmıştır (Özden 2019; Nesanır 2021);

Adım 1: Karar matrisi oluşturulur, normalizasyon karekök yöntemine göre gerçekleştirilir ve normalize matris ilgili kriterin ağırlığıyla çarpılarak ağırlıklı normalize matris [T] elde edilir.

$$T = [T_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \dots & w_n x_{1m} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \dots & w_n x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 x_{n1} & w_2 x_{n2} & \dots & w_n x_{nm} \end{bmatrix} \quad (2.56)$$

Adım 2: Pozitif ideal çözüm A^+ ve Negatif ideal çözüm A^- hesaplanır.

$$A^+ = \{(max_i)v_{ij}|j \in J), \quad (min_i)v_{ij}|j \in J'\} \quad (2.57)$$

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \quad (2.58)$$

$$A^- = \{(min_i)v_{ij}|j \in J), \quad (max_i)v_{ij}|j \in J'\} \quad (2.59)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (2.60)$$

Adım 3: Her bir kriter için pozitif ideal ve negatif ideal ölçüleri S_i^+ , S_i^- hesaplanır.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (2.61)$$

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (2.62)$$

Adım 4: İdeal çözüme göre yakınlık katsayısı C_i^* hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (2.63)$$

Burada $0 \leq C_i^* \leq 1$ denklemi sağlanmalıdır.

2.4.11. COPRAS yöntemi

COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi; nicel ve nitel kriterleri değerlendirebilen, alternatifleri birbirleriyle karşılaştırarak diğer alternatiflerden ne kadar iyi ya da ne kadar kötü olduğunu yüzdesel oran şeklinde sunabilen bir ÇKKV yöntemidir (Sarıçalı 2018). COPRAS yöntemi işlem adımları aşağıda özetlenmiştir (Sarıçalı 2018; Özden 2019);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur ve aşağıdaki formülle normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

$$R = [r_{ij}]_{m \times n} = \left[\frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \right] \quad (2.64)$$

Adım 2: Ağırlıklı normalize matris D elde edilir. Bu matriste kriter tiplerine göre satır toplamaları oluşturulur.

$$D = [y_{ij}]_{m \times n} = r_{ij} x w_j \quad (2.65)$$

Burada, $i=1,2,\dots,m$; $j=1,2,\dots,n$

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n y_{+ij} \quad (2.66)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^n y_{-ij} \quad (2.67)$$

Adım 3: Göreceli önem değeri Q_i hesaplanır.

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (\frac{S_{-min}}{S_{-i}})} \quad (2.68)$$

Burada, $i=1,2,\dots,m$

Adım 4: Her bir alternatif için P_i performans indeksi hesaplanır ve alternatifler sıralanır.

$$P_i = \left[\frac{Q_i}{Q_{max}} \right] \times 100 \quad (2.69)$$

2.4.12. CoCoSo yöntemi

Literatürde son zamanlarda kullanılmaya başlanan Yazdani vd. (2019) tarafından geliştirilen CoCoSo (Combined Compromise Solution) Metodu, karşılaştırılabilirlik dizisi kullanarak yüksek kararlılık ve güvenilirliğe sahip ÇKKV yöntemleri arasına eklenmiştir (Yazdani vd. 2019). CoCoSo metodu işlem adımları aşağıda özetlenmiştir (Yazdani vd. 2019);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur, normalizasyon işlemi Formül 2.25 ve 2.26'da belirtilen şekilde elde edilir.

Adım 2: Ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisinin toplamı ve ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisinin her alternatif toplamı için karşılaştırılabilirlik dizilerinin güç ağırlığının tamamını ifade eden gri ilişkisel yaklaşıma dayalı S_i ve WASPAS çarpımsal yaklaşımına dayalı P_i elde edilir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j r_{ij}) \quad (2.70)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (2.71)$$

Adım 3: Formül 2.72, Formül 2.73 ve Formül 2.74 toplama stratejileri kullanılarak alternatiflerin göreceli ağırlıkları hesaplanır.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (2.72)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (2.73)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1 - \lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i + (1 - \lambda) \max_i P_i)} \quad (2.74)$$

Burada, $0 \leq \lambda \leq 1$ denklemi sağlanmalıdır. λ Katsayısı literatürde 0,5 olarak genellikle kullanılmaktadır. Bu çalışmada da bu katsayı 0,5 olarak tercih edilmiştir.

Adım 4: Nihai sıralama Formül 2.75 yardımıyla elde edilir.

$$k_i = (k_{ia}k_{ib}k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (2.75)$$

2.4.13. PSI yöntemi

PSI (Preference Selection Index) yöntemi kriterler arası göreceli önem değerinin tam olarak hesaplanamadığı durumlar için geliştirilen kriter ağırlığı hesaplama ve alternatif sıralama ÇKKV tekniği olarak 2010 yılında tanıtılmıştır (Uslu 2020). PSI yönteminin işlem adımları aşağıda özetlenmiştir (Uslu 2020);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur. Normalize matris Formül 2.15 ve Formül 2.16'dan faydalanılarak elde edilir.

Adım 2: Her bir kriter için ortalama normalize performans değeri $\bar{x}_j^*$ ve kriterlerin tercih değişkenlikleri PV_j hesaplanır.

$$\bar{x}_j^* = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (2.76)$$

$$PV_j = \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j^*)^2 \quad (2.77)$$

Adım 3: Kriter için terci değerleri arasındaki sapma ϕ_j , ve her bir kriter için ilgili kriterin ağırlığı w_j^p hesaplanır.

$$\phi_j = |1 - PV_j| \quad (2.78)$$

$$w_j^p = \frac{\phi_j}{\sum_{j=1}^n \phi_j} \quad (2.79)$$

Burada w_j^p toplam değeri “1”e eşit olmalıdır.

Adım 4: Alternatiflerin sıralanması amacıyla her bir alternatif için sıralama ağırlık indeksi I_i hesaplanır.

$$I_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}^* w_j^p \quad (2.80)$$

2.4.14. ARAS yöntemi

Zavadskas vd. (2010) tarafından tanıtılan ARAS (Additive Ratio Assessment) ÇKKV yöntemi; niceliksel ölçüm ve fayda teorisine dayanmakta, alternatiflerin performansını değerlendirirken, her alternatifin ideal alternatife göre oransal benzerliğini ortaya koymaktadır (Yüce 2018). ARAS metodu çözüm algoritması aşağıda belirtilmiştir (Zavadskas vd. 2010; Yüce 2018);

Adım 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur ve oluşturulan matris normalize edilir. Normalize matris kriter ağırlıklarıyla çarpılarak normalize ağırlık matrisi V elde edilir.

Kriter tipi fayda ise,

$$\ddot{X}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (2.81)$$

Kriter tipi maliyet ise,

$$X_{x_{ij}}^* = \frac{1}{x_{ij}} \quad (2.82)$$

$$\ddot{X}_{ij} = \frac{X_{x_{ij}}^*}{\sum_{i=0}^m X_{x_{ij}}^*} \quad (2.83)$$

$$V_{ij} = \ddot{X}_{ij} * w_j \quad (2.84)$$

Adım 2: Her bir karar seçeneği için optimum fonksiyon değeri hesaplanır. Bu fonksiyon değeri ne kadar yüksek olursa, alternatif de o derece etkili olmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (2.85)$$

Adım 3: Fayda derecesi hesaplanır ve alternatifler sıralanır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_o} \quad (2.86)$$

Burada S_o en iyi alternatifin optimum fonksiyon değerini ifade etmektedir.

2.4.15. ELECTRE yöntemi

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemi, literatürde “Uyum, Uyumsuzluk Yöntemi”, “Eliminasyon ve Seçimi Gerçekleştirme”, “Sıralama Dışı Bırakma Yöntemi” gibi isimlerle de anılmaktadır (Küçüköğlu 2020). ELECTRE yöntemlerinin 4 adet (I, II, III, IV) varyantı mevcuttur. ELECTRE metodu farklı alternatiflerin olası tüm çiftlerini her bir kritere göre kıyaslayan ve sonuçlarını gösteren sistematik bir analiz yaklaşımına sahiptir (Küçüköğlu 2020). Bu çalışmada ELECTRE I versiyonunun kullanımı tercih edilmiş olup yöntemin işlem adımları aşağıda özetlenmiştir (Küçüköğlu 2020);

Adım 1: TOPSIS yöntemi adım 1 ile aynıdır. Karar matrisi oluşturulur, normalizasyon karekök yöntemine göre gerçekleştirilir ve normalize matris ilgili kriterin ağırlığıyla çarpılarak ağırlıklı normalize matris [T] Formül 2.56’da belirtildiği gibi elde edilir.

Adım 2: Uyum ve uyumsuzluk setleri elde edilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus uyum ve uyumsuzluk set sayılarının eşit olması ve bu setlerin birbirini tamamlar şekilde elde edilmesidir. Bir başka ifadeyle her uyum seti C_{kl} için bir uyumsuzluk seti D_{kl} karşılığı bulunmaktadır.

$$C_{kl} = \{j, Y_{kj} \geq Y_{lj}\} \quad (2.87)$$

Burada uyum setindeki maksimum eleman sayısı kriteri sayısı n adet, $k \neq 1$ olmalıdır.

Adım 3: Uyum matrisi C’yi elde etmek için uyum setlerinden; uyumsuzluk matrisi D’yi elde etmek için ise uyumsuzluk setlerinden yararlanılır. Her iki matris de “mxm” formunda olup k=1 değerini alamaz.

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \quad (2.88)$$

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \cdots & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & \cdots & c_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \cdots & - \end{bmatrix} \quad (2.89)$$

$$d_{kl} = \frac{\max |y_{j \in D_{kl}}^{kj} - y_{ij}|}{\max |y_j^{kj} - y_{ij}|} \quad (2.90)$$

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & \dots & d_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.91)$$

Adım 4: Uyum ve uyumsuzluk üstünlük matrisleri elde edilir. Uyum matris değerleri uyum eşik değeri $\underline{c}$ ile uyumsuzluk matris değerleri uyumsuzluk eşik değeri $\underline{d}$ kıyaslanarak elde edilir. Uyum üstünlük matrisi F'nin ve uyumsuzluk üstünlük matrisi G'nin elemanları 0 ya da 1 değerini alır.

$$\underline{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{kl} \quad (2.92)$$

$$c_{kl} \geq \underline{c} \Rightarrow f_{kl} = 1 \quad (2.93)$$

$$c_{kl} \leq \underline{c} \Rightarrow f_{kl} = 0 \quad (2.94)$$

$$\underline{d} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl} \quad (2.95)$$

$$d_{kl} \geq \underline{d} \Rightarrow g_{kl} = 1 \quad (2.96)$$

$$d_{kl} \leq \underline{d} \Rightarrow g_{kl} = 0 \quad (2.97)$$

Burada m karar noktası sayısını ifade etmektedir.

Adım 5: Toplam baskınlık matrisi E elde edilir. Bu matris C ve D matrislerine bağlı olarak “mxm” formunda olup 1 ya da 0 değerlerinden oluşur. Burada 1 rakamından kastedilen üstünlüktür. Başka bir ifadeyle toplam baskınlık matrisinde değerleri 1 olan karar noktaları üstün ve seçilebilir alternatifleri ifade etmektedir.

2.4.16. ENTROPY yöntemi

ENTROPY yöntemi literatürde seçim problemlerinde, ilgili problemde ele alınan kriterlerin ağırlıklarının tespitinde kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. ENTROPY yöntemi belirsizliğin bir ölçüsü olarak literatürde belirsizliğin yüksek ve belirliliğin az olduğu ağırlıklandırma problemlerine uygulanmakta ve kriterlerin alternatifler altındaki verilerini dikkate alan yaklaşımla nesnel bir çözüm üretmektedir (Yalçındağ 2019). ENTROPY metodu işlem adımları aşağıda özetlenmiştir (Yalçındağ 2019);

Adım 1: Karar matrisi oluşturulup normalize matris elde edildikten sonra her bir kriter için E_j entropi değeri hesaplanır.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij} \quad (2.98)$$

Burada $0 \leq E_j \leq 1$ ve k entropi indeksi olup,

$$k = \frac{1}{\ln(m)} \quad (2.99)$$

Adım 2: Ağırlıklandırma işlemi Formül 2.101 ile hesaplanır.

$$d_j = 1 - E_j \quad (2.100)$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (2.101)$$

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Tez araştırma çerçevesi

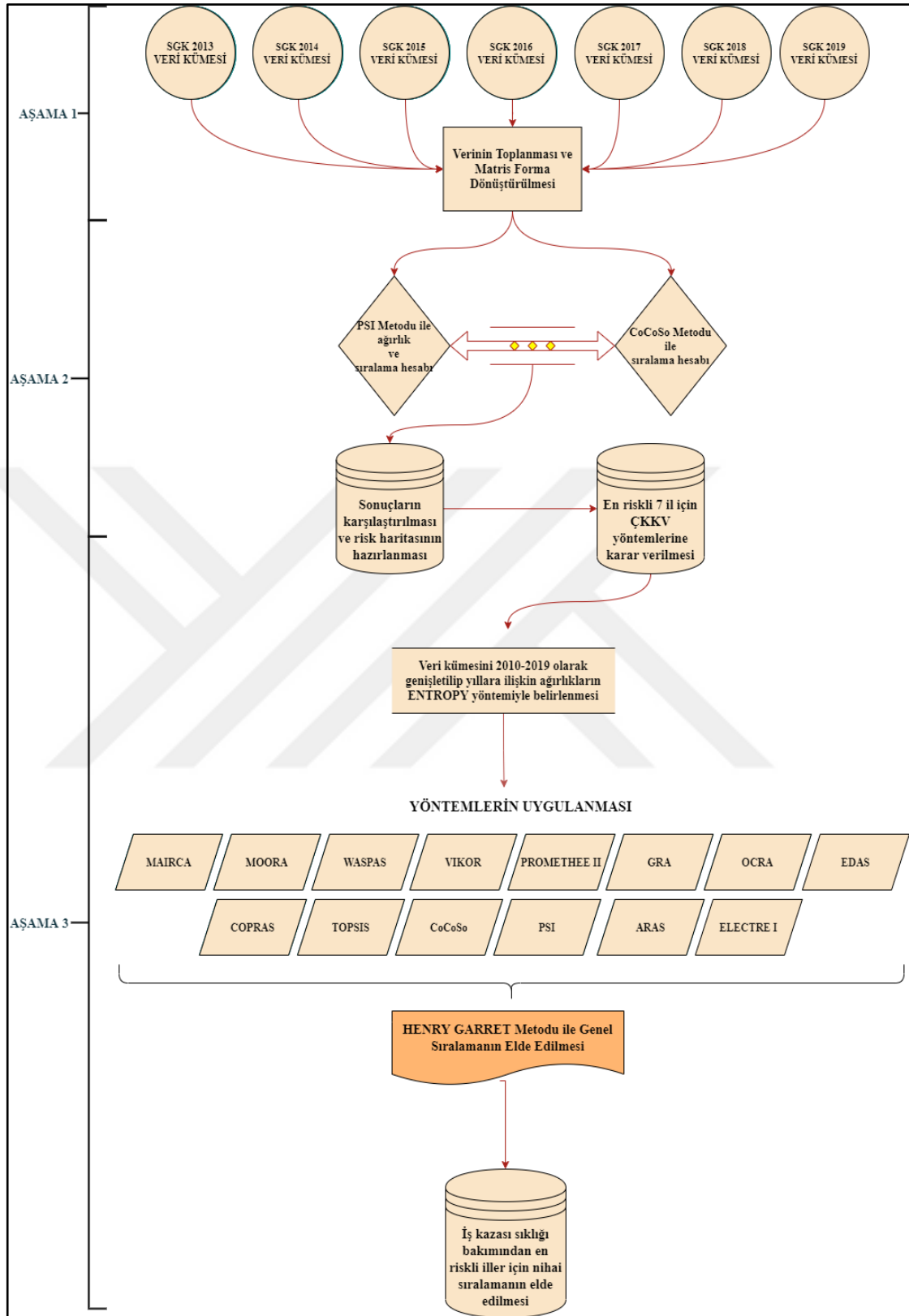
İş kazaları, çalışanların yaşamını tehdit eden, çalışma ortamlarında sıklıkla yaşanan bir durumdur. İş kazalarının minimize edilmesi hedefi, akademik araştırmacılar ve sektör çalışanları için çok önemli bir konudur. İş kazalarının en sık yaşandığı sektörlerden biri olan inşaat sektörü için, iş kazalarının değerlendirilmesi ve konuyla ilgili çalışmaların yapılması büyük bir önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında esas olarak, ÇKKV yöntemleri temelli GST yöntemi kullanılarak nihai sıralamanın elde edilmesi, Türkiye'deki illerin iş kazası sıklıkları bakımından sıralanması ele alınmıştır. Bu çalışmada, şehir bazında iş kazaları değerlendirilirken hedef alınan husus; iş kazası risk haritasının hazırlanması, Türkiye'deki iller için iş kazası risk sıralamasının iş kazası sıklıkları bakımından elde edilmesi ve elde edilen sıralamaya ilişkin inşaat sektörüne yönelik genel değerlendirmelerin yapılmasıdır. Başka bir ifadeyle, tezin asıl hedefi ve kapsadığı araştırma çerçevesi; ÇKKV yöntemleriyle bütünlük GST tekniğinin kullanılarak sıralama karmaşıklığının giderilip nihai sıralamanın elde edilmesi ve Türkiye'deki iller için iş kazası risk sıralaması elde edilerek Türk inşaat sektörünün iş kazalarına etkisine yönelik genel değerlendirmelerin yapılmasıdır.

3.2. Metodoloji

Bu tez çalışmasında; iş kazası, ÇKKV, GST ve İSG kavramlarına yönelik kaynak taraması yapıp tezde kullanılan yöntemler detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Türkiye'deki 81 il ÇKKV yöntemleri kullanılarak iş kazası sıklıkları bakımından sıralanmıştır. Elde edilen sıralama doğrultusunda iş kazası risk haritası hazırlanmıştır. Ayrıca, bu tez çalışması kapsamında; ÇKKV yöntemleriyle bütünlük GST yöntemi kullanılarak hazırlanmış olan risk haritasında en riskli olarak belirlenen İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya, Manisa, Kocaeli ve Bursa illeri için nihai sıralama elde edilmiştir.

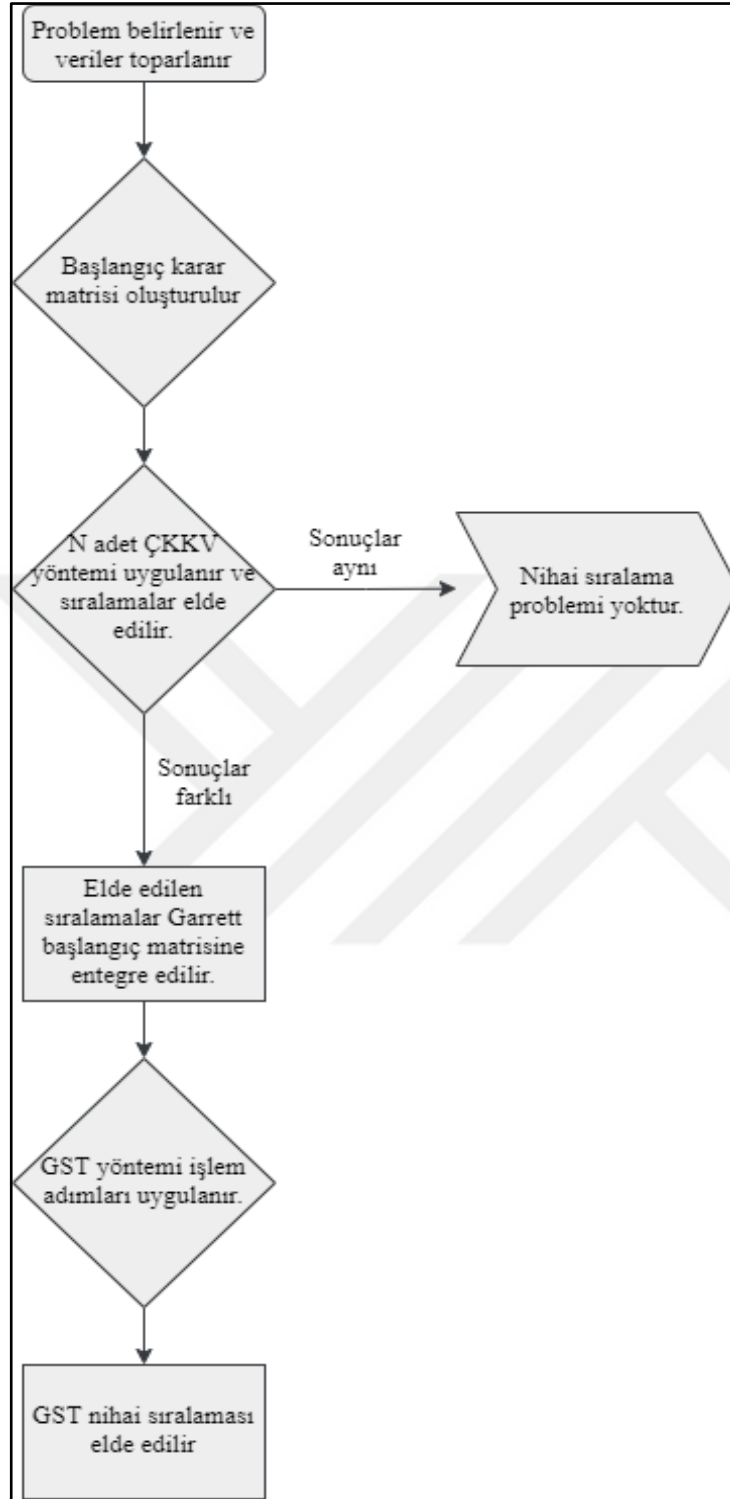
Bu çalışmada ilk olarak; SGK'nin yıllar içerisinde illerde meydana gelen toplam iş kazalarına ilişkin verileri incelenmiştir. 2013-2019 yılları arasında her bir ilde meydana gelen toplam iş kazaları bir araya getirilerek matris forma dönüştürülmüştür. Başlangıç karar matrisi elde edildikten sonra PSI yöntemiyle hem ağırlık hem de sıralama hesabı, CoCoSo yöntemiyle sıralama hesabı yapılmıştır. İki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır ve en riskli olarak belirlenen 7 il ÇKKV yöntemleriyle bütünlük GST yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu aşamada başlangıç karar matrisi 2010-2019 yıllarını kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Yıllara ilişkin ağırlık hesabı yapılırken ENTROPY ağırlıklandırma ÇKKV yönteminden yararlanılmıştır. Yıllara ilişkin ağırlıklar 14 ÇKKV yönteminde kullanılarak her bir yöntem için illerin sıralanması elde edilmiştir. Elde edilen sıralamalar, GST tekniğine girdi olarak kullanılmıştır. ÇKKV temelli GST yönteminin kullanılmasıyla sıralama karmaşıklığı giderilerek nihai sıralama elde edilmiştir. Bahsedilen tüm bu hususlar Şekil 3.1'de özetlenmiştir.



Şekil 3.1. Tez metodolojisi

ÇKKV yöntemleri, alternatifleri ve kriterleri matris formda bir arada değerlendirerek alternatiflerin ilgili kriterler altında sıralanmasının elde edilmesinde kullanılan bilimsel metotlardır. Bu metotlar yardımıyla alternatiflerin seçimi ve sıralanmasının zor olduğu karar problemleri kolayca çözülebilmektedir ancak aynı karar problemine uygulanan farklı ÇKKV yöntemlerinden farklı sonuçların elde edilebiliyor olması ÇKKV yöntemlerini biraya getiren nihai bir yöntemin eksikliği hususunu ortaya çıkarmaktadır çünkü sıralama problemlerinde en iyi alternatiften en kötü alternatife doğru yapılan sıralamanın tutarlığı önemli bir husustur. Bir başka ifadeyle, aynı çalışmaya uygulanan birden fazla ÇKKV yönteminde farklı sıralamaların elde edilebiliyor olması nihai sıralamanın elde edilmesi anlamında bir karmaşaya yol açmaktadır.

GST yöntemi ise ÇKKV yönteminden farklı olarak ilgili matriste alternatiflerin doğrudan sıralanması girdilerini kullanarak nihai sıralamanın elde edilmesi ve en iyi alternatifin seçilmesi esasına dayanan bir algoritmaya sahiptir. GST yönteminde doğrudan sıralamaların girdi olarak kullanılıp nihai sıralamaların elde edilebiliyor olması ÇKKV yöntemlerinin eksikliğini kapatan önemli bir husustur. Buna ek olarak, kullanılan ÇKKV yöntemiyle bütünleşik GST tekniğinde birçok ÇKKV yöntemini kapsayan ve her birinden elde edilen sıralamayı dikkate alan nihai sıralamanın elde edilebiliyor olması, ele alınan problemde elde edilen nihai sıralamanın güvenilirliğini arttırmaktadır. Bu doğrultuda, ÇKKV yöntemlerinin herhangi bir probleme uygulandıktan sonra elde edilen sıralamaların GST tekniğinde kullanılmasıyla elde edilecek nihai sıralamanın karışıklığı önleyeceği düşünülmektedir. Ayrıca, GST tekniğinde girdilerin doğrudan ÇKKV yöntemi sonuçlarını dikkate alması sebebiyle en iyi alternatife yaklaşma, uzlaşık çözümler üretme gibi farklı algoritmaları dikkate alan ÇKKV yöntemlerini bir araya getirerek ilgili problemde birçok ÇKKV yöntemini kapsayan detaylı ve nihai bir sonuç elde edilebilmektedir. ÇKKV yöntemleriyle GST yöntemini bir araya getiren algoritma Şekil 3.2’de özetlenmiştir.



Şekil 3.2. GST yöntemiyle ÇKKV yöntemlerini birleştiren algoritma

Şekil 3.2’de açıklandığı üzere problem belirlenip veriler toparlandıktan sonra n adet ÇKKV yöntemi ele alınan probleme uygulanır. ÇKKV yöntemleri sıralama konusunda uzlaşma sağlıyorsa, nihai sıralama yöntemlerin sunduğu sıralamadır. Ancak, alternatiflerin sıralanmasında bir uzlaşma yok ise elde edilen sıralamalar GST yöntemine

entegre edilir. GST yöntemi işlem adımları takip edilerek nihai son sıralama edilir. Bu sayede, ele alınan probleme ilişkin tek bir sıralamanın elde edilmesi sağlanarak hem sıralamanın tutarlılığı sağlanmakta hem de farklı çözüm algoritmalarına sahip farklı ÇKKV yöntemi sonuçlarını dikkate alan kapsamlı bir sonuç elde edilmektedir. Bu durum, hem ÇKKV yöntemlerinin nihai tek bir sıralama elde edilememe eksikliğini gidermekte hem de ÇKKV temelli GST yönteminin nihai sıralama problemi konularında kullanılma potansiyeli artmaktadır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tezin dördüncü bölümünde; ÇKKV yöntemi sonuçları ve ÇKKV temelli GST yöntemi nihai sonucu detaylı olarak açıklanmıştır. İş kazası risk haritası hazırlanmıştır, iş kazası risk sıralaması sonuçlarına göre inşaat sektörüne yönelik ve il bazında değerlendirmeler yapılmıştır. Tezde kullanılan matrisler çok büyük boyutlarda olduğu için sonuçlar çizelgeler halinde özetlenmiştir, işlem detayları ise şekiller olarak “Ekler” bölümünde teze eklenmiştir. Bu sayede işlem adımlarına ilişkin detaylar da teze eklenmiştir.

ÇKKV temelli GST yönteminin kullanılabilmesi için, kullanılan ÇKKV yöntemi sayısının fazla olması gerekliliği ve iş kazalarının şehir bazında değerlendirilmesi problemindeki karar matrisinin oldukça büyük olması sebepleriyle, hesaplama işlemleri 3 aşamaya ayrılmıştır. Aşama 1 başlığı altında, ilk olarak, 81 ilde yıllar içerisinde meydana gelen iş kazalarına ilişkin SGK’nin tutmuş olduğu veriler derlenerek başlangıç karar matrisi oluşturulmuştur. Elde edilen matris için PSI yöntemiyle hem ağırlık hem de sıralama, CoCoSo yöntemiyle sıralama hesabı yapılmıştır. Elde edilen sıralamada en riskli olarak belirlenen 7 il, Aşama 2 başlığı altında belirtilen ÇKKV yöntemleriyle sıralanmıştır. Elde edilen sıralamalar Aşama 3 başlığı altında belirtilen ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, bu tez çalışmasında birden fazla yöntem hesaplama aşamalarında farklı kısımlarda kullanılmıştır. Tez hazırlanırken takip edilen aşamalar ve hangi aşamada hangi yönteminin neden seçildiğine ilişkin yapılan derleme Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Bu çalışma 3 aşamaya ayrılarak değerlendirilmiştir. İlk aşamada PSI ve CoCoSo yöntemlerinden faydalanılarak 81 il için iş kazası sıklıkları bakımından risk sıralaması elde edilmiştir ve iş kazası risk haritası hazırlanmıştır. Çalışmanın 2. aşamasında, ilk aşamada en riskli olarak belirlenen İstanbul, Ankara, Bursa, İzmir, Antalya, Manisa ve Kocaeli illeri için ÇKKV yöntemleri uygulanarak, bahsedilen illerin kendi aralarında sıralamalarının elde edilmesine yönelik hesaplamalar yapılmıştır. Aynı probleme uygulanan farklı ÇKKV yöntemlerinden farklı sıralamaların elde edildiği görülmüştür. Aşama 3’te GST yönteminin kullanılması, ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST yöntemi bakış açısını geliştirmiştir. Bu yöntemle birlikte farklı sıralamalar tek bir sıralamaya indirgenerek nihai son sıralama elde edilmiştir. Bahsedilenler doğrultusunda, bu tez çalışmasında yararlanılan metotların tezin hangi aşamasında kullanıldığı ve seçilme sebeplerini içeren özet Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Bu çalışmada kullanılan yöntemler, yöntemlerin kullanılma aşamaları ve seçilme sebepleri

Aşama	Seçilen yöntem	Seçim sebebi
Aşama 1	PSI	1- PSI yöntemi kriterler arası göreceli önem değerinin tam olarak hesaplanamadığı durumlar için geliştirilen kriter ağırlığı hesaplama ve alternatif sıralama tekniğidir. Bu tez çalışmasında nihai 7 ilin seçilmesinde ilk olarak 81 ilin yıllar altındaki iş kazaları cinsinden risk yoğunluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda hangi yılın hangi derecede önem arz ettiği tam olarak belirli olmadığı için PSI yöntemi ağırlık eldesinden yararlanılmıştır. Ayrıca, nihai sonuç olarak şehirlerin sıralanması gerektiği için PSI yönteminin sıralama özelliği de kullanılmıştır. Bir diğer ifadeyle, PSI yönteminin hem kriter ağırlığı tayini yapabilmesi hem de alternatifleri sıralama özelliği ilk aşamada seçilmesinde önem arz etmiştir. 2- PSI yöntemi 2010 yılında geliştirilen, birçok ÇKKV yöntemine göre güncel ve yeni bir metottur. 3- İlk aşamada 81 ilin kıyaslanması gerekliliğinden kaynaklı matrislerin çok büyük ve işlem gerektirmesi; PSI yönteminin kararlılığı yüksek, işlem kabiliyeti hızlı ve doğruluğu geçerli sonuçlara ulaşma özelliklerine ihtiyacı arttırmıştır. PSI yönteminin bahsedilen bu özellikleri bir diğer seçim sebebidir.
	CoCoSo	1- İş kazalarının yoğunluğunun tespitinde kararlılığı yüksek ve aynı zamanda yıllar arası etkileşim ile alternatiflerin ilgili yıllar altında iş kazasına sebep olma potansiyelini gözetten yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yönüyle CoCoSo yöntemi uzlaşmacı çözümler üreten ve kriterler arası korelasyonu gözetten bir algoritmaya sahiptir. 2- CoCoSo yöntemi 2018 yılında tanıtılmıştır ve en yeni ÇKKV yöntemi üyelerinden biridir. Çalışmanın güncelliği açısından ilk aşamada bu yöntemin tercih edilmesi bir artı olarak değerlendirilmiştir. 3- CoCoSo yöntemde nihai sıralama farklı ÇKKV yöntemlerinden esinlenilen 3 adet toplama metoduna göre yapılmaktadır. Ayrıca CoCoSo yöntemi daha önce geliştirilen ÇKKV yöntemlerinden esinlenilerek geliştirilip tanıtılan bir metottur. Literatüre tanıtıldıktan sonra ise birçok problemde başarıyla uygulanmış, doğru ve kararlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu özellikleri CoCoSo yönteminin bir diğer tercih sebebidir.

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.1'in devamı

Aşama 2	14 ÇKKV yöntemi	1- Bir problem için birden fazla ÇKKV yöntemi kullanılabilmekte ve çoğu zaman aynı probleme uygulanan farklı ÇKKV yönteminden farklı sonuçlar alınabilmektedir. Bir başka ifadeyle alternatiflerin sıralamasında birebir benzerlik görülebildiği gibi farklı sıralamaların elde edilmesi de mümkün olmaktadır. Özellikle alternatif sayısının artmasıyla birebir benzerlik ihtimali de giderek azalmaktadır. Tüm bu durumlar ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sıralamaların optimize edilip nihai olarak tek bir sonucun elde edilmesini gerektirmektedir. Bu yönüyle, bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sıralamalar GST ile birleştirilip nihai tek bir sıralama elde edilmiştir. Bu durum sadece sıralama karmaşığını önlemeyi sağlamakla kalmayıp aynı zamanda tek bir sıralamanın gerekliliğini gözeten günlük yaşam problemlerine nihai sonuçlar üretmektedir. 2- 14 adet ÇKKV yönteminin seçilmesinin bir diğer sebebi de ÇKKV yöntemlerinin sıralama yaklaşımlarının birbirinden farklılıklar göstermesidir. Tüm bu farklılıkları gözeterek nihai bir sıralamanın elde edilmek istenmesi bir diğer seçim sebebidir. 3- Daha fazla ÇKKV yönteminin uygulanmasıyla daha etkili sonuçların alınabileceği düşünülmektedir. İleriki çalışmalarda daha fazla ÇKKV yönteminin entegre edilip kullanıldığı bir program haline getirilme potansiyeli bir diğer önemli ayrıntıdır.
Aşama 3	GST	1- Aynı problemten elde edilen farklı alternatif sıralamalarının nihai tek bir sıralamaya dönüştürülmek istenmesi GST yönteminin kullanılmasının en önemli sebebidir. 2- Diğer sıralama yaklaşımlarının aksine GST yönteminde, faktör ve/veya alternatiflerin doğrudan sıralanması girdi olarak alınmaktadır. GST yönteminde girdi olarak ele alınacak ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sıralamaların sunmuş olduğu veri nihai sıralamanın elde edilmesinde kullanılmıştır. Bu durum GST yönteminin kullanılmasının bir diğer önemli sebebidir.

4.1. Başlangıç karar matrisinin oluşturulması ve kriter tipinin belirlenmesi

İlk başlangıç karar matrisi, 81 il için 2013-2019 yılları arasında meydana gelen iş kazalarını ifade eden 7x81'lik matrisi ifade etmektedir. Başlangıç karar matrisinde iller plaka numaralarına göre yukarıdan aşağıya doğru sıralanarak verilmiştir. Her il için o yıla ait iş kazası verileri de SGK'nin yıllara göre sunmuş olduğu veri kümeleri bir araya getirilerek elde edilmiştir. Elde edilen başlangıç karar matrisi Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İlk başlangıç karar matrisi

İl Adı	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Adana	2959	2968	2616	4205	5421	6365	6550
Adıyaman	271	279	292	373	504	626	549
Afyonkarahisar	627	697	689	755	1127	1216	1316
Ağrı	54	80	59	86	89	166	114
Amasya	440	378	335	525	831	883	772
Ankara*	12530	15595	17693	21041	24970	30225	30286
Antalya*	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Artvin	307	397	283	249	568	657	1188
Aydın	2294	2275	2419	2806	3826	4581	4500
Balıkesir	2186	2392	2575	3112	3928	4094	4135
Bilecik	2259	2414	2321	2494	3327	3657	3841
Bingöl	117	136	163	274	382	353	467
Bitlis	38	71	64	69	79	120	138
Bolu	1184	1405	1390	1744	1978	2534	2841
Burdur	337	408	446	655	735	822	679
Bursa*	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Çanakkale	843	952	1175	1478	2169	2141	2207
Çankırı	245	331	357	856	501	496	438
Çorum	475	558	680	902	1217	1453	1265
Denizli	4793	4983	5181	5699	6758	7145	6772
Diyarbakır	457	789	766	939	1417	1930	1880
Edirne	758	824	756	716	965	1123	1234
Elâzığ	545	540	590	588	962	1105	912
Erzincan	155	216	148	177	356	367	341
Erzurum	587	622	636	701	1227	1302	1190
Eskişehir	4890	4963	5301	6036	6545	7385	7283
Gaziantep	2242	2555	2976	3056	4218	5479	6048
Giresun	264	295	334	447	782	1002	1001
Gümüşhane	134	100	111	128	180	245	222
Hakkâri	20	31	28	29	79	168	219
Hatay	1647	1639	1793	1726	2035	2392	2257
Isparta	411	556	662	816	867	1137	1118
Mersin	1729	1889	2511	3118	3068	3718	4073
İstanbul*	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
İzmir*	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
Kars	97	102	78	179	342	207	180
Kastamonu	283	324	443	499	705	981	880

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.2'nin devamı

Kayseri	6635	7304	7042	7697	8999	9768	10274
Kırklareli	1134	1409	1535	2279	2053	1978	2247
Kırşehir	572	774	717	850	902	1184	1029
Kocaeli*	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Konya	3840	4131	4670	5334	6886	7644	7413
Kütahya	1922	2361	2201	2576	3440	3952	3338
Malatya	513	721	764	841	1374	1906	1830
Manisa*	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
Kahramanmaraş	1047	1200	1214	1395	1843	2078	2426
Mardin	115	177	181	300	542	512	427
Muğla	1951	2426	2545	3559	5197	7016	7322
Muş	63	87	61	49	165	256	330
Nevşehir	222	265	268	461	585	682	632
Niğde	309	357	436	563	824	676	668
Ordu	671	670	586	881	1194	1377	1401
Rize	255	394	429	630	729	814	787
Sakarya	2719	3611	4279	5660	6998	7458	7555
Samsun	1214	1287	1515	2229	3063	3220	3082
Siirt	234	285	200	186	124	301	459
Sinop	158	151	146	189	271	203	233
Sivas	710	903	880	1131	1371	1732	1606
Tekirdağ	5401	6596	7183	8578	11228	12505	12188
Tokat	304	357	412	566	919	979	925
Trabzon	567	494	278	1094	1494	1694	1640
Tunceli	30	28	24	51	68	79	59
Şanlıurfa	407	439	461	406	619	650	734
Uşak	1128	1294	1303	1544	1967	2232	2204
Van	170	161	174	272	417	577	529
Yozgat	372	487	483	822	937	1008	998
Zonguldak	4177	4163	4321	4424	4643	4643	5670
Aksaray	443	689	818	880	1145	1405	1118
Bayburt	16	19	38	28	67	101	73
Karaman	1195	1476	1485	2341	3933	3299	2657
Kırıkkale	416	420	830	614	739	755	692
Batman	154	212	170	210	283	437	584
Şırnak	85	101	114	117	300	402	288
Bartın	699	644	711	780	957	1089	952
Ardahan	25	29	31	36	182	282	88
Iğdır	34	64	34	47	52	48	77
Yalova	616	929	1229	1701	2220	2711	4165

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.2'nin devamı

Karabük	1442	1532	1697	1661	1895	1860	1985
Kilis	38	31	34	52	82	89	95
Osmaniye	684	756	668	875	1190	1470	1277
Düzce	1680	1824	1702	2108	2281	2503	2567

Çizelge 4.2 incelendiğinde illerde yaşanan iş kazası miktarlarının yıllar içerisinde artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu artış eğilimi iş kazası miktarlarının düşük olduğu örneğin Kilis, Iğdır gibi illerde de görülmektedir. Bahsedilen bu artış eğilimi başta inşaat sektörü olmak üzere birçok sektörde yaşanan gelişime paralellik göstermektedir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise iş kazası kayıtlarının çoğunun ikinci başlangıç karar matrisinde değerlendirilen illerden kaynaklandığı durumudur. Gelişim düzeyi çok yüksek olan, sektör kapasitesi ve iş hacmi yoğun olan illerde daha ciddi miktarda iş kazası artışı yaşanmıştır. Örneğin Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere 2013 yılında 6789 iş kazası miktarı görülen Antalya ilinde 2019 yılında 23483 iş kazası yaşanmıştır.

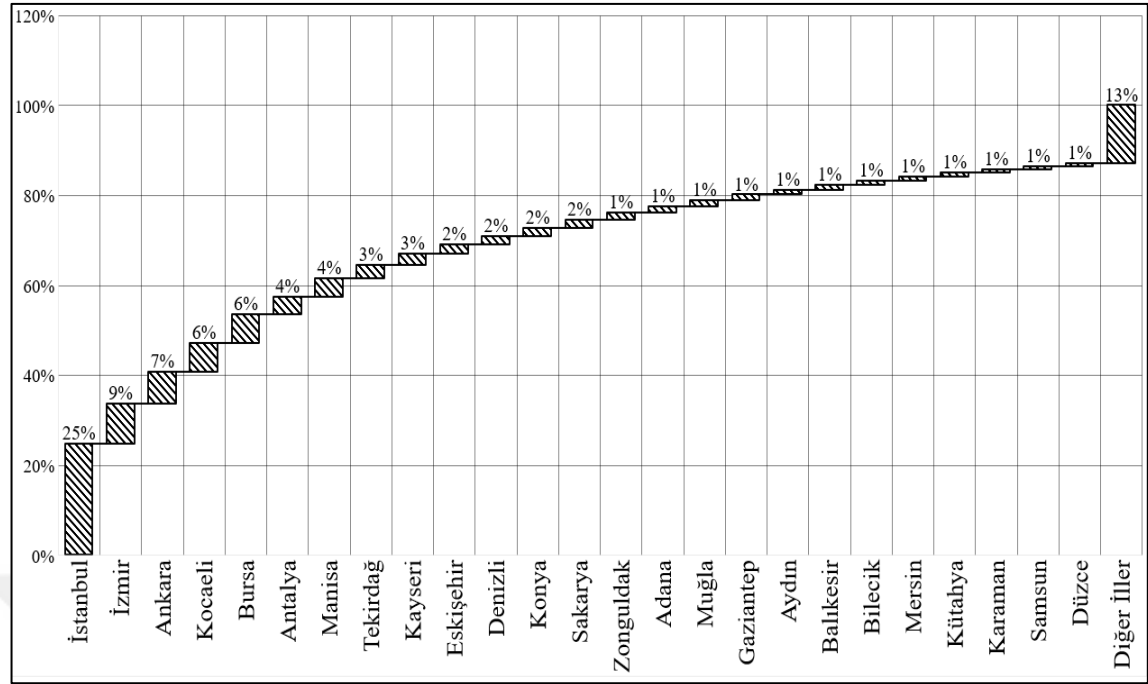
SGK verilerinin bir araya getirilerek oluşturulduğu başlangıç karar matrisinde dikkat çeken hususlardan biri de yaşanan iş kazası artışlarının aynı zamanda iş kazası kayıtlarının tutulmasıyla da ilgili olmasıdır. Kayıt dışı istihdam sorunu başta inşaat sektörü olmak üzere birçok sektörde karşılaşılan ciddi ve çözülmesi gereken bir sorundur. İnşaat sektöründe çalışanların ya hiç kayıtlı olarak gösterilmemesi ya da çalışma günlerinin eksik bildirilmesi iş kazası istatistiklerini de etkilemektedir. Özellikle kayıt dışı istihdamın önlenmesine yönelik geliştirilen politikalar, kayıt dışı personel çalıştıran firmalara yönelik belirlenen yaptırımlar, firmaların SGK'ye gerekli personel kaydının bildirilmesi eğilimini arttırmıştır. Böylelikle kayıtlı çalışanların maruz olduğu iş kazası miktarı kayıtları da yıllar içerisinde artmıştır.

İkinci başlangıç karar matrisi, en riskli olarak belirlenen 7 il için (Antalya, Manisa, Bursa, Kocaeli, Ankara, İzmir ve İstanbul) 2010-2019 yıllarını kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. İkinci başlangıç karar matrisi ÇKKV temelli GST yönteminin uygulanması adına 14 adet ÇKKV yönteminin başlangıç karar matrisi olarak kullanılmış olup Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. İkinci başlangıç karar matrisi

İl Adı / İş kazası yılı	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944

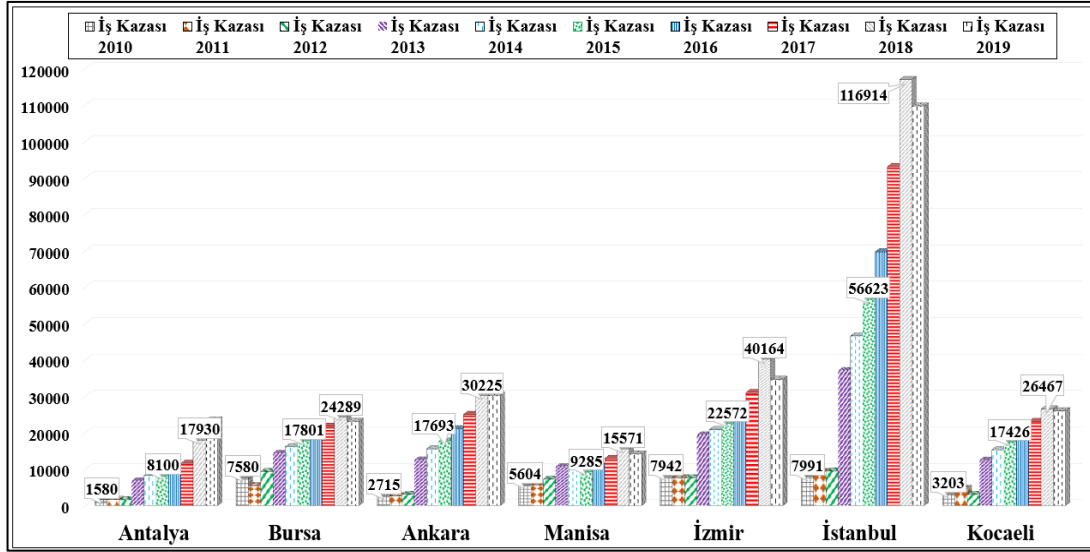
Çizelge 4.3'te verilen illerde kayıtlı iş kazaları, kümülatif anlamda 2013-2019 yılları arasında bütün illerde kaydedilen toplam iş kazalarının yaklaşık %60'ını kapsamaktadır. Bu durum Şekil 4.1'te özetlenmiştir.



Şekil 4.1. 2013-2019 yıllarında meydana gelen iş kazalarının illerde meydana gelme yüzdesi

Şekil 4.1’de İstanbul’da meydana gelen iş kazalarının diğer illere kıyasla çok yüksek olduğu görülmektedir. Kümülatif olarak 2013-2019 yılları arasında 2153468 iş kazasının 529507 adeti, yaklaşık olarak %25’i İstanbul’da yaşanmıştır. İzmir 193395 iş kazasıyla kümülatif anlamda yaklaşık %9, 152340 iş kazasıyla Ankara yaklaşık %7, Kocaeli 139863 ve Bursa 137024 iş kazalarıyla yaklaşık %6 etki seviyesine sahiptir. Bu bakış açısıyla Antalya ve Manisa yaklaşık %4, Tekirdağ ve Kayseri yaklaşık %3, Eskişehir, Konya, Denizli ve Sakarya yaklaşık %2, diğer iller ise yaklaşık %1 ve altında iş kazası etki oranına sahiptir. Kaydedilen her 4 iş kazasından 1 tanesinin İstanbul’da kaydedilmiş olması dikkat çekici ve oldukça önemlidir. Ancak İstanbul’un Türkiye’nin en kalabalık, en gelişmiş, en endüstrileşmiş ve sanayileşmiş kenti olması; İnşaat sektörü, Tekstil sektörü gibi iş kazası oranları ve miktarları yüksek olan sektörlerin dinamik ve diğer illere kıyasla gelişmiş olması bu durumun temel nedenleri olduğu söylenebilir.

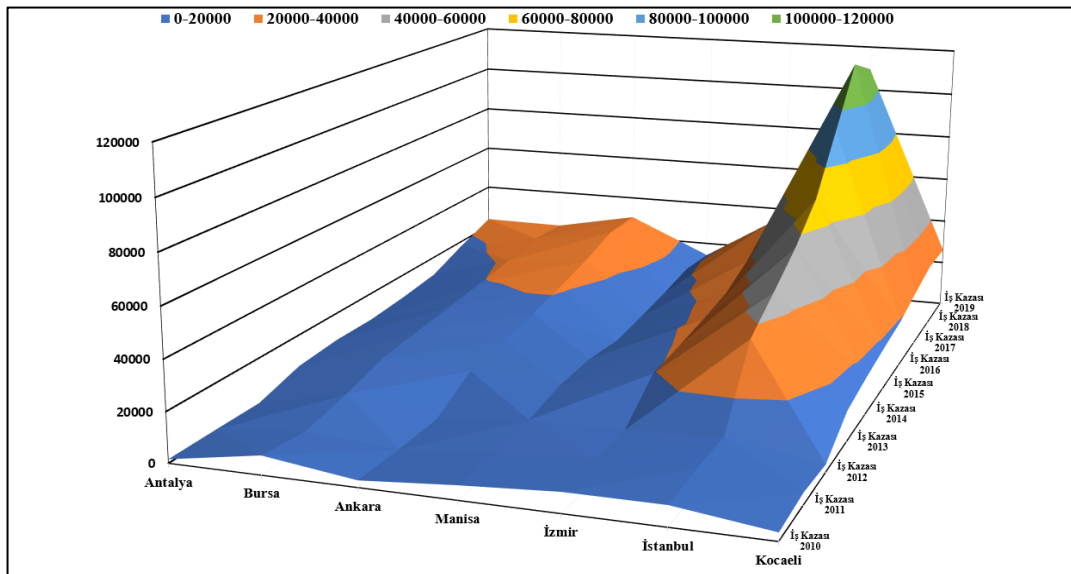
Çizelge 4.3 incelendiğinde dikkat çeken durumlardan biri en riskli olarak belirlenen 7 ilde iş kazalarının 2010-2019 arası dönemde artış eğiliminde olduğudur. Örneğin 2010 yılında iş kazası miktarı 1580 olan Antalya’da 2015 yılında 8100 (2010 yılına göre yaklaşık %412 artış), 2019 yılında 17930 (2015 yılına göre yaklaşık %121, 2010 yılına göre yaklaşık 11,3 kat) artış görülmüştür. En belirgin artış ise İstanbul’da olup 2010 yılında 7991 kayıtlı iş kazası bulunurken 2015 yılında yaklaşık %608 artarak 56623, 2018 yılında ise 116914 (2015 yılına göre yaklaşık %106, 2010 yılına göre 14,6 kat artış) iş kazasıyla en yüksek kayıtlı iş kazası miktarı görülmüştür. Bu durum Şekil 4.2’de özetlenmiştir.



Şekil 4.2. İş kazası miktarlarının yıllara ve şehirlere göre değişimi

Şekil 4.2 incelendiğinde 2010-2019 arası dönemde artış eğiliminin olduğu açıktır. Ancak 2019 yılına bakıldığında, Antalya hariç bütün illerde bir önceki yıla göre paralel veya daha az iş kazası kaydı tutulmuştur. 2019 yılında inşaat sektörü daralmaya başlamış ve sektörel aktivelerde durgunluklar yaşanmıştır. İnşaat sektörü gibi genel iş kazası miktarını doğrudan etkileyen bir sektörün daralma yaşaması iş kazalarının bir miktar azalmasını da beraberinde getirmiştir.

Çizelge 4.3'te verilen ikinci başlangıç karar matrisinde dikkat çeken bir diğer husus ise illerde yaşanan iş kazalarının belirli iş kazası miktarı aralığında olduğudur. Bir başka ifadeyle İstanbul haricindeki iller 0-20000 veya 20000-40000 iş kazası miktarı seviyelerinde iken, İstanbul'da son yıllarda 100000-120000 bandında kayıtlı iş kazası görülmektedir. Bu durum Şekil 4.3'te özetlenmiştir.



Şekil 4.3. Yıllara ve illere göre kayıtlı iş kazalarının dağılım aralıkları

Şekil 4.3 incelendiğinde 2010-2015 arası dönemde genellikle 0-20000 aralığında bir dağılım görülürken, 2015 yılından sonra genel ekseriyet 20000-40000 iş kazası miktarı dağılımındadır. İzmir sadece 2018 yılında 40164 iş kazası miktarıyla 40000-60000 dağılımına katılmış olsa da 2019 yılındaki azalışla birlikte 20000-40000 dağılımına dahil olmuştur. Şekil 4.3'te dikkat çeken en önemli husus İstanbul'un iş kazası miktarlarının 2015 yılından sonra ciddi bir ivme kazandığı ve 100000 iş kazası bandını aşması durumudur. Bu durum, Şekil 4.1'te açıklanan İstanbul'un yaşanan her 4 iş kazasından 1 tanesine katkıda bulunması durumuyla paralellik gösteren ve İstanbul'un iş kazası anlamında risk seviyesinin ne kadar yüksek olduğu belirten bir diğer durumdur.

Başlangıç karar matrislerinde iller alternatifleri, her bir ile karşılık ilgili yılda meydana gelen iş kazası miktarı ise karar matrisinin kriterlerini oluşturmaktadır. ÇKKV yöntemlerinde kriterin tipinin belirlenmesi de gerekmektedir. Kriteri tipi ilgili ÇKKV algoritmasından doğru sıralama elde edilebilmesi adına mutlaka doğru bir şekilde tespit edilmelidir. Bu çalışmada ele alınan problem iş kazaları olduğu için, iş kazalarının minimize edilmesi gerekliliğinden dolayı her bir kriter “yararlı değil (maliyet)” tipli olarak belirlenmiştir.

4.2. Aşama 1 sonuçları

Bu başlık altında, PSI ve CoCoSo ÇKKV yöntemlerinin sonuçları verilmiştir. Sonuçlar karşılıklı olarak değerlendirilerek iş kazası risk haritası hazırlanmıştır.

4.2.1. PSI yöntemi sonuçları

PSI yöntemi sonuçları ve önemli işlem adımlarına ilişkin özet Çizelge 4.4'te, PSI yöntemine ilişkin iş kazası risk sıralaması ise Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. PSI yöntemi işlem adımlarından elde edilen sonuçlara ilişkin özet tablo

İş Kazası Yılı / İlgili Matris	İşlem Adımı	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Normalize Matris	Ortalama Değer	0,0637	0,0587	0,0527	0,0507	0,0477	0,0455	0,0475
[Nij-Nj] ² Matrisi	Tercih Varyasyon Değeri	1,6022	1,4763	1,3664	1,2935	1,2239	1,2115	1,2240
	Varyasyon daki Sapma Değeri	-0,602	-0,476	-0,366	-0,294	-0,224	-0,212	-0,224
	Ağırlıklar	0,2511	0,1987	0,1528	0,1224	0,0934	0,0882	0,0934

Kriterler arası göreceli önemin belirsiz olduğu problemlerde PSI yöntemi ilgili kriterin önem derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yöntem ilk olarak ilgili problemin kriterler arası göreceli önemini belirleyen bir algoritma üzerine kurulmuştur. Bahsedilen göreceli önem, Çizelge 4.4'te her bir ile karşılık gelen ilgili yılda yaşanan iş kazası miktarının anlam derecesinin belirlenmesi adına ilgili iş kazası yılının ağırlığının tespit edilmesiyle belirlenmektedir. PSI yöntemi ağırlık tayin ederken, alternatifler arası farklılıkların fazla olduğu bir başka ifadeyle ilgili kriterin varyasyonundaki sapmanın fazla olduğu verilere odaklanmaktadır. Bu sebeple 2013 ve 2014 yıllarının göreceli önemi daha fazla olarak tespit edilmiş olup diğer yılların göreceli önemi birbirine yakın olarak tespit edilmiştir. PSI yönteminin asıl hedefi göreceli önemi belirlenmiş kriterler altında alternatiflerin sıralanmasının elde edilmesidir. Bahsedilen sıralamanın elde edilmesine ilişkin hesaplanan seçim indeksi ve sıralama sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. PSI yöntemi iş kazası risk sıralaması

İl Adı	Seçim İndeksi	Sıralama	İl Adı	Seçim İndeksi	Sıralama
Adana	0,06298	67	Konya	0,08461	70
Adıyaman	0,00592	21	Kütahya	0,04284	61
Afyonkarahisar	0,01358	42	Malatya	0,01447	44
Ağrı	0,00133	8	Manisa	0,20157	76
Amasya	0,00858	31	Kahramanmaraş	0,02342	51
Ankara	0,30981	79	Mardin	0,00384	16
Antalya	0,16489	75	Muğla	0,05344	66
Artvin	0,00705	23	Muş	0,00169	9
Aydın	0,04784	63	Nevşehir	0,00581	20
Balıkesir	0,04799	64	Niğde	0,00769	26
Bilecik	0,04562	62	Ordu	0,01396	43
Bingöl	0,00334	14	Rize	0,00769	27
Bitlis	0,00114	7	Sakarya	0,07441	68
Bolu	0,02715	53	Samsun	0,02985	56
Burdur	0,00831	29	Siirt	0,00441	19
Bursa	0,30848	78	Sinop	0,00306	13
Çanakkale	0,02121	49	Sivas	0,01708	48
Çankırı	0,00679	22	Tekirdağ	0,13028	73
Çorum	0,01241	36	Tokat	0,00814	28
Denizli	0,09567	71	Trabzon	0,01280	37
Diyarbakır	0,01466	46	Tunceli	0,00066	2
Edirne	0,01482	47	Şanlıurfa	0,00832	30
Elâzığ	0,01120	35	Uşak	0,02493	52
Erzincan	0,00361	15	Van	0,00409	18
Erzurum	0,01281	38	Yozgat	0,00990	33
Eskişehir	0,09756	72	Zonguldak	0,07849	69
Gaziantep	0,05301	65	Aksaray	0,01286	39
Giresun	0,00713	24	Bayburt	0,00055	1
Gümüşhane	0,00241	12	Karaman	0,03121	57
Hakkâri	0,00079	3	Kırıkkale	0,00983	32
Hatay	0,03179	58	Batman	0,00389	17
Isparta	0,01106	34	Şırnak	0,00237	11
Mersin	0,04138	60	Bartın	0,01337	41
İstanbul	1,00000	81	Ardahan	0,00091	6
İzmir	0,41580	80	Iğdır	0,00083	5
Kars	0,00227	10	Yalova	0,02226	50
Kastamonu	0,00757	25	Karabük	0,02880	55
Kayseri	0,13379	74	Kilis	0,00080	4
Kırklareli	0,02731	54	Osmaniye	0,01459	45
Kırşehir	0,01328	40	Düzce	0,03383	59
Kocaeli	0,29576	77			

Ele alınan problem iş kazaları olduğu için en kötü alternatif en fazla iş kazasına sebebiyet veren, en riskli alternatif olmak durumundadır. Bir başka ifadeyle en iyi alternatif en az iş kazasına sebebiyet veren ili temsil etmektedir. Bu sebeple Çizelge 4.4 incelendiğinde en riskli iller sırasıyla İstanbul, İzmir, Ankara, Kocaeli, Bursa, Antalya, Manisa, Tekirdağ ve Kayseri olarak belirlenmiştir. En az riskli iller ise sırasıyla Bayburt, Tunceli, Hakkâri, Kilis, Iğdır ve Ardahan olarak belirlenmiştir.

4.2.2. CoCoSo yöntemi sonuçları

CoCoSo yönteminde normalize matris elde edilirken geleneksel toplama yaklaşımıyla birlikte eksponansiyel yaklaşımı da kullanılmaktadır. Her iki yaklaşımı bütünleştiren algoritmasıyla CoCoSo yöntemi, karar alternatiflerinin fayda değerlerini bütünleştiren bir yaklaşıma odaklanmaktadır. CoCoSo yönteminde alternatiflerin performanslarının ölçülmesi hedef alındığından dolayı, yöntem ilgili kriterler altında uzlaşmacı çözümlere yönelmektedir. Bu sebeple 3 adet seçim performans indeksi kullanmakta ve nihai sıralama alt seçim indekslerinin toplanmasıyla elde edilmektedir. Bahsedilenler doğrultusunda CoCoSo yöntemi sonuçları ve önemli işlem adımı değerleri özetlenerek Çizelge 4.6 hazırlanmıştır.

Çizelge 4.6. CoCoSo yöntemi iş kazası risk sıralaması

İl Adı	Pi	Kia	Kib	Kic	K	Sıra
Adana	6,935716	0,012441	78,731505	0,984170	27,563879	67
Adıyaman	6,994512	0,012624	79,890357	0,998656	27,969593	21
Afyonkarahisar	6,986786	0,012599	79,736455	0,996732	27,915712	42
Ağrı	6,999112	0,012638	79,982247	0,999804	28,001763	8
Amasya	6,991832	0,012615	79,836923	0,997988	27,950885	31
Ankara	6,640930	0,011585	73,314268	0,916452	25,667306	79
Antalya	6,822631	0,012101	76,581102	0,957289	26,811023	75
Artvin	6,993367	0,012620	79,867534	0,998370	27,961603	23
Aydın	6,951613	0,012490	79,041990	0,988051	27,672580	63
Balıkesir	6,951459	0,012489	79,038948	0,988013	27,671514	64
Bilecik	6,953906	0,012497	79,087093	0,988615	27,688370	62
Bingöl	6,997095	0,012632	79,941942	0,999300	27,987653	14
Bitlis	6,999300	0,012639	79,986000	0,999851	28,003077	7
Bolu	6,972979	0,012556	79,462609	0,993309	27,819838	53
Burdur	6,992098	0,012616	79,842216	0,998054	27,952739	29
Bursa	6,641094	0,011587	73,329224	0,916639	25,672542	78
Çanakkale	6,979037	0,012575	79,582567	0,994808	27,861836	49
Çankırı	6,993630	0,012621	79,872794	0,998436	27,963444	22
Çorum	6,987962	0,012603	79,759849	0,997024	27,923902	36
Denizli	6,900577	0,012333	78,053093	0,975689	27,326367	71
Diyarbakır	6,985689	0,012596	79,714651	0,996459	27,908078	46
Edirne	6,985529	0,012595	79,711492	0,996420	27,906972	47
Elâzığ	6,989190	0,012607	79,784303	0,997330	27,932463	35
Erzincan	6,996830	0,012631	79,936636	0,999234	27,985795	15

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.6'nın devamı

Erzurum	6,987566	0,012602	79,751964	0,996926	27,921141	38
Eskişehir	6,898524	0,012327	78,013650	0,975196	27,312558	72
Gaziantep	6,946219	0,012473	78,936280	0,986729	27,635571	65
Giresun	6,993292	0,012620	79,866037	0,998352	27,961078	24
Gümüşhane	6,998026	0,012635	79,960538	0,999533	27,994163	12
Hakkâri	6,999655	0,012640	79,993100	0,999940	28,005563	3
Hatay	6,968201	0,012541	79,368384	0,992131	27,786850	58
Isparta	6,989333	0,012607	79,787126	0,997365	27,933452	34
Mersin	6,958322	0,012510	79,173644	0,989696	27,718672	60
İstanbul	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	81
İzmir	6,483675	0,011169	70,681339	0,883540	24,745518	80
Kars	6,998170	0,012635	79,963406	0,999569	27,995167	10
Kastamonu	6,992848	0,012618	79,857178	0,998241	27,957977	25
Kayseri	6,858196	0,012206	77,247862	0,965624	27,044456	74
Kırklareli	6,972810	0,012556	79,459323	0,993268	27,818688	54
Kırşehir	6,987085	0,012600	79,742403	0,996806	27,917794	40
Kocaeli	6,659552	0,011636	73,641091	0,920538	25,781726	77
Konya	6,912671	0,012370	78,284675	0,978584	27,407444	70
Kütahya	6,956807	0,012506	79,143926	0,989325	27,708267	61
Malatya	6,985885	0,012597	79,718535	0,996508	27,909438	44
Manisa	6,778032	0,011972	75,768210	0,947127	26,526430	76
Kahramanmaraş	6,976783	0,012568	79,537912	0,994250	27,846202	51
Mardin	6,996591	0,012630	79,931878	0,999175	27,984129	16
Muğla	6,945745	0,012472	78,927271	0,986617	27,632416	66
Muş	6,998752	0,012637	79,975052	0,999714	27,999244	9
Nevşehir	6,994619	0,012624	79,892511	0,998683	27,970347	20
Niğde	6,992728	0,012618	79,854783	0,998211	27,957138	26
Ordu	6,986394	0,012598	79,728652	0,996634	27,912980	43
Rize	6,992727	0,012618	79,854760	0,998211	27,957130	27
Sakarya	6,923604	0,012403	78,496060	0,981226	27,481450	68
Samsun	6,970210	0,012547	79,407890	0,992625	27,800681	56
Siirt	6,996023	0,012628	79,920529	0,999033	27,980156	19
Sinop	6,997374	0,012633	79,947501	0,999370	27,989599	13
Sivas	6,983243	0,012588	79,666015	0,995851	27,891051	48
Tekirdağ	6,862482	0,012219	77,325908	0,966599	27,071780	73
Tokat	6,992275	0,012617	79,845759	0,998098	27,953979	28
Trabzon	6,987570	0,012602	79,752100	0,996927	27,921189	37
Tunceli	6,999787	0,012640	79,995736	0,999973	28,006486	2
Şanlıurfa	6,992087	0,012616	79,842013	0,998051	27,952668	30
Uşak	6,975249	0,012563	79,507522	0,993870	27,835562	52
Van	6,996344	0,012630	79,926940	0,999113	27,982400	18
Yozgat	6,990503	0,012611	79,810437	0,997657	27,941613	33

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.6'nın devamı

Zonguldak	6,919087	0,012390	78,410093	0,980152	27,451353	69
Aksaray	6,987515	0,012602	79,750949	0,996913	27,920786	39
Bayburt	6,999895	0,012641	79,997904	1,000000	28,007245	1
Karaman	6,968801	0,012543	79,380145	0,992278	27,790968	57
Kırıkkale	6,990569	0,012611	79,811772	0,997673	27,942080	32
Batman	6,996549	0,012630	79,931025	0,999164	27,983830	17
Şırnak	6,998070	0,012635	79,961413	0,999544	27,994469	11
Bartın	6,986998	0,012600	79,740694	0,996785	27,917196	41
Ardahan	6,999531	0,012640	79,990626	0,999909	28,004697	6
Iğdır	6,999610	0,012640	79,992203	0,999929	28,005249	5
Yalova	6,977946	0,012572	79,561140	0,994540	27,854334	50
Karabük	6,971275	0,012551	79,429049	0,992889	27,808089	55
Kilis	6,999639	0,012640	79,992774	0,999936	28,005449	4
Osmaniye	6,985760	0,012596	79,716051	0,996477	27,908568	45
Düzce	6,966113	0,012535	79,327158	0,991615	27,772417	59

Çizelge 4.6 incelendiğinde elde edilen risk sıralamasının Çizelge 4.5'te verilen PSI yöntemiyle elde edilen sıralama ile aynı olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar 4.2.3, 4.2.4 ve 4.2.5 başlıkları altında detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

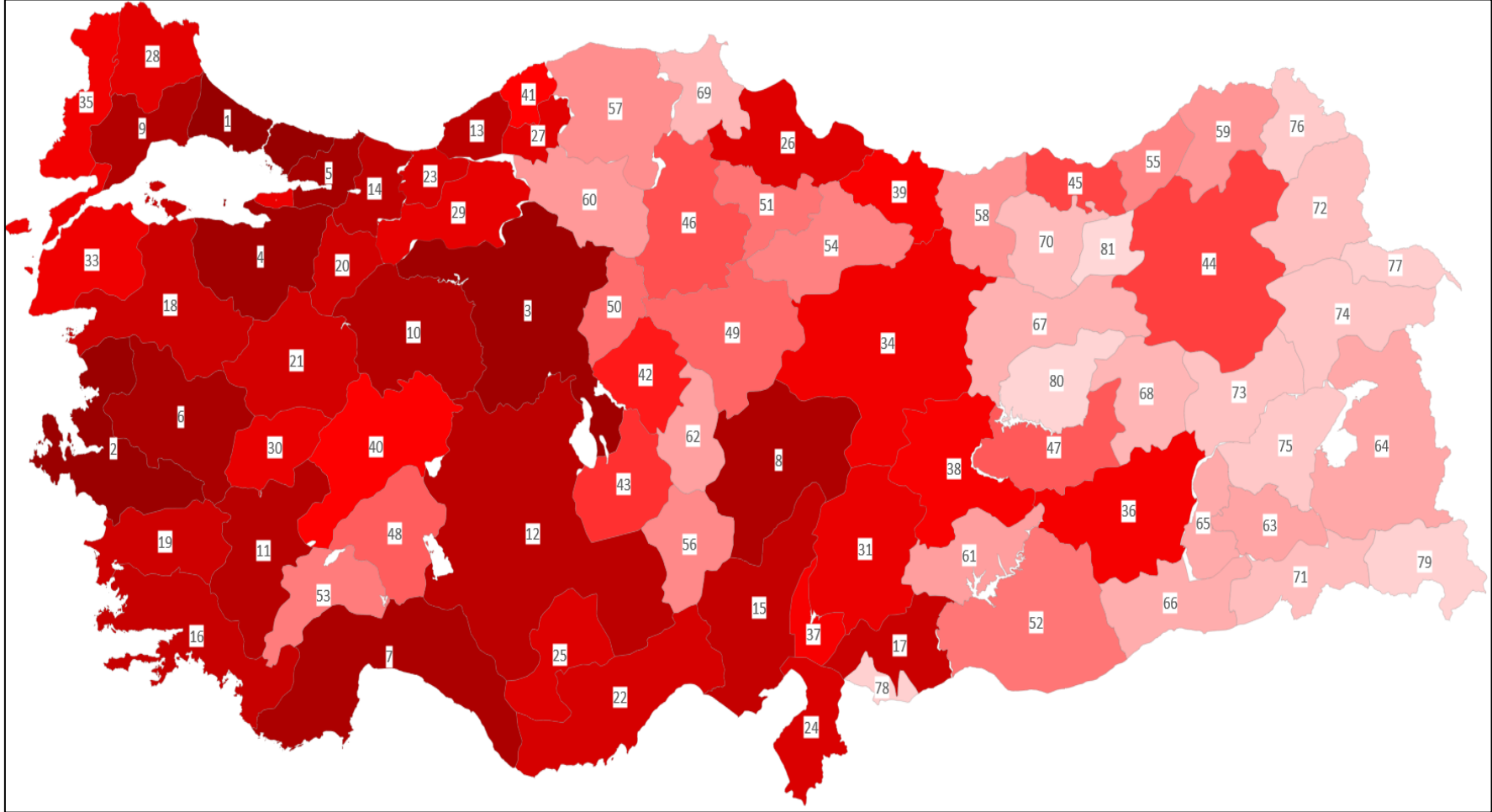
4.2.3. Aşama 1 değerlendirme ve iş kazası risk haritası

Aşama 1 sonuçlarına göre PSI ve CoCoSo yöntemleri tamamen aynı sonuçlar üretmiştir. Bir başka ifadeyle, PSI ve CoCoSo yöntemleriyle elde edilen sıralamalar karşılaştırıldığında, her iki yöntemde de bütün iller aynı sırada bulunmuştur. Elde edilen sıralama doğrultusunda, 81 ili kapsayan iş kazası risk haritası hazırlanmıştır. Bu harita Türkiye'deki iş kazalarının hangi illerde yoğunlaştığını belirten ve iş kazası riski bulunan bütün sektörlerin kullanabileceği bir risk haritasıdır. İş kazalarının yoğunlaştığı bölgelerin tespit edilebilmesi ve iş kazası risk haritasının daha rahat okunabilmesi adına en riskliden en az riskliye doğru; koyu kırmızı, kırmızı, turuncu, sarı, açık mavi, koyu mavi şeklindeki 6'lı renk skalası belirlenmiştir. Harita için hazırlanan skalada hangi sıralama değerinin hangi renk ve hangi anlamda kullanıldığına dair özet Çizelge 4.7'de verilmiştir.

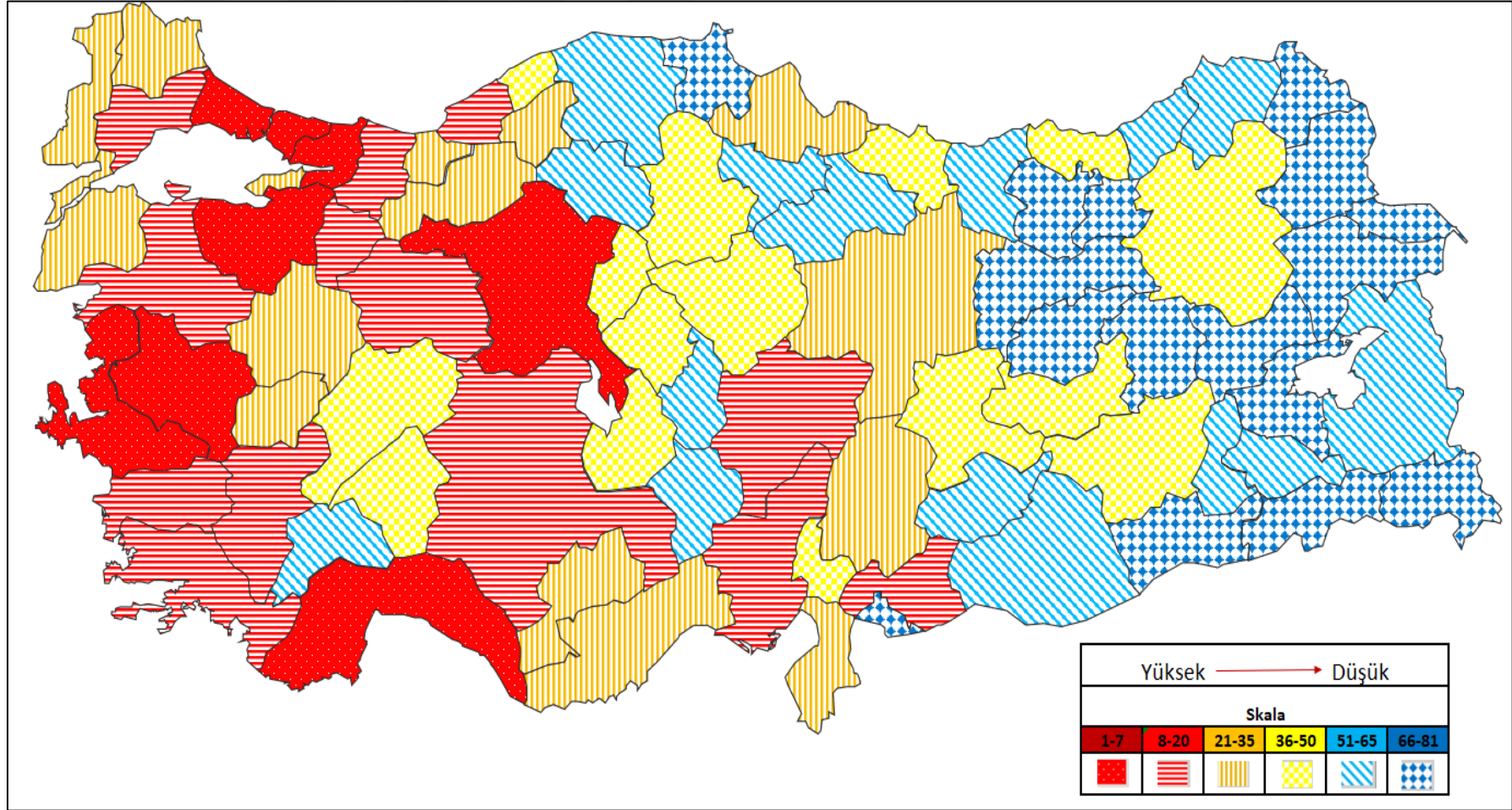
Çizelge 4.7. İş kazası risk haritası renk skalası

Renk	Risk	Sıra	Tarama tipi
Koyu Kırmızı	En çok riskli	1-7	
Kırmızı	Çok riskli	8-20	
Koyu sarı	Riskli	21-35	
Sarı	Az riskli	36-50	
Açık Mavi	Daha az riskli	51-65	
Koyu Mavi	En az riskli	66-81	

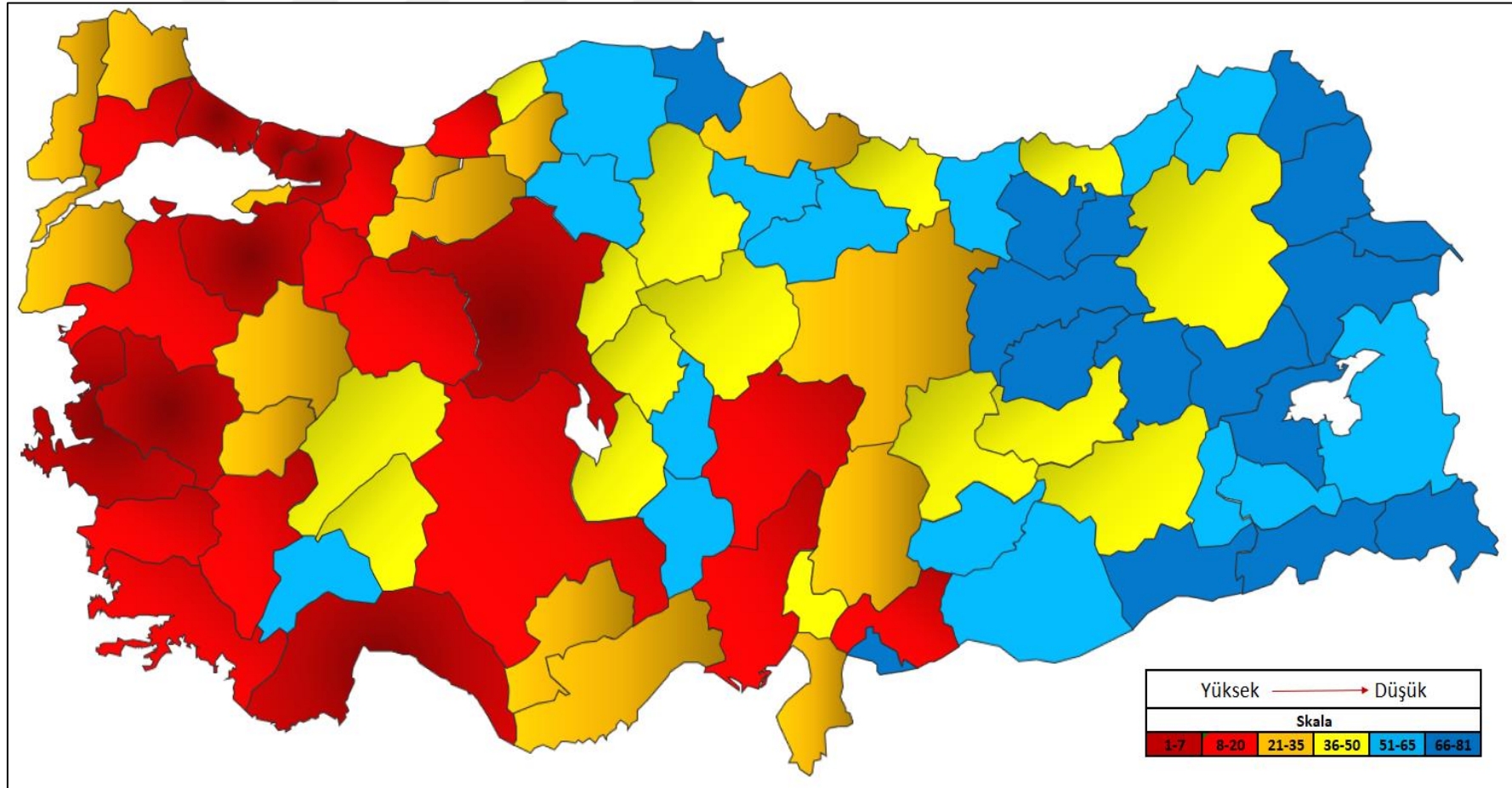
Sıralama esaslı iş kazası risk haritası Şekil 4.4'te, renk skalası eklenmiş haritalar ise Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmektedir.



şekil 4.4. İř kazası risk haritası 1



Şekil 4.5. İş kazası risk haritası 2



şekil 4.6. İş kazası risk haritası 3

4.2.4. Risk haritasının genel değerlendirilmesi

Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 değerlendirildiğinde iş kazalarının Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde daha fazla yaşandığı, özellikle Doğu Anadolu bölgesindeki illerde ise iş kazası riskinin daha düşük olduğu görülmektedir. Haritaya bakıldığında iş kazası riski doğruya doğru azalmakta, batıya doğru artmaktadır.

Türkiye’de işgücü ve çalışma potansiyeli batıya doğru artmaktadır ki bu durum işgücüne katılımı arttırmakta ve dolayısıyla iş kazası potansiyelini de arttırmaktadır. Ülkemizde batıya doğru şehirleşme, fabrikalaşma, sanayileşme oldukça fazladır. Buna ek olarak, ülkemizde batıya doğru nüfus artmakta ve çalışan nüfus miktarı yükselmektedir. Nüfusun ve aktif işgücünün fazla olduğu bölgeler iş kazası risk haritasında riskin daha yüksek olarak belirtildiği bölgelerdir. Ülkemizde işgücü anlamında işsizlik oranlarının yüksek olduğu Mardin, Batman, Siirt ve Şırnak gibi iller iş kazası riskinin daha az olduğu illerdir. Bu bakış açısıyla, işgücüne katılım oranlarının yüksek olduğu İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ, Kırklareli, Edirne gibi iller iş kazası riski daha yüksek olan illerdir. Benzer şekilde nüfusun en yoğun olduğu İstanbul, Ankara, Antalya, İzmir gibi iller iş kazası riski yüksek, nüfusun en az olduğu Bayburt, Gümüşhane, Tunceli gibi iller ise iş kazası riski düşük olan illerdir. Benzer bir bakış açısıyla istihdam oranı yüksek olan, nüfus artışı kente yaşanan göçler sebebiyle artan, çalışma olanakları yüksek İstanbul, Ankara, İzmir, Aydın, Muğla, Balıkesir, Denizli gibi batı illerinde iş kazası riski yüksek iken çalışma olanakları sınırlı, istihdam alanı ve istihdama katılım oranı düşük olan Şırnak, Hakkâri, Muş, Bingöl, Tunceli, Şanlıurfa, Mardin gibi illerde iş kazası riski daha düşüktür.

Karadeniz bölgesinde risk genellikle düşük olarak görülmektedir ancak Samsun ve Trabzon, gelişmiş liman kentleri olması, inşaat sektörünün ve fabrikalaşmanın yoğun olması sebepleriyle Zonguldak ise kömür madeni işleyen tesislerinin bulunması sebebiyle iş kazası riski yüksek kentlerimizdendir. Örneğin 2010 yılında Zonguldak’ta maden inşaatı esnasında yaşanan göçük sebebiyle 30 işçi hayatını kaybetmiştir. Zonguldak’ta buna benzer maden inşaatı kazaları yaşanmakta ve iş kazası riski barındırmaktadır. Benzer bir durumda olan Manisa ise en riskli 7 il içerisinde yer almaktadır. Bu durum, Manisa’nın özellikle maden inşaatı işlerindeki iş kazalarının etkisinden kaynaklanmaktadır. Türkiye’de maden kazaları denince akla ilk gelen il Manisa’dır. Örneğin 2014 yılında Manisa’da meydana gelen maden inşaatı kazasında 301 işçi hayatını kaybetmiştir. Manisa’nın maden sektöründeki istihdam yapısı ve maden inşaatı işlerinin yoğunluğu iş kazası riskini arttırmaktadır.

Hazırlanan haritalar, iş kazasına yoğun olarak sebep olan sektörler özelinde değerlendirilerek, ilgili sektörün iş kazasına sebep olan faktörlerinin tespit edilmesi adına önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Örneğin tekstil sektörü iş kazalarına etkisi oldukça fazla olan sektörlerden biridir. Kocaeli, İstanbul, Ankara, Mersin, Adana, Malatya, Adıyaman ve Gaziantep tekstil sektörünün geliştiği kentlerdir ve bu kentler iş kazası risk haritasında risk düzeyi yüksek kentler olarak görülmektedir. Benzer şekilde makine ve aksamalarının üretildiği tesisleri kapsayan metal sektörü gelişmiş olan İstanbul, Ankara, İzmir, Eskişehir, Konya ve Aydın gibi illerde de iş kazası riski yüksektir.

4.2.5. Risk haritasının inşaat sektörü özelinde değerlendirilmesi

Teknolojik gelişim ve nüfus artışı sebebiyle insanların bir arada yaşaması gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Günümüz teknoloji çağında yaşanan gelişim ve değişim hedeflerinin, insanların ihtiyaçlarını arttırma eğilimine yönelttiği bir gerçektir. Artan ihtiyaçların karşılanması gerekliliğini yerine getirme zorunluluğu, inşaat sektörü gibi diğer sektörleri doğrudan ve/veya dolaylı olarak etkileyen ve yaşam ortamları sunan sektörlerin etki sahasıyla mümkün olabilmektedir.

İnşaat sektörü, ortaya çıkardığı yüksek maliyetli eserler olan kentsel yapılar (hastane, okul vb.), otoyollar, altyapı projeleri, tünel ve viyadükler, fabrika ve enerji santralleri, barajlar vb. vasıtasıyla kentsel ve ulusal gelişim, insan ihtiyaçlarının karşılanması ve kaliteli yaşam alanlarının sunulması hususlarında oldukça önemli bir konumda bulunmaktadır. İnşaat sektöründe makineleşme artmasına rağmen insan gücü ve el emeği hala önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla, her ne kadar inşaat sektörü tarafından icra edilen eserler gelişim anlamında pozitif olarak karşılanırsa da ortaya konulan karmaşık projelerin insanlar tarafından gerçekleştiriliyor olması iş kazalarının yaşanmasına da sebep olmaktadır.

İnşaat sektöründe iş kazalarının diğer sektörlerle göre daha fazla önem arz etmesi, ölümcül iş kazalarına sebep olma potansiyelinin yüksek olması nedeniyledir. ILO verilerine göre inşaat sektöründe, dünyada her yıl altmış binin üzerinde ölümcül iş kazası yaşanmaktadır.

İş kazalarına etkisi en büyük sektörlerden biri olan inşaat sektörünün iş kazası anlamında Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da hazırlanan haritalara paralel bir eğilimde olduğu açıktır. SGK verilerine göre inşaat sektöründe yaşanan iş kazalarının Türkiye genelinde yaşanan iş kazalarına oranı 2010 yılında %10 seviyelerinde iken yıllar içerisinde %15 seviyesini aşmıştır. İş kazalarının yıllar içerisindeki artışıyla paralellik gösteren bu durum, inşaat sektöründeki negatif iş kazası profilinin toplam iş kazalarını doğrudan etkilediğini gösteren önemli bir ayrıntıdır. İnşaat sektörünün dinamik olduğu, inşaat projelerinin ve yatırımlarının yoğunlaştığı Marmara bölgesinde özellikle İstanbul ve çevresi, Akdeniz bölgesi, Ege bölgesi, İç Anadolu bölgesinde özellikle Ankara, Eskişehir ve Konya gibi illerde iş kazaları sıklıkla yaşanmaktadır. Benzer bir bakış açısıyla inşaat sektörünün gelişmediği ve/veya gelişim hızının düşük olduğu Hakkâri, Tunceli, Bayburt, Bitlis, Muş, Bingöl, Ağrı, Iğdır, Ardahan, Erzincan, Gümüşhane gibi doğu illerinde iş kazaları daha az yaşanmaktadır.

İş kazalarının artması işgücünün artmasıyla doğrudan ilgilidir. SGK verileri incelendiğinde inşaat sektöründe çalışan kişi sayısı 2010’dan sonra sürekli bir artış göstermiştir. İşgücünde yaşanan bu artış iş kazalarının da yıllar içerisinde artış göstermesine sebep olmuştur. İşgücünün en yoğun olduğu illerin iş kazası riskinin yüksek olması ve nihai sıralamada örneğin İstanbul, İzmir, Ankara, Bursa gibi illerin en riskli olarak tespit edilmesi de bu duruma örnek teşkil etmektedir.

Türkiye’de inşaat sektörünün toplam istihdam içerisindeki payı TÜİK verilerine göre 2010 yılından itibaren düzenli artış göstermiş 2018 sonu itibariyle toplam istihdam içerisindeki payı bir önceki yıla göre azalmıştır. Benzer şekilde SGK verilerine göre 2019 yılında inşaat sektöründeki işgücünde yaşanan daralma iş kazalarının azalmasına katkı sağlamıştır. Bu hususlar iş kazalarının 2010-2018 arasındaki artış ve 2019 yılındaki azalış eğilimiyle paralellik göstermektedir. Dolayısıyla bu durum hem inşaat sektöründeki iş kazalarının toplam iş kazası eğilimini hem de inşaat sektörünün istihdam kapasitesinin iş kazalarının olma riskiyle bağlantısını göstermektedir.

Bölgenin coğrafik yapısından dolayı hidroelektrik potansiyeli en yüksek bölgemiz olan Doğu Anadolu bölgesi başta olmak üzere Güneydoğu Anadolu bölgesi ve Doğu Karadeniz’de son dönemlerde hayata geçirilen baraj, hidroelektrik santrali, içme suyu ve sulama projeleriyle inşaat sektör performansı artan bir eğilime sahiptir. Ancak bölgedeki inşaat projelerinin ve kentsel gelişimin diğer bölgelere kıyasla daha düşük olması iş kazası risk haritasında doğu bölgelerinin risk düzeyinin düşük olmasını sağlamaktadır. Doğu Anadolu bölgesinde civar illere göre inşaat sektör performansı en çok artan illerin başında Erzurum gelmektedir. Bu durum, Erzurum’un etrafındaki illere göre risk düzeyinin yüksek olmasını açıklayan bir durumdur.

İllere göre konut satışlarıyla iş kazası riski arasında bağlantı kurmak da mümkündür. Konut ihtiyacının artması, ildeki inşaat projelerinin artmasını sağlamakta ve bu durum yeni konutların yapımı ve bu konutların satışını gerektirmektedir. TÜİK verilerine göre konut satışı en fazla olan İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Antalya, Konya, Mersin gibi iller ile çevresindeki illere göre konut satışı fazla olan Gaziantep, Erzurum, Samsun, Diyarbakır, Trabzon gibi illerde iş kazası riski yüksektir.

Kentsel gelişim, inşaat sektörü dinamizmiyle gerçekleşen sanayileşme, fabrikalaşma, şehirleşme hedeflerinin doğal bir sonucudur. Başka bir ifadeyle kentsel gelişim inşaat sektörünün gelişimiyle paralellik gösteren ve inşaat sektöründen bağımsız değerlendirilemeyen bir kavramdır. Hazırlanan risk haritalarına bakıldığında; Burdur, Niğde, Nevşehir, Kilis, Kastamonu, Çankırı, Tokat ve Amasya gibi çevresindeki illere göre kentleşmenin az olduğu, inşaat sektörü dinamizminin yavaş kaldığı ve kentsel gelişimin yavaş ilerlediği illerde risk düzeyi daha düşük olarak görülmektedir. Bu durum yukarıda da bahsedilen kentsel gelişimle paralellik gösteren bir sonuçtur. Benzer şekilde Akdeniz bölgesinde bulunan Burdur, etrafında bulunan Antalya gibi gelişmiş bir ile kıyasla kentsel gelişimi geri planda kalmış illerden biridir ki bu sebeple Burdur’da iş kazası riski daha az olarak tespit edilmiştir. Öte yandan iş kazası risk haritasına bakıldığında; Diyarbakır, Elâzığ, Adana, Kayseri, Gaziantep, Erzurum ve Trabzon illerinin iş kazası riskinin çevrelerindeki illere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum bu illerin kentsel gelişimlerinin yüksek olması, göç alan yapıda bulunmaları ve işgücü yoğunluklarının fazla olmasıyla paralellik gösteren bir diğer sonuçtur.

Inşaat sektörünün en canlı olduğu iller olan İstanbul, İzmir, Bursa, Ankara gibi iller koyu kırmızı renk altında gösterilmekte ve en riskli grupta yer almaktadırlar. Bu illerin inşaat sektörü özelinde ortak özelliği, kentsel gelişimin diğer illere göre daha hızlı olup göç alan konumda bulunmalarıdır çünkü bu tip illerde inşaat yatırımları hem kent merkezi içinde hem de il sınırlarında insan ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik olarak oldukça fazladır. İnşaat yatırımlarına bu tip illerde verilen önem, inşaat projelerinin bu

tip illerde yaygın olması ve süreklilik arz etmesi, projelerin tamamlanmasına kadar geçen süreçte iş kazası potansiyelini de arttıran bir durumdur.

Türkiye’de ekonomik etki sahasının büyümesi, kentlerdeki altyapı ve üstyapı ihtiyaçlarının giderilmesi adına inşaat sektörü yatırımları artmıştır. Ülke ihtiyaçlarının karşılanmasının inşaat yatırımlarından ayrı düşünülemeyeceği durumu ve özellikle gelişmiş kentlerdeki ihtiyaçların karşılanması gerekliliği, stokastik ve karmaşık inşaat projelerinin yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Hazırlanan risk haritasında koyu kırmızı ve kırmızı ile belirtilen illerin çoğunda yapılan inşaat projeleri, o illerde yaşayan nüfusa kaliteli bir yaşam sunulması adına oldukça karmaşık ve hayata geçirilmesi zor projelerdir. Örneğin İstanbul’da gerçekleştirilen Marmaray projesi, Çanakkale’deki 1915 Çanakkale köprüsü bahsedilen bu hususu açıklayan stokastik projelerden bazılarıdır.

Haritada dikkat çeken hususlardan biri de İç Anadolu bölgesinin yoğunluğunun normal risk düzeyi ve üzerinde riske sahip olduğudur. İç Anadolu bölgesi başta başkent Ankara olmak üzere son zamanlarda inşaat yatırımlarının en az Marmara bölgesi kadar ivme kazandığı bir bölgemizdir. Bu bölgemizde yapılan inşaat yatırımları, kentsel gelişimin yanı sıra bölge refahını da arttıran bir yapıdadır. Bu durum işgücü potansiyelini arttırırken iş kazası riskini de beraberinde getirmektedir. Benzer bir durum ise Hatay’dan başlayan ve Bartın’a kadar uzanan sahil kentlerinin ve etrafındaki kentlerin iş kazası riskinin yüksek olmasında da görülmektedir.

Inşaat sektörü dikkate alındığında toplam iş kazasını etkileyen bir diğer husus kentsel yapı stokudur. Türkiye illerindeki yapı stoku incelendiğinde, yapı stoku fazla olan iller İstanbul, İzmir, Ankara, Antalya, Kocaeli, Bursa, Adana gibi illerdir. İş kazası risk haritasında da bahsedilen bu iller koyu kırmızı ve kırmızı olarak belirtilmiştir ki bu durum yapı stokuyla paralellik göstermektedir.

Hazırlanan iş kazası risk haritası sadece inşaat sektörü değil iş kazalarının ciddi sorun teşkil ettiği tüm sektörler için kullanılabilir. Bu çalışmada hazırlanan harita ileriki çalışmalarda sadece belli sektörleri gözeterek, örneğin sadece inşaat sektörü iş kazası risk haritası hazırlanabilir. Ayrıca iş kazası risk haritası dikkate alınarak her bir sektör için ilgili sektör dinamiklerini gözetilen ilave tedbirler alınabilir. Örneğin inşaat sektörünün aktif olduğu, işgücünün yoğun olduğu illerde bölge özelliklerini dikkate alan iş kazalarını azaltıcı çözüm önerisi yaklaşımları geliştirilebilir. Bu bakımdan, iş kazalarını bölgesel kaygılar gözeterek azaltıcı çözüm önerisi geliştirme çalışmalarının yapılmasını hedef alan çalışmalar için bu çalışmada hazırlanan iş kazası risk haritası hem bir kaynak oluşturmakta hem de farklı bir bakış açısı sunmaktadır. Bu yönüyle ileriki çalışmalarda sadece inşaat sektörü ve bölgesel özellikleri dikkate alan iş kazası nedenleri araştırılarak daha detaylı sonuçların elde edilmesi mümkündür.

İş kazası bakımından riskli bulunan illerin, ilgili il özelinde değerlendirilmesi aşama 3’te yapılmıştır.

4.3. Aşama 2 sonuçları

Bu başlık altında Aşama 1’de en riskli olarak belirlenen Manisa, Antalya, İstanbul, İzmir, Ankara, Bursa, Kocaeli illerinin, 2010-2019 yıllarında meydana gelen iş kazaları dikkate alınarak sıralanması yapılmıştır. Aşama 2’de hedef alınan husus, Aşama 3’te nihai sıralamanın elde edilmesini sağlayan GST tekniğine sıralama girdileri elde etmektir. Bu doğrultuda 14 adet ÇKKV yöntemi kullanılarak 14 adet GST girdisi elde edilmiştir.

4.3.1. ENTROPY yöntemi sonuçları

ENTROPY yöntemi kullanılan ÇKKV problemlerinde başlangıç karar matrisine atanması gereken kriter ağırlığı değerlerinin tespit edilmesi adına kullanılmıştır. ENTROPY yöntemi işlem adımlarına ilişkin değerler ve kriter ağırlıkları Çizelge 4.7’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.8. ENTROPY yöntemi kriter ağırlıklarının hesabı

İş kazası yılı / İlgili matris	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Toplam	- 1,819	- 1,830	- 1,800	- 1,807	- 1,790	- 1,740	- 1,718	- 1,679	- 1,676	- 1,700
Ej	0,935	0,941	0,925	0,929	0,920	0,894	0,883	0,863	0,861	0,874
1-Ej	0,065	0,059	0,075	0,071	0,080	0,106	0,117	0,137	0,139	0,126
Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129

Tezde ağırlıklandırma hesabı yapılırken ilk bölümde PSI yönteminden, ikinci aşamada ise ENTROPY yönteminden yararlanılmıştır. PSI yönteminin aksine ENTROPY yöntemi, kriterler arası göreceli önemi belirlerken alternatiflerin yoğunlaştığı verilere odaklanmaktadır. Bir başka ifadeyle, ENTROPY yönteminde iş kazası miktarlarının fazla olduğu yıllar daha önemli, miktar bakımından az olan yıllar daha az önemli olarak tespit edilmektedir. Elde edilen nihai sıralamanın son yıllara odaklanıp uzlaşık çözüm üretmesi amacıyla ENTROPY yönteminin sunmuş olduğu kriterlerin ENTROPY etki değerleri yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşımda kriterin ENTROPY değeri ne kadar düşükse, alternatifler üzerindeki etkisi o kadar yüksektir. Bu yaklaşımla 2016-2019 yılları daha önemli, 2015 ve öncesi azalan bir etki seviyesiyle daha az önemli olarak tayin edilmiştir.

4.3.2. MAIRCA yöntemi sonuçları

MAIRCA P_{Ai} değeri alternatif sayısı 7 olduğundan 0,14286 olarak alınmıştır. MAIRCA yöntemi teorik ve gerçek derecelendirmeyi esas alan bir yaklaşımla alternatiflerin sıralamasını gerçekleştirmektedir. Bu yaklaşımda her bir alternatifin ilgili kriter altında en ideal ile gerçekte olan değeri arasındaki farktan yola çıkarak boşluk matrisi elde edilir. Bu mantığa göre ideal ile gerçek arasındaki boşluk azaldıkça

alternatifin performansı artmaktadır. MAIRCA yöntemi toplam boşluk matrisi Çizelge 4.8’de, MAIRCA sıralama vektörü ve nihai sıralaması Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. MAIRCA yöntemi toplam boşluk matrisi

İş kazası yılı / İl adı	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Antalya	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	42,5
Bursa	67,9	23,6	99,9	37,5	39,0	55,1	56,6	54,6	42,4	40,0
Ankara	4,6	2,9	6,5	24,8	34,8	54,1	69,2	82,5	88,7	94,7
Manisa	33,7	25,5	56,8	14,4	10,5	3,5	4,3	4,3	0,0	0,0
İzmir	75,4	51,1	63,6	84,5	80,1	104,2	107,9	148,8	197,8	137,3
İstanbul	76,5	80,9	103,4	386,5	546,6	876,1	1193,5	1867,4	2373,1	2028,6
Kocaeli	7,8	16,7	6,3	24,4	33,0	51,8	53,0	65,4	57,8	59,3

Çizelge 4.10. MAIRCA sıralama vektörü ve nihai sıralama

İl	Toplam Vektörü	Sıralama
Antalya	50,9828	1
Bursa	516,3692	5
Ankara	462,9005	4
Manisa	152,8967	2
İzmir	1050,7649	6
İstanbul	9532,6963	7
Kocaeli	375,4557	3

Çizelge 4.9 incelendiğinde ideal çözüm değerleri ile gerçekte var olan değerler arasındaki fark en az Antalya ve Manisa illerinde görülmektedir. Yöntem teorik ve gerçek derecelendirme arasındaki farkın az olmasına odakladığı için performansı yüksek olan alternatifler en az farka sahip ve problem çözümü için en uygun alternatifleri oluşturmaktadır. MAIRCA yönteminde alternatif performansının artması problem için en uygun çözüme yaklaşılmayı sağlamaktadır. Bu anlamda Çizelge 4.10’da verilen seçim vektörü incelendiğinde Antalya 1. ve Manisa 2. en iyi alternatif olarak, bir başka ifadeyle diğer illere kıyasla daha az iş kazası riski bulunan iller olarak tespit edilmiştir. Yöntemin sonuçlarına göre sırasıyla İstanbul, İzmir ve Bursa en riskli iller olarak tayin edilmiştir.

4.3.3. MOORA yöntemi sonuçları

MOORA yönteminde alternatifler ilgili kriter altında bütünsel bir yaklaşımla değerlendirilmektedir. İş kazalarının daha az olması minimize edilme yaklaşımını ortaya çıkarmaktadır. MOORA yönteminde optimum sonuçlara ulaşırken kullanılan verilerin minimum olması isteniyorsa minimum referans noktaları belirlenerek alternatiflerin

sıralanması gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem kümülatif toplam mantığına uygun hareket eden bir algoritmaya sahiptir. Dolayısıyla MOORA yönteminde İstanbul'un en riskli il, Antalya'nın ise değerlendirilen iller içerisinde en az riskli il olarak tespit edilmesi muhtemeldir. Bahsedilenler doğrultusunda hazırlanan MOORA yöntemi toplam ağırlık matrisi ve sıralama Çizelge 4.11'de, MOORA sıralama vektörü ve nihai sıralaması Çizelge 4.12'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.11. MOORA yöntemi ağırlıklandırılmış minimizasyon - maksimizasyon fark matrisi

İl Adı	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Antalya	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0095
Bursa	0,02 62	0,01 51	0,033 8	0,011 2	0,0109	0,015 2	0,014 7	0,0133	0,009 2	0,0091
Ankara	0,00 50	0,00 39	0,006 6	0,008 5	0,0101	0,015 0	0,016 7	0,0175	0,015 5	0,0165
Manisa	0,01 76	0,01 58	0,024 7	0,005 8	0,0042	0,001 9	0,002 0	0,0018	0,0	0,0
İzmir	0,02 77	0,02 35	0,026 4	0,018 7	0,0174	0,022 6	0,022 1	0,0255	0,026 0	0,0209
İstanbul	0,02 80	0,03 03	0,034 5	0,044 8	0,0530	0,075 9	0,087 1	0,1065	0,107 2	0,0975
Kocaeli	0,00 71	0,01 22	0,006 5	0,008 4	0,0097	0,014 6	0,014 0	0,0150	0,011 5	0,0121

Çizelge 4.12. MOORA sıralama vektörü ve nihai sıralama

	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli
Sıralama Vektörü	0,0120	0,1586	0,1153	0,074	0,231	0,665	0,1112
Sıralama	1	5	4	2	6	7	3

Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12 birlikte incelendiğinde Antalya ve Manisa illerinin etki düzeyinin düşük bir başka ifadeyle iş kazasına sebebiyet riski düşük olduğu görülmektedir. MOORA sonuçlarına göre En riskli iller sırasıyla İstanbul, İzmir ve Bursa olarak tayin edilmiştir.

4.3.4. WASPAS yöntemi sonuçları

WASPAS yöntemi, ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım modellerinin birleşimini kullanarak optimum alternatif sıralaması elde etmektedir. Bu iki yaklaşımın bir sonucu olarak alternatifin sıklık değeri ne kadar yüksek olursa, o alternatif daha az tercih edilen konumundadır. Ele alınan problemde iş kazalarının az olması tercih edildiğinden tıpkı

MOORA yöntemi gibi kümülatif yaklaşıma benzer sonuçlar üretmektedir. Dolayısıyla WASPAS yönteminin algoritması da MOORA yönteminin sonuçlarına benzer veya aynı sonuçlar üretmektedir. Bahsedilenler doğrultusunda hazırlanan WASPAS yöntemi sonuçları, önemli işlem adımları ve sıralama Çizelge 4.13'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.13. WASPAS yöntemi sonuçları

İl / İlgili Matris	İşlem Adımı	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli
Ağırlıklı Normalize edilmiş matris (WSM)	Toplam Vektörü	0,923	0,4742	0,5015	0,7563	0,3456	0,1495	0,5118
Görelî Önem Matrisi (WPM)	Çarpım Vektörü	0,9178	0,4439	0,4992	0,6822	0,3361	0,1477	0,5084
Sıralama Katsayısı	Qi Lambda 0,5 olarak alındı.	0,9237	0,4591	0,5004	0,7193	0,3408	0,1486	0,5101
Sıralama	Sıralama	1	5	4	2	6	7	3

Çizelge 4.13 incelendiğinde ağırlık toplam ve ağırlıklı çarpım matrisleri doğrultusunda elde edilen sıralama katsayıları 1'e yaklaştıkça ilgili alternatifin en iyi alternatif olma potansiyeli artmaktadır. WASPAS yönteminin bu yaklaşımı nedeniyle sonuçlar MOORA yöntemiyle aynı olarak tespit edilmiştir. WASPAS yöntemi sonuçlarına göre iller riskliden daha az riskliye doğru sırasıyla İstanbul, İzmir, Bursa, Ankara, Kocaeli, Manisa ve Antalya olarak sıralanmıştır.

4.3.5. VIKOR yöntemi sonuçları

VIKOR yöntemi WASPAS, MOORA vb. ÇKKV yöntemlerinin aksine, alternatiflerin sıralamasını yaparken ilgili alternatifin tutarlılığı ve kararlılığı üzerinden bir yaklaşıma sahiptir. VIKOR yöntemi, ilgili alternatifin yıllar içerisindeki performansını ölçerken ilgili alternatifin miktarına değil etki seviyesine ve yıllar içerisindeki tutarlılık ve kararlılık argümanlarına odaklanmaktadır. Başka bir ifadeyle VIKOR yöntemi, ele alınan alternatifin değerlendirilen grup içerisindeki maksimum kararlılığına ve minimum tutarsızlığına göre bir sıralama elde etmektedir. Bahsedilenler doğrultusunda hazırlanan VIKOR yöntemi işlem adımı sonuçları ile nihai VIKOR sıralaması Çizelge 4.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. VIKOR yöntemi sonuçları

İl	Si	Ri	Qi	Sıralama	
Antalya	0,01598	0,01267	0,0000	1	Nü değeri 0,8 olarak alınmıştır. C1 ve C2 testleri tutarlı olarak tespit edilmiştir.
Bursa	0,28705	0,07517	0,3170	5	
Ankara	0,17391	0,02314	0,1446	2	
Manisa	0,15239	0,055	0,1763	4	
İzmir	0,38827	0,06648	0,3858	6	
İstanbul	1	0,14208	1,0000	7	
Kocaeli	0,17609	0,02461	0,1486	3	

Çizelge 4.14 incelendiğinde, Ankara'nın en az riskli 2. İl, Manisa'nın ise en riskli 3. il olarak tespit edildiği görülmektedir. Bu sonuç VIKOR algoritmasına göre muhtemeldir ancak böyle bir sıralamanın elde ediliyor olması dikkat çekicidir. VIKOR yöntemi iş kazası sıklığı tutarsız ve değişken olan, kararlılığı düşük ve görece olarak iş kazası yüksek olan alternatifleri daha riskli olarak tayin etmektedir. Yöntemin bu şekilde verileri tarıyor olması ve sıralamanın bu esas üzerine kuruluyor olması VIKOR yönteminde elde edilen nihai sıralamanın farklı olmasına sebep olmuştur. Yöntemin Manisa'yı daha riskli olarak tespit etmesi özellikle Manisa'nın yıllar içerisinde değişken iş kazası miktarlarına sahip olması ve dolayısıyla kararlılığının düşük, tutarsızlığının yüksek olmasıyla ilgilidir. Manisa'nın görece olarak iş kazası sıklığının artan eğilimi ve yaşanan iş kazaları da dikkate alındığında yöntemin Manisa'nın iş kazası riskinin yüksek olduğunu ön plana çıkarması oldukça önemlidir. VIKOR yöntemi sonuçlarına göre iller riskliden daha az riskliye doğru sırasıyla İstanbul, İzmir, Bursa, Manisa, Kocaeli, Ankara ve Antalya olarak sıralanmıştır. VIKOR yönteminde elde edilen sıralamaya ilişkin C1 ve C2 tutarlılık testleri yapılmıştır. Bu test sonuçlarına hem C1 hem de C2 tutarlı olarak tespit edilmiş olup elde edilen sıralamanın kararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.3.6. PROMETHEE II yöntemi sonuçları

PROMETHEE II yöntemi sıralama yaklaşımı, alternatiflerin diğer alternatiflerle ilgili kriterler altında karşılıklı olarak değerlendirilmesi prensibine dayanmaktadır. PROMETHEE II yönteminde alternatifin tek başına değerlendirilmeyip diğer alternatiflerle kıyaslandıktan sonra değerlendirilip sıralamanın elde ediliyor olması nedeniyle alternatifin diğer alternatiflere baskınlığı ve alternatifin ele alınan alternatif grubundaki baskınlığı önem arz etmektedir. Her bir alternatifin ikili karşılaştırılması PROMETHEE fonksiyonlarıyla sağlanmaktadır. Bu çalışmada Denklem 2.27, 2.28 ve 2.29 da belirtilen gündelik yaşam problemlerinin çözümünde kullanılan tercih fonksiyonlarından yararlanılmıştır. Alternatiflerin ikili kıyaslanması sonucu her bir alternatifin tercih fonksiyonu belirlenmiş ve referans matrisi elde edilmiştir. Bahsedilendiler doğrultusunda; PROMETHEE II yöntemi referans matrisi Çizelge 4.15'te, sıralama sonucu ise Çizelge 4.16'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.15. PROMETHEE II referans matrisi

	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli	Φ^+
Antalya	0	0,27163	0,15793	0,15239	0,37229	0,98402	0,16011	2,098
Bursa	0,00055	0	0,02650	0,00142	0,61173	0	0,00922	0,649
Ankara	0	0,13965	0	0,09434	0,21436	0,82609	0,02188	1,296
Manisa	0,01598	0,13609	0,11587	0	0,2359	0,84762	0,0965	1,448
İzmir	0,6117	0,01659	0	0	0	0,61173	0	1,240
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0
Kocaeli	0	0,1202	0,0197	0,0727	0,2122	0,8239	0	1,249
Φ^-	0,62826	0,68414	0,32001	0,32089	1,64645	4,09337	0,28766	

Çizelge 4.16. PROMETHEE II yöntemi sonuçları

İl	Φ^+	Φ^-	$\Phi(a)$	Sıralama
Antalya	2,098363	0,628261	1,470102	1
Bursa	0,64943	0,684136	-0,034706	5
Ankara	1,296326	0,320007	0,97632	3
Manisa	1,447882	0,320893	1,126989	2
İzmir	1,240048	1,646448	-0,406399	6
İstanbul	0	4,093365	-4,093365	7
Kocaeli	1,248722	0,287661	0,96106	4

Çizelge 4.15 incelendiğinde alternatiflerin kendi içerisinde değerlendirildiği ve her bir alternatife ait pozitif ve negatif üstünlükler görülmektedir. PROMETHEE sıralama fonksiyonu illerin sıralanmasının tayininde kullanılmaktadır. PROMETHEE sıralama fonksiyonu pozitif ve negatif üstünlük arasındaki farkla belirlenmektedir. PROMETHEE sıralama fonksiyonu yükseldikçe alternatifin seçilebilirliği artmaktadır. Çizelge 4.16 incelendiğinde en yüksek değere sahip iller Antalya ve Manisa'dır. Bu iller PROMETHEE yönteminde en az riskli iller olarak tayin edilmiştir. Yöntem sonuçlarına göre en riskli iller ise İstanbul, İzmir ve Bursa olarak tespit edilmiştir. PROMETHEE II yönteminde örneğin MOORA ve WASPAS yöntemlerine göre Kocaeli ve Ankara'nın farklı sıralarda olduğu görülmektedir. Ayrıca PROMETHEE yöntemi sonuçları Manisa'nın en az riskli 2. il olduğunu desteklemekte ancak VIKOR yöntemi sonuçlarıyla da farklılık göstermektedir. PROMETHEE yöntemi aslında iş kazası sıklığı yüksek olan ve iş kazası miktarı yüksek olan illeri riskli olarak tayin etmektedir ancak PROMETHEE II yönteminde sıralama hesabı yapılırken ikili kıyaslamalar da dikkate alınmaktadır. Bu sebeple yöntem sadece kümülatif yoğunluğa ve sıklığa değil aynı zamanda VIKOR yönteminde olduğu gibi yıllar arası etkileşimleri ve ilgili alternatifin yıllar içerisindeki performansını da dikkate almaktadır. Bu sebeple PROMETHEE II yöntemi sonuçlarına göre 2010-2019 yılları arasında Kocaeli ilinin iş kazası potansiyeli Ankara iline göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

4.3.7. GRA yöntemi sonuçları

GRA yöntemi sıralama eldesinde alternatif ve ideal alternatif arasındaki korelasyon dikkate alınmaktadır. GRA algoritması, ayrı veri kümelerini bütünsel bir yaklaşımla değerlendirmektedir. Alternatifler arasındaki korelasyonun dikkate alınmaması sebebiyle yöntemin PROMETHEE II yöntemine benzer sonuçlar üretmesi muhtemeldir. GRA yönteminde karar matrisi normalize edildikten sonra bahsedilen korelasyonu dikkate alan gri ilişkisel sapma sırası matrisi ve katsayı matrisi elde edilmektedir. Bu doğrultuda, GRA yöntemi sapma sırası matrisi ve gri ilişkisel katsayı matrislerinden elde edilen gri rasyonel derece ve sıralama Çizelge 4.16'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.17. GRA yöntemi sonuçları

İl Adı	Gri rasyonel derece	Sıralama
Antalya	0,979179118	1
Bursa	0,652020862	5
Ankara	0,742010207	3
Manisa	0,78794297	2
İzmir	0,561061076	6
İstanbul	0,333333333	7
Kocaeli	0,728445081	4

GRA yöntemi de tıpkı PROMETHEE II yöntemi gibi, alternatiflerin korelasyonu ve alternatiflerin ele alınan alternatif grubu içerisindeki ikili kıyaslanmaları ve her bir alternatifin önem derecesinin tespit edilmesi esasıyla çözümler üretmektedir. Dolayısıyla Çizelge 4.17 incelendiğinde sıralamanın PROMETHEE II yöntemiyle aynı olduğu görülmektedir.

4.3.8. OCRA yöntemi sonuçları

Karar probleminin bir zaman içerisindeki performansının belirlenmesi gerektiğinde kullanılabilen yapısı ve göreceli performans ölçüm algoritmasıyla OCRA yöntemi sıralama esası PROMETHEE II ve GRA yöntemlerine benzemektedir. OCRA metodunda PROMETHEE II yönteminden farklı olarak doğrusal bir sıralama yapılmaktadır, bu anlamda OCRA yönteminin sıklıkların yoğunluğuna odaklanan MOORA, MAIRCA gibi yöntemlerle de benzerliğinin olduğunu söylemek mümkündür. Bahsedilenler doğrultusunda OCRA yöntemi sonuçları ve sıralaması Çizelge 4.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. OCRA yöntemi sonuçları

	I_i'	I_i''	O_i'	O_i''	P_i	Sıralama
Antalya	5,9407682	5,0088645	0	0	5,0088645	1
Bursa	4,5128355	3,5809318	0	0	3,5809318	5
Ankara	5,0880153	4,1561116	0	0	4,1561116	3
Manisa	5,2084068	4,2765032	0	0	4,2765032	2
İzmir	4,010776	3,0788723	0	0	3,0788723	6
İstanbul	0,9319037	0	0	0	0	7
Kocaeli	5,0734708	4,1415671	0	0	4,1415671	4

OCRA yönteminde maksimum ve minimum kriterler üzerinden sıralama vektörü elde edilmektedir. Ele alınan problemde iş kazalarının bütün yıllarda minimum olması gerektiğinden dolayı tabloda maksimum olarak belirtilen O' ve O'' değerleri 0 olarak kabul edilmiştir. Çizelge 4.18 incelendiğinde OCRA yönteminin GRA yöntemine yakın

bir algoritmaya sahip olması sebebiyle OCRA yönteminden elde edilen sıralamanın GRA yöntemiyle aynı olduğu tespit edilmiştir.

4.3.9. EDAS yöntemi sonuçları

EDAS yöntemi sıralama hesabı algoritması ele alınan veri grubunun ilgili kriter altında ortalama referansını belirledikten sonra bu referans noktası üzerinden pozitif ve negatif olmak üzere iki uzaklığa odaklanmaktadır. Bu uzaklıklar ilgili problemde ele alınan alternatifin en optimum alternatife göre konumunu belirlemektedir. Pozitif ve negatif EDAS uzaklıkları her bir kriterin ağırlığıyla çarpılarak matris forma dönüştürülür. Ortalamadan pozitif uzaklık matrisinden SP_i , ortalamadan negatif uzaklık matrisinden NP_i vektörleri elde edilir. EDAS yöntemi sıralama vektörü, ele alınan alternatifin ideal çözüme en yakın olması gerekliliği üzerinden sonuçlar üretmektedir. Bir başka ifadeyle iş kazasının yıllar içerisindeki artış eğilimi ve her bir iş kazası yılında ilgili alternatif ilin sebep olduğu iş kazası miktarı arttıkça EDAS sıralama vektörünün de 1 değerine yaklaşması beklenmektedir. Bu doğrultuda hazırlanan ortalamadan pozitif ve negatif uzaklık matrislerinden elde edilen EDAS yöntemi sonuçları ile sıralama Çizelge 4.19’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.19. EDAS yöntemi sonuçları

	SP_i	SN_i	NSP_i	NSN_i	AS_i	Sıralama
Antalya	0,5885	0	1	1	1	1
Bursa	0,20986	0,0763	0,3566	0,9508	0,6537027	5
Ankara	0,2524	0	0,42895	1	0,7144739	4
Manisa	0,43521	0,0261	0,7396	0,9832	0,8613861	2
İzmir	0,01091	0,1163	0,0185	0,9249	0,4717367	6
İstanbul	0	1,5494	0	0	0	7
Kocaeli	0,27123	0	0,4609	1	0,7304650	3

Çizelge 4.19 incelendiğinde EDAS yöntemi sıralamasının bahsedilen iş kazası eğilimi ve iş kazası miktarına odaklanan yaklaşımı nedeniyle EDAS yöntemi ile sıralaması MAIRCA, MOORA ve WASPAS yöntemleriyle aynı olarak tespit edilmiştir.

4.3.10. COPRAS yöntemi sonuçları

COPRAS yöntemi, OCRA yöntemi gibi optimum sonuca ulaşmada maksimizasyon ve minimizasyon yaklaşımlarını kullanmaktadır. COPRAS yöntemi doğrudan sıklıklara ve ilgili kriterin miktarına odaklandığından dolayı, COPRAS yönteminin illerde meydana gelen kayıtlı iş kazası miktarlarının kümülatif sonuçlarına benzer bir sonuç üretmesi muhtemeldir. Bu yönüyle COPRAS yönteminde, kümülatif en az iş kazasının yaşadığı Antalya’nın en az riskli en iyi tercih, en fazla iş kazasının kaydedildiği İstanbul’un ise en riskli en kötü tercih olarak hesaplanması gerekmektedir. COPRAS yöntemi sonuçları Çizelge 4.20’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.20. COPRAS yöntemi sonuçları

	Si+	Si-	Qi	Pi	Sıralama
Antalya	0	0,0587935	0,2617443	100	1
Bursa	0	0,1237746	0,1243298	47,500461	5
Ankara	0	0,1067982	0,1440929	55,050997	4
Manisa	0	0,0844084	0,1823143	69,653595	2
İzmir	0	0,1579137	0,0974511	37,231395	6
İstanbul	0	0,3642019	0,0422537	16,143104	7
Kocaeli	0	0,1041097	0,147814	56,472645	3

İş kazalarının minimum olması prensibi ve bütün iş kazası yıllarının minimum olması gerekliliği sebepleriyle COPRAS yönteminde de OCRA yönteminde olduğu gibi maksimize edilen kriterlerin oluşturduğu vektör Si+ her bir il için 0'dır. COPRAS yönteminde Qi ara işlem değeri hesaplandıktan sonra her bir alternatifin tercih edilebilirliğinin ölçüsü olan Pi belirlenmektedir. Çizelge 4.20 incelendiğinde COPRAS yöntemi algoritması gereği sonuçların tutarlılığı olduğu ve en az riskli ilin Antalya, en riskli ilin ise İstanbul olduğu tespit edilmiştir.

4.3.11. TOPSIS yöntemi sonuçları

TOPSIS yöntemi, alternatiflerin sıralaması yaklaşımında çok geleneksel bir ÇKKV bakış açısına sahiptir. TOPSIS yönteminin çözüm mantığı en iyi alternatife ilgili kriterin gereği doğrultusunda odaklanmaktadır. Bu sebeple TOPSIS yöntemi alternatifleri sıralarken, alternatifin ele alınan problemde en tercih edilebilir ve kabul edilebilir limitlere sahip olmasına dikkat etmektedir. TOPSIS yönteminin en temel yaklaşımı olan optimum tercihin ideale en yakın ve ideal olmayana en uzak olarak seçilmesi, ele alınan iş kazası probleminde iş kazalarının sadece kümülatif toplam miktar olarak değil her bir yıl için iş kazası miktarının değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bir başka ifadeyle, TOPSIS yöntemi her bir alternatifin kümülatif katkısına değil her bir iş kazası yılındaki toplam iş kazasına etkisine odaklanmaktadır. Bahsedilen bu hususlar TOPSIS yöntemi pozitif ve negatif ideal ölçütlerinin hesaplanması ve alternatiflerin sıralanmasını sağlayan ideal çözüme yakınlık katsayısı yardımıyla hesaplanmaktadır. TOPSIS yönteminde ideal çözüme yakınlık arttıkça alternatifin baskınlığı artmaktadır. Dolayısıyla en yüksek ideal çözüm katsayısına sahip alternatifin optimum en iyi tercih olması gerekmektedir. Bahsedilenler doğrultusunda hesaplanan pozitif ve negatif ideal ölçütleri, ideal çözüme yakınlık katsayısı ve TOPSIS yöntemi sıralaması Çizelge 4.21'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.21. TOPSIS yöntemi sonuçları

	S_i^+	S_i^-	P_i	Sıralama
Antalya	0,009863471	0,22600772	0,958182809	1
Bursa	0,055583438	0,19533812	0,778482811	5
Ankara	0,039766734	0,19157246	0,828102045	4
Manisa	0,035071108	0,22135951	0,86323354	2
İzmir	0,073684807	0,167755586	0,694811601	6
İstanbul	0,231035729	0	0	7
Kocaeli	0,036353019	0,196589626	0,843940044	3

Çizelge 4.21 incelendiğinde illerin risk sıralaması riskliden daha az riskliye doğru İstanbul, İzmir, Bursa, Ankara, Kocaeli, Manisa ve Antalya olarak tespit edilmiştir. Kümülatif toplamlara bakıldığında 153240 iş kazasıyla en fazla iş kazası görülen 3. il olan Ankara 4. sırada, 139863 iş kazasıyla 4. sırada olan Kocaeli 5. sırada, 137024 iş kazasıyla 5. sırada yer alan Bursa ise 3. en riskli il olarak hesaplanmıştır. Bu durum yöntemin sıralama yaparken ilgili alternatifin yıllar içerisindeki kümülatif toplam iş kazasına değil her bir iş kazası yılındaki verilerine odaklanması sebebiyledir. Ayrıca TOPSIS yöntemi sonuçları EDAS ve MAIRCA yöntemi sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir.

4.3.12. CoCoSo yöntemi sonuçları

CoCoSo yönteminde nihai sıralama, karar matrisinin hem ağırlıklı toplam hem de eksponansiyel formlarında normalize edildikten sonra her bir alternatifin sıralanmasını sağlayan değerlendirme katsayılarının elde edilmesiyle hesaplanmaktadır. Bu doğrultuda hesaplanan CoCoSo yöntemi sonuçları ve final sıralaması Çizelge 4.22’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.22. CoCoSo yöntemi sonuçları

	K_{ia}	Sıralama	K_{ib}	Sıralama	K_{ic}	Sıralama	K	Final Sıralama
Antalya	0,1745	1	109,7	1	1	1	41,753	1
Bursa	0,1609	5	101,1	5	0,922	5	38,742	5
Ankara	0,1692	2	106,3	2	0,969	2	40,590	2
Manisa	0,1689	4	106,2	4	0,9686	4	40,541	4
İzmir	0,1574	6	98,9	6	0,9019	6	37,965	6
İstanbul	0	7	0	7	0	7	0	7
Kocaeli	0,1691	3	106,3	3	0,9691	3	40,5603	3

Çizelge 4.22 incelendiğinde illerin en riskliden en az riskliye doğru sırasıyla İstanbul, İzmir, Bursa, Manisa, Kocaeli, Ankara ve Antalya olarak sıralandığı

görülmektedir. Bu sonuç VIKOR yöntemi sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. CoCoSo yöntemi birleşik uzlaşmacı çözümler üretmeye odaklanan ÇKKV yöntemlerinden biri olarak GRA yönteminin karşılaştırılabilirlik ilkesiyle, WASPAS yönteminin çarpımsal yaklaşımına benzerlik gösteren bir algoritmaya sahiptir. CoCoSo yönteminin bir diğer özelliği ise nihai sıralama katsayılarının elde edildiği vektör oluşturulurken farklı toplama stratejilerini algoritmasında barındırmasıdır. Yöntemin bu özelliği sayesinde, her bir alternatifin göreceli önem dereceleri hem ikili karşılaştırmalar hem de değerlendirilen alternatif grup içerisindeki konumu göz önüne alınarak hesaplanabilmektedir. Bir başka ifadeyle CoCoSo yöntemi, diğer yöntemlerin aksine alternatif tercihini yaparken değişken nitelikteki, artış eğilimi yüksek olan alternatifin daha az tercih edilebilir olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca CoCoSo yöntemi, tercih edilebilirliği en düşük alternatifleri belirlerken ele alınan alternatiflerin problem üzerindeki etki seviyelerine göre de bir sıralama sunmaktadır. Dolayısıyla bu durum ele alınan iş kazası probleminde değişken iş kazası miktarına sahip olan Manisa ilinin, Ankara ve Kocaeli ilini geride bırakarak en riskli 4.il olmasını, İstanbul ve İzmir gibi sık ve miktar olarak çok fazla iş kazası kayıtları tutulan illerin de en riskli iller olarak hesaplanmasını açıklamaktadır.

4.3.13. PSI yöntemi sonuçları

PSI yöntemi işlem adımlarına ilişkin yapılan özet sonuçlar Çizelge 4.23'te bir araya getirilmiştir.

Çizelge 4.23. PSI yöntemi işlem adımlarına ilişkin sonuçlar

İş Kazası Yılı / İlgili Matris	İşlem Adımı	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Normalize Matris	Ortalama Değer	0,6 55	0,5 68	0,6 24	0,4 37	0,4 11	0,3 77	0,3 58	0,3 35	0,3 32	0,3 40
[Nij-N] ² Matrisi	Tercih Varyasyo n Değeri	0,6 95	0,4 88	0,7 13	0,4 33	0,4 48	0,5 02	0,5 18	0,5 47	0,5 50	0,5 28
	Varyasyo ndaki Sapma Değeri	0,3 05	0,5 12	0,2 87	0,5 67	0,5 52	0,4 98	0,4 82	0,4 53	0,4 50	0,4 72
	Ağırlıklar	0,0 67	0,1 12	0,0 63	0,1 24	0,1 21	0,1 09	0,1 05	0,0 99	0,0 98	0,1 03

Çizelge 4.23 incelendiğinde, PSI yönteminin diğer yöntemlerin aksine kriterler arası göreceli önemin saptanmadığı durumlarda kendi ağırlık katsayılarıyla sıralama hesabı yaptığı görülmektedir. Çizelge 4.23'e bakıldığında PSI yönteminin en az önem verdiği iş kazası yılı 2010 olarak belirlenmiştir. Bu durum 2010 yılında iş kazası miktarlarının oldukça düşük ve iller arası iş kazası miktarı varyasyon değerinin düşük olmasıyla açıklanabilir. Benzer şekilde iş kazası miktarının ciddi artış gösterdiği 2011, 2013 ve 2014 yılları ile 2019-2015 arası dönem önem derecesi yüksek olarak tespit edilmiştir. PSI yöntemi alternatiflerin ilgili kriter altındaki sapmaları üzerinden bir ağırlık tayini yapmaktadır. Bir başka ifadeyle PSI yönteminde kriterin önemini belirleyen husus, ilgili kriterin varyasyonudur. PSI yöntemi alternatiflerin birbirine göre sapmalarının fazla olduğu kriterleri daha önemli olarak değerlendirmektedir. Bu sebeple bahsedilen yılların önem katsayıları daha yüksek olarak hesaplanmıştır. PSI yönteminde alternatifler sıralanırken, ilgili kriterin ağırlığının varyasyon mantığıyla hesaplanmasından dolayı alternatifler iş kazası miktarının değişimi, artış eğilimleri ve ele alınan yıllar arası iş kazası trendi dikkate alınarak tercih edilebilirlik sıralamasına tabi tutulmaktadır. Dolayısıyla PSI yönteminde iş kazası miktarı yüksek iller ile 2010-2019 arası iş kazası trendi yüksek olan illerin daha riskli olarak tespit edilmesi gerekmektedir. PSI yöntemi illerin risk sıralaması Çizelge 4.24'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.24. PSI yöntemi sonuçları

İl Adı	Tercih Seçimi İndeksi	Sıralama
Antalya	0,166706199	1
Bursa	0,409322573	5
Ankara	0,303029341	3
Manisa	0,301714728	2
İzmir	0,506695093	6
İstanbul	1	7
Kocaeli	0,318872022	4

PSI yönteminde iller sıralanırken tercih seçim indeksi en düşük olan il en tercih edilebilir il olarak belirlenmektedir. Dolayısıyla tercih seçim indeksi düşük olan ilin iş kazası riskinin diğer illere göre daha düşük olduğunu söylemek mümkündür. Çizelge 4.24 incelendiğinde PSI yöntemi sonuçlarının OCRA, GRA ve PROMETHEE II sıralamasına benzerlik gösterdiği ve illerin riskliden daha az riskliye doğru sırasıyla İstanbul, İzmir, Bursa, Kocaeli, Ankara, Manisa ve Antalya olarak sıralandığı görülmektedir. PSI yönteminin bahsedilen alternatifin yıllar içerisindeki performansını değerlendiren algoritması Kocaeli ilini Ankara ilinden daha riskli olarak belirlenmesine sebep olmuştur.

4.3.14. ARAS yöntemi sonuçları

ARAS yöntemi alternatiflerin sıralamasını yaparken maksimum fayda prensibiyle hareket etmektedir. Bir başka ifadeyle alternatifin ele alınan veri grubundaki performansı ideal alternatife benzerliğiyle ilgilidir. ARAS yöntemi sonuçları Çizelge 4.25'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.25. Aras yöntemi sonuçları

İl Adı	Si	Ki	Sıralama
Maks/Min	3,64262E-09	1	
Antalya	3,62518E-09	0,995212908	1
Bursa	9,31677E-10	0,255771362	5
Ankara	2,03877E-09	0,559699994	2
Manisa	1,19481E-09	0,32800952	4
İzmir	8,25561E-10	0,226639584	6
İstanbul	6,43549E-10	0,17667206	7
Kocaeli	1,68937E-09	0,463778599	3

ARAS yönteminde, alternatifin ele alınan problem üzerindeki negatif etkisi yüksek ise tercih edilebilirliği düşüktür. Aksine, alternatifin ideal veya istenen duruma uyumu yüksek ise tercih edilebilirliği yüksektir. ARAS yöntemi bu ilkeleri ideal çözüme oransal benzerlik yaklaşımıyla algoritmasında barındırmaktadır. Bu çalışmada ele alınan problemde ARAS yöntemi, iş kazası miktarının az olması istendiğinden dolayı öncelikle ilgili iş kazası yılında en az iş kazası görülen ili tespit etmektedir. Her bir iş kazası yılında en az iş kazası görülen ile ve yaşanan iş kazası miktarına göre oransal bir ilişki kurmakta ve alternatifin yıllar içerisindeki veri sapmalarına odaklanmaktadır. ARAS yönteminde fayda ölçüsü (Ki) hesaplanarak ilgili alternatifin ele alınan problem üzerindeki etkisiyle tercih edilebilirlik sıralaması elde edilmektedir. ARAS yönteminde alternatifin fayda ölçüsünün yüksek olması ele alınan problem üzerindeki negatif etkisinin düşük ve tercih edilebilirliğinin yüksek olması anlamına gelmektedir. Bu yönleriyle yöntem VIKOR yöntemi ilkelerine benzerlik göstermektedir. Bu bakış açısıyla Çizelge 4.25 incelendiğinde elde edilen sıralamanın VIKOR ve CoCoSo yöntemleriyle benzer olduğu illerin riskliden daha az riskliye doğru sırasıyla İstanbul, İzmir, Bursa, Manisa, Kocaeli, Ankara ve Antalya olarak sıralandığı görülmektedir.

4.3.15. ELECTRE I yöntemi sonuçları

ELECTRE I yöntemi alternatifleri sıralarken, uyumluluk-uyumsuzluk veya seçme-eleme mantığıyla hareket etmektedir. ELECTRE I yönteminde sadece alternatifin veri grubu içerisindeki performansı değil aynı zamanda ele alınan alternatifin diğer alternatiflere göre kıyaslanmasından elde edilen göreceli performans da önemlidir. ELECTRE I yöntemi bu kıyaslamayı yaparken uyum, uyumsuzluk ve baskınlık matrislerini kullanmaktadır. Bahsedilenler doğrultusunda oluşturulan uyum aralığı

matrisi Çizelge 4.26’da, uyumsuzluk aralığı matrisi Çizelge 4.27’de ve baskınlık matrisi ise Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Uyum aralığı matrisi

	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli
Antalya	0	0,129	0	0,272	0	0	0
Bursa	0,871	0	0,468	0,939	0,077	0	0,588
Ankara	1,000	0,532	0	0,796	0	0	0,872
Manisa	0,728	0,061	0,204	0	0	0	0,204
İzmir	1,000	0,923	1,000	1,000	0	0	1,000
İstanbul	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0	1,000
Kocaeli	1,000	0,412	0,128	0,796	0	0	0

Çizelge 4.27. Uyumsuzluk aralığı matrisi

	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli
Antalya	0,0	0,0338	0,0175	0,0247	0,0278	0,107	0,0151
Bursa	0,00042	0,0	0,0074	0,0007	0,0168	0,098	0,00293
Ankara	0,0	0,0272	0,0	0,0181	0,0228	0,092	0,0084
Manisa	0,00955	0,0133	0,017	0,0	0,02601	0,107	0,0133
İzmir	0,0	0,0075	0,0	0,0	0,0	0,081	0,0
İstanbul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kocaeli	0,0	0,0273	0,004	0,0183	0,0207	0,096	0,0

Çizelge 4.28. Baskınlık matrisi

	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli
Antalya	0	0	0	0	0	0	0
Bursa	1	0	0	1	0	0	1
Ankara	1	0	0	1	0	0	1
Manisa	1	0	0	0	0	0	0
İzmir	1	1	1	1	0	0	1
İstanbul	1	1	1	1	1	0	1
Kocaeli	1	0	0	1	0	0	0

Çizelge 4.26 ve 4.27’de verilen matrisler, uyum-uyumsuzluk setlerinin alternatiflerin ikili kıyaslanması sonucu hesaplanmıştır. Bu matrisler ELECTRE I algoritması işlem adımları uygulandıktan sonra uyumsuzluk ve uyumluluk indeks matrislerine dönüştürülmüştür. Çizelge 4.28’de verilen baskınlık matrisi ise bahsedilen uyumsuzluk ve uyumluluk indeks matrislerindeki her bir elemanın karşılıklı çarpılmasıyla elde edilmiştir. Çizelge 4.28’de ifade edilen rakamlar alternatifin diğer alternatifler üzerindeki baskınlığı ve tercih edilebilirliği hakkında bilgi vermektedir. Ele

alınan problem iş kazaları olduğu için 1 rakamı iş kazası riskinin yüksek olduğu ve diğer ile göre tercih edilebilirliği düşük ili göstermektedir. Örneğin Çizelge 4.28 incelendiğinde İstanbul'un bütün iller üzerinde tercih edilebilirlik indeksi 1 yani en riskli olduğu, Antalya'nın ise bütün iller üzerinde tercih edilebilirlik indeksi 0 yani en az riskli olduğu anlaşılmaktadır. ELECTRE I yönteminde nihai sıralama karşılıklı mantıksal sına yoluyla sağlanmakta ve baskınlık matrisinin mantıksal sına matrisiyle değerlendirilmesi sonucu elde edilmektedir. Bahsedilenler doğrultusunda oluşturulan mantıksal sına matrisi ile nihai sıralama Çizelge 4.29'da verilmiştir.

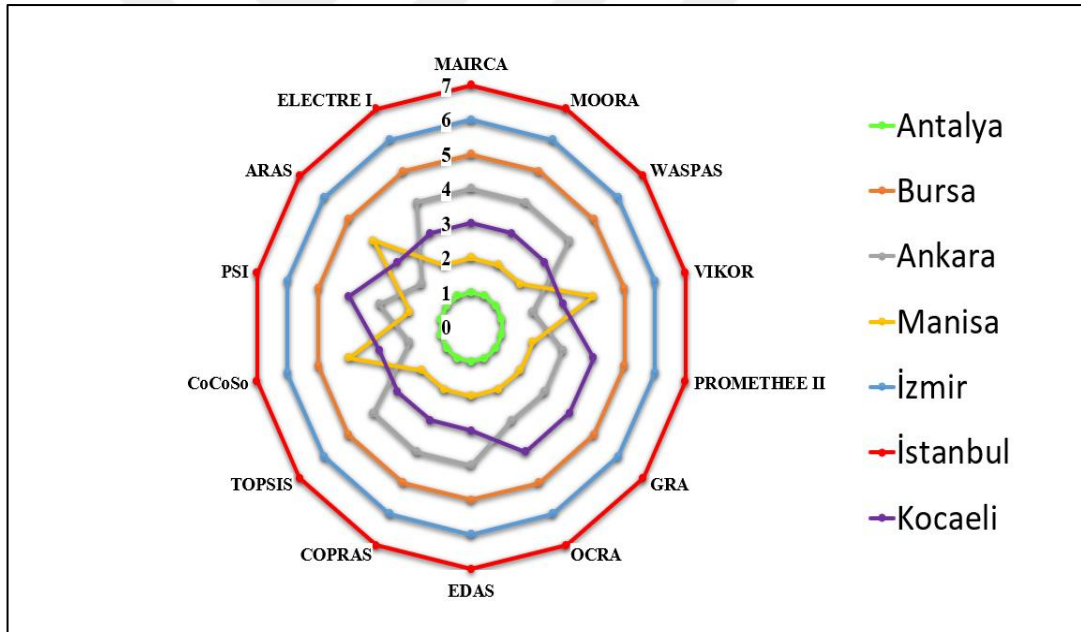
Çizelge 4.29. Mantıksal sına matrisi ve sıralama

İl	1	2	3	4	5	6	7	Mantık	Sıra
Antalya	Antalya							Antalya en küçük	1
Bursa	Antalya	Manisa			Bursa	İzmir	İstanbul	Bursa yeri belirsizler içinde en büyük	5
Ankara	Antalya	Manisa	Kocaeli	Ankara	Bursa	İzmir	İstanbul	Ankara Kocaeli'den daha büyük	4
Manisa	Antalya	Manisa						Manisa Antalya'dan sonra en küçük	2
İzmir						İzmir		İzmir İstanbul'dan sonra en büyük	6
İstanbul							İstanbul	İstanbul en büyük	7
Kocaeli								-	3

Çizelge 4.29, Çizelge 4.28'in değerlendirilmesiyle elde edilmiştir. Çizelge 4.28 incelendiğinde Antalya bütün illerle kıyasında 0 değerini almıştır, dolayısıyla Antalya'nın en küçük sırada olduğu açıktır. Benzer şekilde İstanbul bütün illerle kıyaslamasında 1 değerini almıştır, dolayısıyla en büyük sırada yer alması gerekmektedir. İzmir, İstanbul hariç bütün illerle kıyaslanmasında 1 değerini almıştır dolayısıyla İzmir 6. sırada yer almaktadır. Benzer şekilde Manisa ise Antalya hariç diğer illerle kıyasında 0 değerini almıştır, dolayısıyla 2. sırada yer aldığını söylemek mümkündür. Bursa yeri belirsiz olan geriye kalan iller içerisinde 1 değerini almıştır, dolayısıyla 5.sırada yer alması gerekmektedir. Son olarak Ankara ve Kocaeli ilinin kıyaslanmasına bakıldığında Ankara'nın 1 değerini aldığı, dolayısıyla 4. sırada olduğu görülmektedir. Bütün bahsedilenler Çizelge 4.29'da özetlenmiş olup ELECTRE I yöntemi nihai sıralaması en riskliden en az riskliye doğru sırasıyla İstanbul, İzmir, Bursa, Ankara, Kocaeli, Manisa ve Antalya olarak tespit edilmiştir.

4.3.16. Aşama 2 değerlendirme

Aşama 2'de elde edilen sıralamalar Şekil 4.7'de bir araya getirilmiştir.



Şekil 4.7. Elde edilen sıralamaların özetlenmesi

Şekil 4.7 incelendiğinde; bütün yöntemlerin, en riskli ilin İstanbul en az riskli ilin ise Antalya olduğu konusunda uzlaştığı görülmektedir. Uzlaşılan diğer iller olan İzmir ve Bursa ise bütün yöntemlerde sırasıyla en riskli 2. ve 3. il olarak tespit edilmiştir. Şekil 7'ten görüldüğü üzere yöntemlerin uzlaşmadığı iller Manisa, Ankara ve Kocaeli illeridir. Örneğin Manisa PROMETHEE yönteminde en az riskli 2. il iken VIKOR yönteminde 4., Kocaeli CoCoSo yönteminde en az riskli 3. İl iken, PSI yönteminde 4. sıradadır. Yöntemlerden elde edilen sıralamalar Çizelge 4.30'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.30. Özet sıralama tablosu

	MAIRCA	MOORA	WASPAS	VIKOR	PROMETHEE II	GRA	OCRA	EDAS	COPRAS	TOPSIS	CoCoSo	PSI	ARAS	ELECTRE I
Antalya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bursa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ankara	4	4	4	2	3	3	3	4	4	4	2	3	2	4
Manisa	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2
İzmir	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
İstanbul	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Kocaeli	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3

Çizelge 4.30 incelendiğinde; MAIRCA, MOORA, WASPAS, EDAS, COPRAS, TOPSIS ve ELECTRE I yöntemlerinde elde edilen sıralama aynıdır. VIKOR, CoCoSo ve ARAS yöntemlerinden elde edilen sıralama aynıdır. Son olarak PROMETHEE, GRA, OCRA ve PSI yöntemlerinden elde edilen sıralama aynıdır. Benzer algoritmaya sahip yöntemlerin sonuçları birbirine benzemektedir ancak bütün yöntemler dikkate alındığında nihai bir sıralama karmaşıklığının olduğu açıktır. Tezin başlangıç kısmında belirtilen aynı yöntemlerden farklı sonuçların alınması tek bir sıralama elde edilmek istenmesi amacını kısıtlamakta ve bir karmaşaya yol açmaktadır. Nihai sıralamanın elde edilmesi için bu aşamada elde edilen sonuçlar 3. aşamada GST yönteminde girdi olarak kullanılmıştır.

4.4. Aşama 3 sonuçları

Bu başlık altında aşama 2’de elde edilen ÇKKV sıralamaları GST tekniğine girdi olarak entegre edilerek nihai bir sıralamanın elde edilmesi amaçlanmıştır. Sıralamaların optimize edilip nihai sıralamanın elde edilmesi yöntemlerin uzlaşmadığı sıralamayı tek bir sıralamaya indirerek ilgili probleminden elde edilmek istenen tek ve nihai son sıralama hedefini gerçekleştirmiştir.

4.4.1. ÇKKV yöntemleri temelli GST yöntemi sonuçları ve nihai sıralama

Bu başlık altında ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sonuçların GST tekniğine aktarımı ve işlem adımları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. GST tekniğinde ilk olarak başlangıç matrisi, alternatiflerin sıralanmasının girdi olarak ele alınmasıyla elde edilmektedir. Her bir yöntemin belirlemiş olduğu sıralamalar, başlangıç matrisine eklenerek GST başlangıç matrisi oluşturulmuştur. GST yöntemi başlangıç matrisinde her bir girdinin mutlaka minimum ve maksimum sıralama değerlerini alternatiflere ataması gerekmekte ve tekrar eden bir sıralama olmaması gerekmektedir. Bu doğrultuda hazırlanan GST yöntemi başlangıç matrisi ve başlangıç matrisindeki verinin kontrolü Çizelge 4.31’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31. GST başlangıç matrisi ve veri kontrolü

	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli	Min=1	Max=7	Mod=Yok
MAIRCA	1	5	4	2	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
MOORA	1	5	4	2	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
WASPAS	1	5	4	2	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
VIKOR	1	5	2	4	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
PROMETHEE II	1	5	3	2	6	7	4	Doğru	Doğru	Yok
GRA	1	5	3	2	6	7	4	Doğru	Doğru	Yok
OCRA	1	5	3	2	6	7	4	Doğru	Doğru	Yok
EDAS	1	5	4	2	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
COPRAS	1	5	4	2	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
TOPSIS	1	5	4	2	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
CoCoSo	1	5	2	4	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
PSI	1	5	3	2	6	7	4	Doğru	Doğru	Yok
ARAS	1	5	2	4	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok
ELECTRE I	1	5	4	2	6	7	3	Doğru	Doğru	Yok

Çizelge 4.31 incelendiğinde alternatiflerin düşey ekseninde, yöntemlerin ise yatay ekseninde temsil edildiği ve her bir yöntemin ilgili alternatifin hangi sırada olduğunu gösterdiği görülmektedir. Her bir alternatifin ilgili ÇKKV yöntemi sıralamasındaki sıra değeri, GST yöntemi başlangıç karar matrisini oluşturmuştur. Başlangıç karar matrisinde 7 il sıralandığı için, başlangıç ve bitiş sayılarının her bir ÇKKV yönteminde 1 ve 7 olması gerekmektedir. Ayrıca her bir ÇKKV yönteminde her bir alternatifin tek bir sıra değerine

sahip olması gerektiğinden başlangıç matrisindeki verinin mod değerinin olmaması gerekmektedir. Bu doğrultuda Çizelge 4.31 incelendiğinde kullanılan verinin ilgili sınır şartlarını taşıdığı ve kontrolün sağlandığı görülmektedir. Başlangıç matrisi oluşturulduktan sonra GST tekniğinde her bir alternatifin sıklık faktörü belirlenmektedir. Belirlenen sıklık faktörü matrisi Çizelge 4.32’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.32. GST sıklık faktörü matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	Toplam Kontrol=14
Antalya	14	0	0	0	0	0	0	14
Bursa	0	0	0	0	14	0	0	14
Ankara	0	3	4	7	0	0	0	14
Manisa	0	11	0	3	0	0	0	14
İzmir	0	0	0	0	0	14	0	14
İstanbul	0	0	0	0	0	0	14	14
Kocaeli	0	0	10	4	0	0	0	14
Toplam Kontrol=14	14	14	14	14	14	14	14	

Çizelge 4.32’de her bir alternatifin sıralama esaslı sıklık faktörü değeri gösterilmektedir. GST sıklık faktörü matrisi ilgili alternatifin sıralamada kaç defa 1., 2., 3., ..., n. sırada yer aldığını ölçmektedir. Örneğin Manisa ili hiçbir yöntemde 1., 3., 5., 6. ve 7. sırada değer almamıştır. Manisa ili 11 kez en az riskli 2.il, 3 kez de en az riskli 4.il olarak tespit edilmiştir. GST sıklık faktöründe kullanılan yöntem sayısı kadar alternatifin sıralama değeri alması gerekmektedir. Çizelge 4.32 incelendiğinde her bir alternatifin 14 sıralama değeri aldığı görülmekte ve verinin kontrolü sağlanmaktadır. GST tekniğinde sıklık faktörleri belirlendikten sonra Garrett skorları tayin edilmektedir. Garrett skorları Garrett çevrim tablosundaki değerlerden faydalanılarak interpolasyon yardımıyla hesaplanmaktadır. Garrett puanlarının hesaplanması Çizelge 4.33’te, Garrett çevrim tablosundan alınan değerler ise Şekil 4.8’te gösterilmektedir.

Çizelge 4.33. Garrett puanlarının hesaplanması

Sıra	Puan	Skor 1	Skor 2	Yüzde 1	Yüzde 2	GARRETT Puanı
1	7,14	79	78	6,81	7,55	78,4498069
2	21,43	66	65	20,93	22,32	65,3586845
3	35,71	58	57	34,25	36,15	57,7706767
4	50,00	50	-	-	-	50
5	64,29	43	42	63,85	65,75	42,2293233
6	78,57	35	34	77,68	79,17	34,5982742
7	92,86	22	21	92,45	93,19	21,5501931

GARRETT Skorları Tablosu					
Percent	Score	Percent	Score	Percent	Score
0.09	99	22.32	65	83.31	31
0.20	98	23.88	64	84.56	30
0.32	97	25.48	63	85.75	29
0.45	96	27.15	62	86.89	28
0.61	95	28.86	61	87.96	27
0.78	94	30.61	60	88.97	26
0.97	93	32.42	59	89.94	25
1.18	92	34.25	58	90.83	24
1.42	91	36.15	57	91.67	23
1.68	90	38.06	56	92.45	22
1.96	89	40.01	55	93.19	21
2.28	88	41.97	54	93.86	20
2.69	87	43.97	53	94.49	19
3.01	86	45.97	52	95.08	18
3.43	85	47.98	51	95.62	17
3.89	84	50.00	50	96.11	16
4.38	83	52.02	49	96.57	15
4.92	82	54.03	48	96.99	14
5.51	81	56.03	47	97.37	13
6.14	80	58.03	46	97.72	12
6.81	79	59.99	45	98.04	11
7.55	78	61.94	44	98.32	10
8.33	77	63.85	43	98.58	9
9.17	76	65.75	42	98.82	8
10.06	75	67.48	41	99.03	7
11.03	74	69.39	40	99.22	6
12.04	73	71.14	39	99.39	5
13.11	72	72.85	38	99.55	4
14.25	71	74.52	37	99.68	3
15.44	70	76.12	36	99.80	2
16.69	69	77.68	35	99.91	1
18.01	68	79.17	34	100.00	0
19.39	67	80.61	33		
20.93	66	81.99	32		

Şekil 4.8. Garrett çevrim tablosundan alınan değerler

Çizelge 4.33 incelendiğinde, puan olarak belirtilen sütundaki her bir alternatife atanan sıra numarasının önem yüzdesinin interpolasyon yardımıyla Garrett skorlarına dönüştürüldüğü görülmektedir. Şekil 4.8’de ise Çizelge 4.33’te kullanılan interpolasyon verileri vurgulanmıştır. Garrett nihai sıralaması, her bir alternatife atılmış olduğu Garrett skorlarının, sıklık faktörü dikkate alınarak konum yüzdesi önemi değeriyle çarpılmasıyla elde edilmektedir. Bir başka ifadeyle alternatife sahip olduğu Garrett skoru, alternatife atılmış olduğu sıralama değerleriyle çarpılarak toplam Garrett skor ortalaması elde edilmektedir. Örneğin Ankara ili 3 kez 2., 4 kez 3 en az riskli il olarak, 7 kez de en riskli 3. il olarak tespit edilmiştir. Ankara ilinin Garrett skoru;

$$3*65,36 + 4* 57,77 + 7*50 = 777,16 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Garrett ortalama skorları ÇKKV yöntemlerinden elde edilen bütün sıralamaları dikkate alan, çoğulcu ve uzlaşmacı bir nihai sonuç ortaya çıkarmaktadır. GST yöntemi işlem adımları bütün alternatiflere uygulandıktan sonra elde edilen Garrett skorları eklenmiş sıralama matrisi ve nihai sıralama Çizelge 4.34’te özetlenmiştir.

Çizelge 4.34. Garrett sıralama matrisi ve nihai sıralama

Sıra/il	1	2	3	4	5	6	7	Garrett Ortalama Skorları	Nihai Sıralama
Antalya	1098,297	0	0	0	0	0	0	1098,297	1
Bursa	0	0	0	0	591,2105	0	0	591,2105	5
Ankara	0	196,0761	231,0827	350	0	0	0	777,1588	4
Manisa	0	718,9455	0	150	0	0	0	868,9455	2
İzmir	0	0	0	0	0	484,3758	0	484,3758	6
İstanbul	0	0	0	0	0	0	301,7027	301,7027	7
Kocaeli	0	0	577,7068	200	0	0	0	777,7068	3

Çizelge 4.34 incelendiğinde; iş kazası bakımından en riskli il sıralaması riskliden daha az riskliye doğru sırasıyla İstanbul, İzmir, Bursa, Ankara, Kocaeli, Manisa ve Antalya olarak belirlenmiştir. GST yöntemi ortak, uzlaşmacı ve çoğulcu bir yaklaşımla nihai sıralamayı hesaplarken, kullanılan bütün yöntemlerin sunduğu sıralamaları ve alternatiflere verdiği önem sıralarını dikkate almaktadır. Dolayısıyla bütün yöntemlerin uzlaştığı en riskli iller sırasıyla İstanbul, İzmir ve Bursa en riskli, Antalya ise en az riskli olarak belirlenmiştir. Yöntem, ÇKKV yöntemlerinin uzlaşmadığı Manisa, Ankara ve Kocaeli illeri için nihai bir sıralama oluşturmuştur. Bu nihai sıralama yaklaşımında Manisa her ne kadar bazı yöntemlerde en riskli 4.il olarak tespit edilse de yöntemlerin çoğunluğunun uzlaştığı en az riskli 2. il olarak nihai sıralaması tayin edilmiştir. Bu durum,

toplam iş kazası miktarının görece düşük olması, sadece belirli sektörlerin çeşitli yıllarda yoğunluğunu arttırması sonucu örneğin belli yıllarda yaşanan maden kazası artışları nedeniyle iş kazalarının artış göstermesi nedeniyle iş kazası artışlarının yaşandığı Manisa'nın, Ankara ve Kocaeli gibi inşaat sektörü başta olmak üzere birçok sektörün gelişim gösterdiği, gelişmişlik düzeyi yüksek, sanayileşmiş kentlerden daha az riskli olarak belirlenmesi gerektiği durumuyla paralellik göstermektedir. GST yöntemi sonuçlarında en riskli 4. ve 5. il olarak Ankara ve Kocaeli'nin tespit edilmiş olması, bahsedilen bu durumu desteklemektedir.

4.4.2. Aşama 3 genel değerlendirme

Aşama 2'de aynı sıralama probleminde 3 grup farklı sıralama sonuçları elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre MAIRCA, MOORA, WASPAS, EDAS, COPRAS, TOPSIS ve ELECTRE I yöntemleri 1.grup; VIKOR, CoCoSo ve ARAS yöntemleri 2.grup; son olarak PROMETHEE, GRA, OCRA ve PSI yöntemleri 3.grup olup her grup içerisindeki yöntemlerden elde edilen sıralamaların aynı olduğu belirlenmiştir. Yöntemlerin uzlaşmadığı Ankara, Kocaeli ve Manisa illerinin nihai sıralamasının yapılması 3.aşamada gerçekleştirilmiştir.

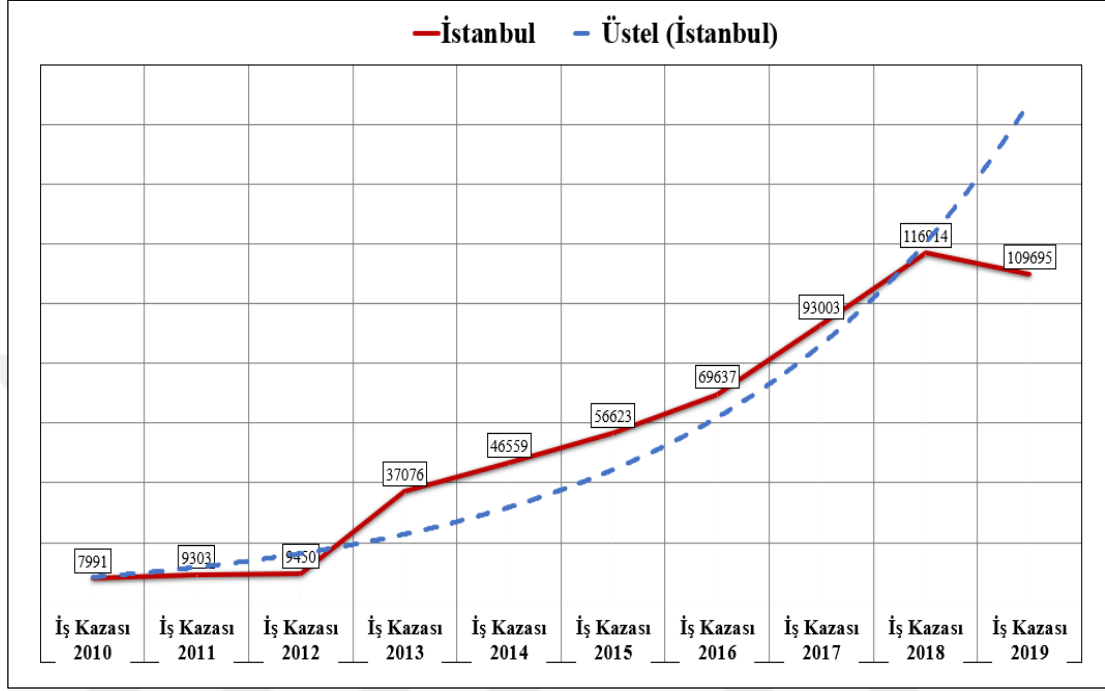
ÇKKV yöntemleri karar probleminin karmaşık ve detaylı olduğu, nihai sıralamanın elde edilmek istendiği problemlerde kullanılan bilimsel yöntemler olsa da karar probleminin içerdiği girdiler arttıkça ÇKKV yöntemlerinden alınan sıralamalar da değişkenlik göstermektedir. Aynı yönteme uygulanan farklı ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sıralamaların tam tutarlı olmaması, nihai sıralama elde edilme hedefini gölgelemekte ve bu durum optimum sonuçların elde edilmesini zorlaştırmaktadır. Tezde aşama 3 olarak tanımlanan GST tekniğiyle entegre ÇKKV yöntemlerinden elde edilen nihai sıralama ise bahsedilen karışıklığı gideren optimum ve uzlaşmacı bir sonuç ortaya koymaktadır. Elde edilen uzlaşmacı sonuç hem birçok ÇKKV yöntemi algoritmasını da dikkate alan bir yaklaşıma odaklanmakta hem de ele alınan problemde istenen sıralamanın tekliğini sağlamaktadır. ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST tekniği sonuçlarına göre en riskli 3 il İstanbul, İzmir ve Bursa olarak belirlenmiştir. Öte yandan, Antalya sıralanan 7 il içerisinde en az riskli olarak belirlenmiş olup Antalya ilini Manisa ve Kocaeli izlemektedir.

4.4.3. En riskli olarak belirtilen iller özelinde değerlendirme

Bu başlık altında aşama 3'te en riskli olarak sıralanan iller, en riskli olarak tespit edilen İstanbul ile İstanbul dışındaki iller olarak değerlendirilmiştir.

TÜİK verilerine göre, Türkiye'de kilometrekareye yaklaşık 108 kişi düşerken İstanbul'a yaklaşık 2976 kişi düşmektedir. Bu yönüyle İstanbul, Türkiye'nin en kalabalık şehri olup kilometrekareye de en fazla insanın düştüğü il konumundadır. İstanbul'da ticaretin canlı olması, İstanbul'un jeopolitik konumu, sanayileşmiş olması ve kentsel gelişimin hızla devam eden yapısı, istihdam alanı oluşturma potansiyelinin yüksek olması, işgücü ihtiyacının fazlalığı gibi sebeplerle en fazla iş kazası riski bulunan şehir konumundadır. İstanbul'daki işgücünün yoğunluğu, iş kazalarının sıklık ve miktar olarak en fazla İstanbul'da görülmesine neden olmaktadır.

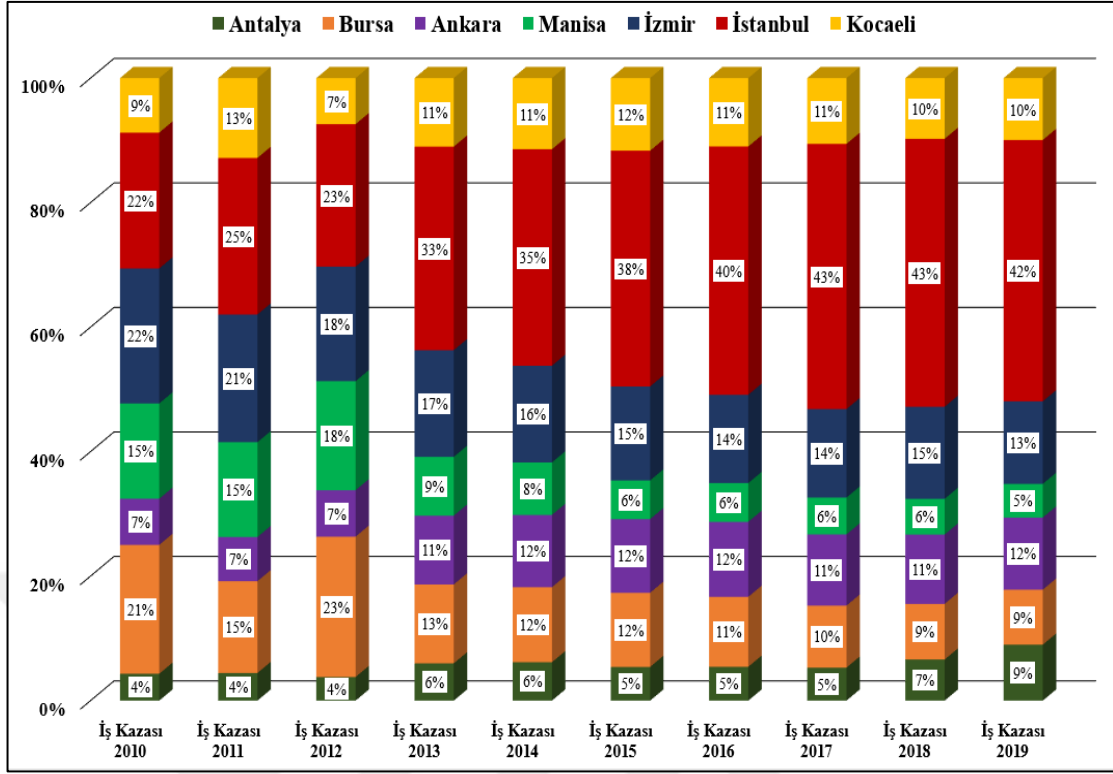
İstanbul’da yaşanan iş kazalarının artış eğilimi ülkenin yatırım ve gelişim profiliyle doğrudan ilişkilidir. İstanbul özellikle inşaat sektörü ve tekstil sektörünün dinamik olması ve fabrikalaşmanın gelişmiş olması sebepleriyle iş kazası eğilimi de her geçen gün artmaktadır. İstanbul’daki iş kazası miktarlarının yıllara göre değişimi için hazırlanan Şekil 4.9’da, bahsedilen artış eğilimi daha detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.9. İstanbul’daki iş kazası miktarlarının yıllara göre değişimi ve artış eğilimi

İnşaat sektörü özelinde değerlendirildiğinde İstanbul’da son yıllarda ciddi ve önemli inşaat projeleri hayata geçirilmiş, yüzlerce proje ise devam etmekte ve/veya yapılması düşünülmektedir. Örneğin İstanbul’da Marmaray projesi, İstanbul havalimanı projesi, Yavuz Sultan Selim köprüsü projelerinin yapımı tamamlandı, Kanal İstanbul projesinin yapımı düşünülmekte ve kentsel dönüşüm, metro ve tramvay hattı projeleri ise devam etmektedir. Şekil 4.9 incelendiğinde SGK’ye kayıtlı iş kazası 2010 yılında 7991 iken 2019 sonu itibarıyla 109695 olarak kaydedilmiştir. Bu durumun yıllar içerisinde SGK’ye kayıtlı iş kazası bildirimlerinin artması ve aynı zamanda yaşanan kentsel gelişimin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.9’da üstel olarak hazırlanan eğim çizgisi, İstanbul’daki kayıtlı iş kazalarının artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Son yıllarda bu trend artarak devam etmekte olup iş kazası miktarı 100000 kişiyi geçmektedir. İstanbul’un inşaat yatırımları bakımından diğer iller içerisindeki payı daha yüksektir. Tezde üzerinde durulan 7 il için hazırlanan ve Şekil 4.10’da gösterilen SGK’nin yıllara göre oransal iş kazası dağılımına bakıldığında İstanbul’un payı diğer illere göre en fazla olup son yıllarda yaklaşık %42’lik bir dilimi kapsamaktadır.



Şekil 4.10. Toplam iş kazası miktarlarının şehirlere göre oransal dağılımı

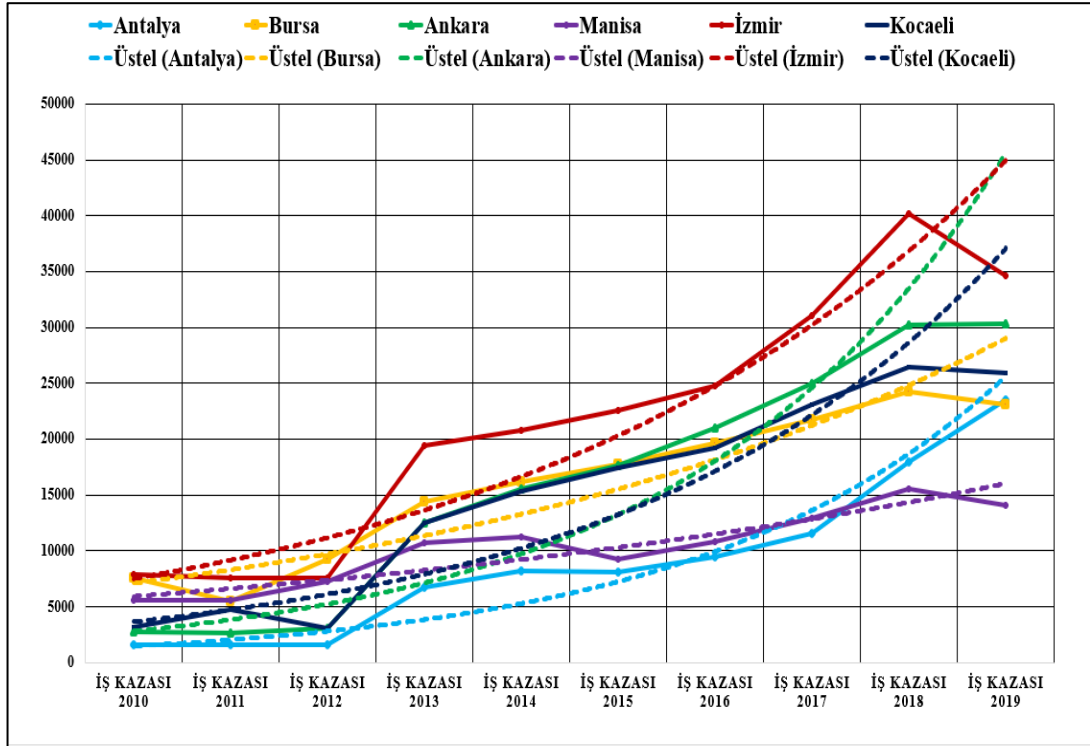
Şekil 4.10 incelendiğinde, Kocaeli ilinin 2010-2019 arasında yılda yaklaşık %10'luk, Ankara ilinin ise %12'lik bir dilimi etkilediği görülmektedir. Antalya %5 etki seviyesinden %9 seviyesine yükselmiştir. Bursa ortalama %16 etki seviyelerinde olduğu görülmektedir. İzmir'de ise iş kazası miktarlarının oransal dağılımı yıllar içerisinde azalmış ve %14 seviyelerine gerilemiştir. İş kazalarının bu bölgelerde yoğunlaşmasının sebeplerinden biri konut ve yaşam ihtiyaçlarının karşılanma gerekliliğidir. İstanbul, Bursa, Ankara, Antalya, İzmir, Kocaeli gibi illerin sanayisinin gelişmiş olması, istihdam kapasitesinin yüksek olması ve göç alan bir konumda olması kentlerdeki insan ihtiyaçlarının artması durumunu ortaya çıkarmaktadır. Yaşanan göçlerle birlikte altyapı ve üstyapı sorunları, konut sıkıntıları, yaşam alanı ve kentsel inşaat yapılarının yeterlilik sorunu (Hastane, okul vb.) ortaya çıkmaktadır. Yaşanan göçler sonrası şehir nüfuslarının ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla inşaat yatırımları da paralel olarak artmaktadır. Bu durum yapılan yeni projelerde yeni iş kazalarının ortaya çıkmasına zemin hazırlayan önemli bir durumdur.

İnşaat sektörü dinamizminin giderek artması, kentlerde yaşanan iş kazası potansiyelini arttıran önemli bir faktördür. Yüksek nüfuslu kentlerde insan ihtiyaçlarının karşılanması adına altyapı ve üstyapı projeleri tasarlanmakta ve uygulanmaktadır. Kentsel dönüşüm projeleri, şehir hastanesi projeleri, şehir içi ve şehirlerarası ulaşım projeleri gibi projeler inşaat sektörü dinamizmini arttırmakta ve iş kazası riskini yükseltmektedir. Bölgesel anlamda iş kazalarına etkisi olan durumlardan biri de mültecilerin ucuz işgücü sebebiyle tercih edilmesi ve kayıt dışı istihdamdan kaynaklanan iş kazalarının etkisidir. İnşaat sektörü de kayıt dışı istihdam sorunun yaşandığı önemli sektörlerden biridir. Bu durum inşaat sektörünün verilerde yansıyandan çok daha fazla iş kazasına sebep olduğu

sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu duruma benzer bir sorun ise özellikle Suriye ve Afganistan mültecilerinin ucuz işgücü sebebiyle çeşitli sektörlerde çalıştırılmasıdır. İnşaat sektörü de mülteci işçilerin yoğun olarak çalıştığı bir sektördür. İnşaat sektöründe çalıştırılan kayıt dışı mültecilerin de iş kazalarına sebep olduğu bir gerçektir ancak SGK verileri, kayıt dışı istihdam sebebiyle yaşanan iş kazası verilerini görmemektedir. Bu durum, kayıt dışı istihdamın iş kazalarına etkisinin istatistiki verilere aktarılmasını engelleyen önemli bir sorun teşkil etmektedir.

İllerde yaşanan iş kazalarının sıklığına etki eden faktörlerden birinin nüfus olduğu düşünülebilir. En riskli olarak belirlenen 7 il içerisinde sadece Manisa'nın nüfusu görece olarak daha düşüktür. Ayrıca, nüfusu en kalabalık olan İstanbul, İzmir, Ankara, Bursa ve Antalya illerinin en riskli iller kategorisinde değerlendirilmesi bu durumu destekler niteliktedir. Ancak, iş kazası sıklığını etkileyen tek faktörün nüfus olmadığı açıktır. Örneğin, Manisa gibi nüfusu daha az olan bir il hem en riskli iller kategorisinde değerlendirilmiştir hem de nüfusu kendi nüfusundan daha çok olan Antalya'dan daha riskli olarak tespit edilmiştir. Bir başka durum ise nüfusu yüksek olan Adana, Şanlıurfa ve Konya gibi illerin en riskli 7 il içerisinde olmamasıdır. Bu örneklerden de anlaşılabacağı üzere nüfus iş kazası miktarına etkisi bakımından baskın bir faktör değildir ancak nüfusun iş kazası miktarına etkisinin olduğunu açıklar.

SGK verilerine göre; 2010 yılında ortalama 5000'in üzerinde iş kazasının yaşandığı Antalya, Bursa, Ankara, Manisa, İzmir ve Kocaeli kentlerinde 2019 sonu itibarıyla ortalama 37000'in üzerinde iş kazası yaşanmaktadır. Türkiye'deki diğer illere kıyasla en riskli olarak belirlenen bu illerin iş kazası miktarlarındaki değişim ve iş kazası artış eğilimi Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. İllere göre iş kazası miktarlarının yıllara göre değişimi ve artış eğilimi

Şekil 4.11 incelendiğinde, bütün illerin iş kazası miktarlarının arttığı görülmektedir. İş kazası artış eğilimleri bakımından ise Manisa dışındaki illerde iş kazaları miktar olarak yüksek bir artış eğilimine sahip olup iş kazası miktarları ciddi oranda artış göstermiştir. Manisa ilinde ise ciddi artışlar olmasına rağmen iş kazası miktarındaki artış doğrusal bir eğri yapısındadır. Manisa ili, diğer illere göre sadece maden sektörüyle tanınan bir şehir profiline sahiptir. Bir başka ifadeyle, diğer illerde farklı sektörlerin zamanla aktivitesini arttırmasıyla iş kazalarında değişim gözlenebilirken Manisa ilinde iş kazalarının değişimindeki temel etken maden inşaatlarında yaşanan iş kazalarıdır.

Şekil 4.11’de özellikle 2012 yılından itibaren kayıtlı iş kazası miktarlarının ani bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu durumu 2012 yılının haziran ayında yürürlüğe giren İSG kanununun etkisiyle açıklamak mümkündür çünkü bu kanun İSG kültürünün oluşması, İSG denetimlerinin artması ve İSG kurallarının uygulanması hususlarında önemli kazanımlar sunmuştur. İSG kurallarının uygulanmasıyla beraber artış gösteren denetimlerin sıklaşması ve SGK bildirimlerinin yükselmesi bu durumu destekler niteliktedir.

Şekil 4.11’de dikkat çeken hususlardan biri de 2019 yılında tablodaki illerde iş kazası miktarının önceki yıla göre azalmasıdır. Türkiye’de 2019 yılında inşaat sektöründe yaşanan durgunluk, sektör hacminin daralması ve inşaat sektörünün aktivitesini azaltması iş kazalarının da azalması durumunu beraberinde getirmiştir. Bu durum inşaat sektörünün iş kazalarına etkisinin ne derece yüksek olduğunu kanıtlayan önemli bir ayrıntıdır.

Şekil 4.11’de dikkat çeken sonuçlardan biri de Bursa’da yıllar içerisinde iş kazası miktarı Ankara’dan daha az yaşanmış olmasına rağmen Bursa ÇKKV temelli GST tekniğinde İstanbul ve İzmir’den sonra en riskli 3.il olarak tespit edilmiştir. Bu durum ÇKKV yöntemlerinin 2 temel yaklaşımıyla açıklanabilir. Bu yaklaşımlardan ilki, her bir ilde meydana gelen iş kazası miktarının, diğer yıllardaki iş kazası miktarlarına göre taşıdığı önemdir. Bahsedilen bu önem, ilgili iş kazası yılıyla tabloda belirtilen diğer yıllar arasındaki korelasyon ve anlamlılık derecesiyle ölçülmektedir. İkinci yaklaşım ise her bir ildeki iş kazası miktarının minimize edilme prensibidir. Başka bir ifadeyle, yöntemlerin üzerinde durduğu ortak nokta, illerin kümülatif iş kazası miktarı değil, her bir yılı ayrı ayrı değerlendirip daha fazla iş kazasına sebep olan ilin tespit edilme arayışıdır. Bu bakımdan Bursa ilinin Ankara iline göre iş kazası eğilimi daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bursa ekonomisi genellikle tarım ve tarıma dayalı sanayi ve ticaret üzerinedir. Bursa’da 2010 yılı sonrasında fabrikalaşma giderek artmıştır. Yapılan fabrikaların yapımı esnasında inşaat sektörü nedeniyle ve tamamlandıktan sonra fabrikada çalışan işçilerin geçirdiği kazalar nedeniyle iş kazaları oldukça artmıştır. Bursa’da özellikle fabrikaların yoğunlaşması sebebiyle yaşanan iş kazalarındaki artışa hem fabrikaların hem de fabrikada çalışan işçilerin İSG kurallarına riayet etmemesiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. 6306 sayılı kanun ile afet riski etkisindeki alanların dönüştürülmesi hedefi Bursa’da da son yıllarda inşaat sektörünün canlanmasını sağlamış olup bu doğrultuda önemli kentsel

dönüşüm projeleri hayata geçmiştir. Bursa’da kentsel dönüşüm süreci birçok ilçede aktif olarak devam etmekte olup inşaat sektörü de oldukça canlı haldedir. Bursa yapı stokunun güvensiz olmasına rağmen Bursa’nın inşaat sektöründeki gücü ve kentteki inşaat yatırımlarının artması kentsel dönüşüm ve diğer inşaat sektörü faaliyetlerinin kentte hızlıca uygulanmasını sağlamaktadır. Bahsedilen durumlar Bursa’da iş kazası riskini artırıcı etkiye sahiptir.

İş kazalarıyla yapı stoku arasında bağlantı kurmak mümkündür. Yapı stoku toplam nüfusun barınma ve yaşama ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla kentsel gelişimin bir sonucu olarak artmaktadır. Türkiye yapı stoku dikkate alındığında TÜİK verilerine göre 2010 yılında toplam bina sayısı 9811493 iken 2020 itibarıyla 11598446 seviyelerine yükselmiştir. Şekil 4.11’de görülen iş kazası artış eğiliminin sebeplerinden birinin de yapı stokunun inşaat sektörü faaliyetleriyle artış göstermesi ve bu faaliyetlerin yürütülmesi esnasında yaşanan iş kazalarının etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.11’de görüldüğü üzere, Antalya’da son yıllarda iş kazası miktarı artmaktadır ve hatta 2019 yılında Manisa ve Bursa’da yaşanan iş kazası miktarından daha fazla iş kazası Antalya’da kaydedilmiştir. Ancak Antalya her ne kadar son yıllarda ciddi iş kazası miktarlarının yaşandığı bir şehir olsa da iş kazası riski diğer illere göre 2010-2019 yılındaki iş kazası riski değerlendirildiğinden dolayı daha düşük olarak tespit edilmiştir. Antalya ili her ne kadar tarım ve turizm sektörleriyle ön planda olsa da inşaat sektörünün dinamizmi şehirde yıllar içerisinde artarak devam etmiştir. Özellikle yabancı yatırımcıların Antalya’daki konut talebi, Antalya’nın göç alan şehir profilinin giderek artması yapılan projelerin artmasını ve çeşitlenmesini sağlamıştır. İnşaat sektörünün etki sahasını arttırması kentte inşaat sektörü nedeniyle yaşanan iş kazalarını da arttırmaktadır. Bu durum, Antalya’da son yıllarda yaşanan iş kazası artış sebebini açıklamaktadır.

Ankara, Kocaeli ve İzmir benzer artış eğilimi gösteren kentlerdir. İstanbul’a yakın olması sebebiyle sanayileşmenin ve kentsel gelişimin yüksek olduğu Kocaeli ilinde inşaat sektörü de oldukça hareketlidir. Özellikle İstanbul’da arsa sorunu yaşayan firmaların İstanbul’a yakın Kocaeli şehrini tercih ettiği bilinen bir gerçektir. Kocaeli ilinin bahsedilen bu avantajı, inşaat sektörünün Kocaeli’nde gelişmesini ve ilerlemesini sağlamıştır. Bu durum Kocaeli ilinin iş kazası riskli profilini negatif yönde etkilemektedir.

Ankara ve İzmir ise gelişmiş sanayi kentleri olmaları sebebiyle inşaat sektörü dinamizminin her zaman yüksek olduğu kentlerdir. Ankara başkent olması sebebiyle siyasi ve politik bir öneme sahip tarihi bir kenttir. Ankara ilinin siyasi profilinin son derece yüksek olması kentte sadece inşaat sektörünün değil birçok sektörün de aktif olmasını sağlamakta ve sektörlerin gelişimlerinin hızlanmasına zemin hazırlamaktadır. Sanayi, sağlık ve eğitim anlamında ciddi ihtiyaçları bulunan ve bu konularda ivme kazanan Ankara ve İzmir illerinde inşaat sektörü, yatırımların da artmasıyla önemli bir işgücü ve istihdam sektörü konumundadır. Kalkınma hamlelerinin gerçekleştirilmesinde kilit rol oynayan inşaat sektörünün etki sahasının bu iki kentte büyük olması, İzmir ve Ankara illerindeki iş kazası riskini doğrudan arttıran en önemli husustur.

5. SONUÇLAR

Küresel ihtiyaçların, kamu ihtiyaçlarının ve artan insan ihtiyaçlarının karşılanması gerekliliği karmaşık, büyük ve detaylı projelerin hayata gerçekleştirilmesini zorunlu hale getirmektedir. Bu zorunluluk ülkelerin gelişimine her ne kadar katkı sağlasa da iş kazalarının daha sık yaşanmasına sebep olmaktadır. İş kazalarının birçok sektörü kapsayan bir sorun olması ve multidisipliner yapısı sebebiyle, iş kazaları problemi yıllardır üzerinde çalışılan ciddi bir İSG problemidir.

Türkiye iş kazalarının önlenmesi konusunda gelişim gösteren bir eğilimde olmasına rağmen artan insan ihtiyaçlarının karşılanması gerekliliği nedeniyle iş kazaları problemi her geçen gün önemini arttıran bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu tez çalışmasında, iş kazalarının değerlendirilmesi yapılırken, iş kazalarına sebep olan faktörlerin tespiti değil iş kazalarının yaşanma sıklığı üzerinden iş kazası risk haritasının hazırlanması, ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST yönteminin kullanılarak nihai risk sıralamasının elde edilmesi ve sonuçların inşaat sektörü dikkate alınarak değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasındaki hesaplamalar 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşama sonunda iş kazası risk haritası hazırlanarak en riskli 7 il belirlenip çalışmanın 2. ve 3. aşamalarında ÇKKV yöntemleriyle bütünleşik GST tekniği uygulanmıştır.

Hazırlanan risk haritasında Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri diğer bölgelere göre iş kazası bakımından daha riskli olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, İç Anadolu bölgesinde özellikle Ankara ve Eskişehir çevresinde iş kazası riski yüksektir. Diğer taraftan doğu bölgelerinde, Karadeniz'in doğusunda iş kazası riski düşük olarak tespit edilmiştir. Bu yönüyle iş kazası risk haritası incelendiğinde, Türkiye'nin batı kısmında doğu kısmına göre iş kazası riski daha yüksektir sonucuna ulaşmak mümkündür. Risk haritasında dikkat çeken bir diğer husus ise etrafındaki illere göre iş kazası riski düşük olan Kilis gibi, iş kazası riski yüksek olan Erzurum gibi illerin bulunmasıdır.

İnşaat sektörü ve tekstil sektörünün geliştiği, fabrikalaşma ve sanayileşmenin yoğun olduğu, ticaretin geliştiği, göçler vasıtasıyla nüfusun arttığı, istihdam kapasitesi ve potansiyeli yüksek, işgücü ihtiyacı ve potansiyeli yüksek, aktif işgücünün fazla ve çalışma olanaklarının gelişmiş olduğu kentlerde iş kazaları daha sık yaşanmaktadır.

Risk haritasında en riskli olarak belirlenen iller İstanbul, İzmir, Bursa, Ankara, Kocaeli, Manisa ve Antalya'dır. En riskli 7 il için ÇKKV temelli GST tekniği uygulanmıştır. ÇKKV temelli GST yöntemi sonuçlarına göre iş kazası bakımından en riskli iller sırasıyla İstanbul, İzmir ve Bursa olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın önemli kazanımlarından biri, iş kazası risk haritasının hazırlanmasıdır. İş kazası risk haritasının hazırlanması hem bölgesel çözüm önerilerinin geliştirilmesi adına hem de sektörel çözüm önerilerinin bölgesel kaygıları gözetenek önerilmesi adına önemli bir adımdır.

İş kazalarının sıklığının bölgesel olarak tespit edilmesi, iş kazalarının sebeplerinin ve kazaya sebep olan faktörlerin analiz edilmesi kadar önemli bir konudur. İş kazalarının sıklıkla yaşandığı bölgelerin tespit edilmesi ve iş kazası risk haritasının hazırlanması, iş kazalarının bölgesel olarak çözüm önerisi geliştirme hedefinde olan çalışmalara rehberlik eden bir kaynak oluşturmaktadır. Ancak hazırlanan iş kazası risk haritası SGK'ye kayıtlı iş kazalarının sıklıklarına yönelik hazırlanmıştır. Bu sebeple, ileriki çalışmalarda sadece inşaat sektöründen kaynaklı iş kazası sıklıkları dikkate alınarak “İnşaat sektörü iş kazası risk haritası” hazırlanabilir ki bu konu ileriki çalışmalar için önemli bir araştırma konusudur.

İnşaat sektörünün kentsel gelişim konusunda lokomotif konumda olduğu düşünüldüğünde, iş kazalarına etkisi en büyük sektörlerden biri inşaat sektörüdür. Bu çalışmada iş kazalarının sık yaşandığı bölgeler tespit edilerek inşaat sektörüne yönelik genel değerlendirmeler yapılmıştır. Örneğin doğu illerinde iş kazası riskinin daha az olması inşaat sektörünün daha az aktif olmasıyla açıklanmıştır ancak Doğu Anadolu bölgesinde, Karadeniz Bölgesinde vb. yaşanan iş kazası sebeplerine değinilmemiştir. Bu açıdan, bu çalışmanın bulgularından yola çıkarak, inşaat sektörünün hem bölgesel kaygıları gözetken iş kazalarına sebep olan faktörlerin tespitine yönelik hem de bölgesel kaygıları dikkate alan çözüm önerisi yaklaşımlarına dayalı çalışmalara ihtiyaç duyduğunu söylemek mümkündür. Bu çalışmanın kazanımlarından yola çıkarak örneğin Karadeniz bölgesinde inşaat sektörü özelinde iş kazasına sebep olan faktörlerin tespit edilmesi adına bölgede çalışan firmalarla bölgesel etkileri dikkate alan iş kazası sebeplerinin irdelenmesi ileriki çalışmalarda üzerinde durulabilecek önemli bir konudur.

Bu çalışmanın önemli kazanımlarından bir diğeri ise ÇKKV temelli GST tekniğinin uygulanmasıdır. Aynı probleme uygulanan farklı ÇKKV yöntemlerinden alınan sıralamaların değışkenlik göstermesi ÇKKV yöntemlerinin literatürdeki eksiklerinden biridir çünkü literatürde aynı problemin farklı ÇKKV yöntemleriyle çözüldüğü ve farklı sıralamaların elde edildiğı çalışmalarda bulunmaktadır. Bu bakımdan çalışmanın bir diğerkazanımı, ÇKKV yöntemlerine yönelik farklı bir bakış açısının geliştirilmiş olmasıdır. Geliştirilen bu bakış açısıyla hem ÇKKV yöntemlerinden elde edilen farklı sıralamaların nihai tek bir sıralamaya indirgenmesi hem de aynı problemde farklı özellikleri dikkate alan birçok ÇKKV yöntemi kullanılarak ilgili problemde elde edilen nihai sıralamanın tutarlılığının ve doğruluğunun artması sağlanmaktadır. Bu sebeple bu çalışmanın sunmuş olduğu nihai sıralama yaklaşımı farklı problemlere uygulanabilirliği açısından özgün bir kazanım sunmaktadır. Yaklaşım nihai sıralama elde edilmek istenen inşaat sektörü problemleri veya diğerk sektör problemlerine uygulanabilir

yapıdadır ve bu çalışmada kullanılan algoritma farklı problemlere uygulanabilir ve geliştirilebilir bir yapıdadır.

Tüm bahsedilenler ışığında, bu çalışmanın bulguları inşaat sektörü özelinde İSG ve iş kazası konularında veya nihai sıralama elde edilmek istenen diğer inşaat sektörü problemlerinde çalışmalar yapılması adına oldukça önemlidir. Bu açıdan bu çalışma bahsedilen konulara yönelik olarak hem bir kaynak oluşturulmuş hem de sektörle ilgili bahsedilen konuların araştırılması adına önemli noktalara değinmiştir.



6. KAYNAKLAR

- Ahmed, I., Shaukat, M. Z., Usman, A., Nawaz, M. M. and Nazir, M. S. 2018. Occupational health and safety issues in the informal economic segment of Pakistan: a survey of construction sites. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 24(2): 240-250.
- Antmen, B. 2013. İnşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği bağlamında şantiye şeflerinin görev ve sorumlulukları. Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, 144 s.
- Arıtan, A. E. ve Ataman, M. 2017. Kaza oranları hesaplamalarıyla iş kazası analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 17(1): 239-246.
- Aslan, V. 2018. Harran Ovası yeraltı suyu potansiyeli ve kalitesinin coğrafi bilgi sistemi destekli çok kriterli karar verme yöntemi ile modellenmesi. Doktora tezi, Dicle Üniversitesi, 129 s.
- Balkır, Z. G. 2012. İş sağlığı ve güvenliği hakkının korunması: işverenin iş sağlığı ve güvenliği organizasyonu. *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi* 2(1).
- Baran, H. B. 2019. Taşıyıcı sistem seçiminin çok kriterli karar verme yöntemleri ile belirlenmesi: Sanayi tesisi projesi örneği. Yüksek Lisans tezi, Ege Üniversitesi, 80 s.
- Barriuso, A. R., Escribano, B. M. V. and Saiz, A. R. 2021. The importance of preventive training actions for the reduction of workplace accidents within the Spanish construction sector. *Safety Science* 134.
- Basaga, H. B., Temel, B. A., Atasoy, M. and Yildirim, I. 2018. A study on the effectiveness of occupational health and safety trainings of construction workers in Turkey. *Safety Science* 110: 344-354.
- Bayhan, H. G. 2018. Bulanık-EDAS yöntemi ile yeşil binalarda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri tedarikçileri seçimi. Yüksek Lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 138 s.
- Bojar, H., Silveira, F., Rebelo, M., Czarnocka, E. and Czarnocki, K. 2019. Health Behaviours in Scaffold Use Risk Assessment Model - SURAM. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 26(1): 138-142.
- Brauers, W. K. M. and Zavadskas, E. K. 2006. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics* 35(2): 445-469.
- Canpolat, P. 2008. Projelendirme ve şantiye yerleşim projesinin oluşturulması aşamasında hazırlanacak iş sağlığı ve güvenliği planı ile ilgili bir öneri. Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, 178 s.
- Ceylan, H. 2011. Türkiye'deki iş kazalarının genel görünümü ve gelişmiş ülkelerle kıyaslanması. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi* 3(2): 18-24.
- Cieslewicz, W., Araszkievicz, K. and Sikora, P. 2019. Accident Rate as a Measure of Safety Assessment in Polish Civil Engineering. *Safety* 5(4).

- Coppee, G. H. Retrieved from https://archive.is/20120904021458/http://www.ilo.org/safework_bookshelf/english#selection-21.0-21.42 [Son erişim tarihi: 24.05.2021]
- Çelebi, A. 2014. Şantiyelerde iş sağlığı ve güvenliği açısından risk değerlendirmesinde bulanık çıkarım tekniğinin kullanımı. Yüksek Lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 68 s.
- Çimen, Ö. 2019. İnşaat projeleri sözleşme türü seçiminde çok kriterli karar verme uygulaması. Yüksek Lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, 77 s.
- Dhingra, M. and Kundu, S. C. 2020. Factors affecting placement and hiring decisions: A study of students' perceptions. *Industry and Higher Education*.
- Dogan, E., Yurdusev, M. A., Yildizel, S. A. and Calis, G. 2021. Investigation of scaffolding accident in a construction site: A case study analysis. *Engineering Failure Analysis* 120.
- Dolu, T. A. 2021. Savunma sanayi sistemlerine parça tedarikinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması. Yüksek Lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, 73 s.
- Erginel, N. ve Toptancı, Ş. 2017. İş Kazası Verilerinin Olasılık Dağılımları ile Modellenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 5: 201-212.
- Ersoy, A. D. 2016. Stresli kişilik yapısı ve iş kazasına yatkınlığı arasındaki ilişki. Yüksek Lisans tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 83 s.
- Eskol, G. K. 2014. Lojistik şirketlerinin performansının OCRA yöntemiyle çok ölçütlü değerlendirilmesi. Yüksek Lisans tezi, Galatasaray Üniversitesi, 97 s.
- Falahati, M., Karimi, A., Mohammadfam, I., Mazloumi, A., Khanteymoori, A. R. and Yaseri, M. 2020. Multi-dimensional model for determining the leading performance indicators of safety management systems. *Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation* 67(4): 959-969.
- Fan, H. J. and Cai, D. 2016. Social Media in Teaching and Learning -an Example of the Tourism Management Faculty in Haikou. *Proceedings of the 2016 International Conference on Education, E-Learning and Management Technology* 44: 498-507.
- Fass, S., Yousef, R., Liginlal, D. and Vyas, P. 2017. Understanding causes of fall and struck-by incidents: What differentiates construction safety in the Arabian Gulf region? *Applied Ergonomics* 58: 515-526.
- Filiz, T. 2020. TCDD tarafından işletilen lojistik köylerin performanslarının çok kriterli karar verme ve veri zarflama analizi yöntemleri ile değerlendirilmesi. Yüksek Lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, 137 s.
- Fung, I. W. and Tam, V. W. 2013. Occupational health and safety of older construction workers (aged 55 or above): Their difficulties, needs, behaviour and suitability. *International Journal of Construction Management* 13(3): 15-34.
- Garrett, H. E. 1969. *Statistics in Psychology & Education*. Central Book Company, 491 s.
- Genç, M. 2019. Rüzgar enerji santrallerinin yerleşim yeri tespitinde MOORA yönteminin kullanılması. Yüksek Lisans tezi, Amasya Üniversitesi, 99 s.

- Gigovic, L. J., Pamucar, D., Bajic, Z. and Milicevic, M. 2016. The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots. *Sustainability* 8(4).
- Gul, M. 2018. A review of occupational health and safety risk assessment approaches based on multi-criteria decision-making methods and their fuzzy versions. *Human and Ecological Risk Assessment* 24(7): 1723-1760.
- Gul, M., Guneri, A. F. and Baskan, M. 2018. An occupational risk assessment approach for construction and operation period of wind turbines. *Global Journal of Environmental Science and Management-Gjesm* 4(3): 281-298.
- Güneysu, Y. 2015. Türkiye'deki ticari bankalar ile katılım bankalarının performanslarının AHP ve GİA yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Yüksek Lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 128 s.
- Güranlı, G. E. ve Müngen, M. U. 2007. İnşaat Şirketlerinde İş Güvenliği Uygulamalarının Yeni Yasal Düzenlemeler Işığında Değerlendirilmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu: 5-6.
- Hacıfettahoğlu, Ö. 2018. Finansal performans değerlendirmesinde bütünleşik çok kriterli karar verme yaklaşımı: Türk inşaat firmaları örneği. Yüksek Lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 83 s.
- Hamid, A. R. A., Azmi, M. R. A. N., Aminudin, E., Jaya, R. P., Zakaria, R., Zawawi, A. M. M., Yahya, K., Haron, Z., Yunus, R. and Saar, C. C. 2019. Causes of fatal construction accidents in Malaysia. 12th International Civil Engineering Post Graduate Conference (Sepka) / 3rd International Symposium on Expertise of Engineering Design (Iseed), 2018 220.
- Horo, A. and Chandel, B. S. 2018. What are the Constraints in Crossbreeding Programme and Technology in Jharkhand? *Indian Journal of Economics and Development* 14(1): 126-132.
- ILOa. <https://www.ilo.org/global/industries-and-sectors/construction/lang--en/index.htm> [Son erişim tarihi: 07.02.2021]
- ILOb. https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249278/lang--en/index.htm#:~:text=The%20ILO%20estimates%20that%20some,of%20work%2Drelated%20illnesses%20annually. [Son erişim tarihi: 07.02.2021]
- İpekçi, A. 2019. Türkiye'de yapılması planlanan sualtı akıntı enerji tesisi kurulumu için SWARA ve WASPAS yöntemleri ile yer seçimi. Yüksek Lisans tezi, Beykent Üniversitesi, 72 s.
- Kaşak, A. E. 2019. Çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak ceza infaz kurumlarının yer seçimi ve projelendirilmesi. Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi, 97 s.
- Kazaz, A., Erbas, I. and Simsek, R. 2021. A regional perspective for work accidents: Evaluating the amount of work accidents on a city basis by the help of multi-criteria decision-making methods. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation* 4(1): 37-51.

- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L. and Turskis, Z. 2015. Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica* 26(3): 435-451.
- Khan, M. W., Ali, Y., De Felice, F. and Petrillo, A. 2019. Occupational health and safety in construction industry in Pakistan using modified-SIRA method. *Safety Science* 118: 109-118.
- Kıran, M. B. 2019. Ülke iş sağlığı ve güvenliği performanslarını değerlendirmek amacıyla marca yönteminin dört farklı ağırlıklandırma yaklaşımı ile uygulanması. Yüksek Lisans tezi, Başkent Üniversitesi, 84 s.
- Koran, S., Sarıhan, A., Güllüpinar, B., Can, Ç., Korkmaz, A. and Bulut, M. 2020. Evaluation of Occupational Accidents-Related Working Day Losses in Turkey. *International Medical Journal* 27(3).
- Korkmaz, S. 2017. İnşaat sektöründe iş kazası araştırmalarında kusur dağılımı. Yüksek Lisans tezi, Düzce Üniversitesi, 88 s.
- Korkusuz, A. Y., Inan, U. H., Ozdemir, Y. and Basligil, H. 2018. Evaluation of Occupational Health and Safety Key Performance Indicators Using in Healthcare Sector. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences-Sigma Muhendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi* 36(3): 705-715.
- Korkusuz, A. Y., Inan, U. H., Ozdemir, Y. and Basligil, H. 2020. Occupational health and safety performance measurement in healthcare sector using integrated multi criteria decision making methods. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 35(1): 81-96.
- Küçüköğlu, S. 2020. Çok kriterli karar verme yöntemleri ile Türkiye'de nükleer santral kuruluş yeri seçimi. Yüksek Lisans tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 138 s.
- Lombardi, M., Fargnoli, M. and Parise, G. 2019. Risk Profiling from the European Statistics on Accidents at Work (ESAW) Accidents ' Databases: A Case Study in Construction Sites. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(23).
- Lopez, M. A. C., Ritzel, D. O., Fontaneda, I. and Alcantara, O. J. G. 2008. Construction industry accidents in Spain. *Journal of Safety Research* 39(5): 497-507.
- Lozano-Diez, R. V., Lopez-Zaldivar, O., del Cura, S. H. and Verdu-Vazquez, A. 2019. Analysis of the impact of health and safety coordinator on construction site accidents: *The case of Spain*. *Journal of Safety Research* 68: 149-156.
- Mammadli, S. 2020. Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliğinin kurumsallaşma süreci. Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi, 189 s.
- Marhavilas, P. K., Filippidis, M., Koulinas, G. K. and Koulouriotis, D. E. 2020a. A HAZOP with MCDM Based Risk-Assessment Approach: Focusing on the Deviations with Economic/Health/Environmental Impacts in a Process Industry. *Sustainability* 12(3).
- Marhavilas, P. K., Tegas, M. G., Koulinas, G. K. and Koulouriotis, D. E. 2020b. A Joint Stochastic/Deterministic Process with Multi-Objective Decision Making Risk-Assessment Framework for Sustainable Constructions Engineering Projects-A Case Study. *Sustainability* 12(10).

- Mevzuat bilgi sistemi. 2021. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331.pdf> [Son erişim tarihi: 05.10.2021]
- Murali, P. and Prathap, D. P. 2017. Technical Efficiency of Sugarcane Farms: An Econometric Analysis. *Sugar Tech* 19(2): 109-116.
- Nesanır, M. O. 2021. TOPSIS ve ARAS yöntemleri ile bir lojistik firması için destek programı seçimi. Yüksek Lisans tezi, Marmara Üniversitesi, 127 s.
- Olçay, Z. F., Sakalli, A. E., Temur, S. and Yazici, A. 2021. A study of the shift in fatal construction work-related accidents during 2012-2019 in Turkey. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*.
- Opricovic, S. and Tzeng, G. H. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research* 156(2): 445-455.
- Ömür, M. 2010. Tuzla tersaneleri işçilerinde ölümcül iş kazası riski algısı ve stress. Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi, 141 s.
- Önalın, M. 2020. İnşaat sektörü çalışanlarında iş sağlığı ve güvenliği kültürü. Yüksek Lisans tezi, Üsküdar Üniversitesi, 61 s.
- Özdemir, D. 2019. Promethee yöntemi ile Türkiye'de yenilenebilir enerji alternatiflerinin sıralanması. Yüksek Lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, 68 s.
- Özden, U. 2019. Türk inşaat sektöründe ana yüklenici firma seçimi için bütünsel çok kriterli karar verme yaklaşımı. Yüksek Lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 165 s.
- Reiman, A., Møller Pedersen, L., Väyrynen, S., Airaksinen, O., Sormunen, E. and Räsänen, T. 2020. Multi-organisational approach to safety training: the case of a Finnish Safety Training Park. *Construction Management and Economics* 38(7): 659-672.
- Ricci, F., et al. 2020. Ethnic Background and Risk Perception in Construction Workers: Development and Validation of an Exploratory Tool. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 33(2): 163-172.
- Rodrigues, F., Coutinho, A. and Cardoso, C. 2015. Correlation of causal factors that influence construction safety performance: A model. *Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation* 51(4): 721-730.
- Salguero-Caparros, F., Suarez-Cebador, M. and Rubio-Romero, J. C. 2015. Analysis of investigation reports on occupational accidents. *Safety science* 72: 329-336.
- Sanchez, F. A. S., Pelaez, G. I. C. and Alis, J. C. 2017. Occupational safety and health in construction: a review of applications and trends. *Industrial Health* 55(3): 210-218.
- Sarar, Y. 2018. Alüminyum giydirmeye cephelerde çok kriterli karar verme yöntemleriyle taşıyıcı sistem seçimi. Yüksek Lisans tezi, Düzce Üniversitesi, 101 s.
- Sarıçalı, G. 2018. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden KEMIRA-M ve COPRAS yöntemlerinin mermer işletmesinde makine seçim sürecine uygulanması. Yüksek Lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, 92 s.

- SGK 2021. Sosyal Güvenlik Kurumu <http://sgk.gov.tr> [Son erişim tarihi: 05.10.2021]
- Singh, B. and Chauhan, S. K. 2020. Problems and Constraints Perceived by Poultry Farms in Punjab. *Indian Journal of Economics and Development* 16(3): 464-468.
- Singh, N., Singh, V. P. and Kaur, I. 2020. Marketing Pattern and Constraints of Goat Farming in Punjab. *Indian Journal of Economics and Development* 16(2): 291-295.
- Singh, P. K. and Sarkar, P. 2021. Understanding the priorities of designers for an ecodesign support during environmentally sustainable product development. *World Journal of Science Technology and Sustainable Development* 18(1): 76-92.
- Şenol, K. 2020. İnşaat süreçlerinde başlıca israfların belirlenmesi ve ortadan kaldırılmaları için uygun yalın tekniklerin SWARA ve bulanık VIKOR ile değerlendirilmesi. Yüksek Lisans tezi, Beykent Üniversitesi, 149 s.
- Tabor, J. 2018. A Grey-Based Decision-Making Approach to the Improvement of Ohs Management System. *Polish Journal of Management Studies* 18(1): 389-402.
- Trillo-Cabello, A. F., Carrillo-Castrillo, J. A. and Rubio-Romero, J. C. 2021. Perception of risk in construction. Exploring the factors that influence experts in occupational health and safety. *Safety Science* 133.
- TÜİK 2020. Türkiye İstatistik Kurumu <https://www.tuik.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 26.07.2021]
- Tüzer, F. S. 2012. İstanbul genelinde inşaat işlerinde iş sağlığı ve güvenliği üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, 128 s.
- Uslu, T. 2020. Savunma ve havacılık sanayisi için çok kriterli karar verme temelli yeni bir proses tipi hata türü ve etkileri analizi yaklaşımının geliştirilmesi Yüksek Lisans tezi, Başkent Üniversitesi, 119 s.
- Uzun, I. M. and Cebi, S. 2020. A novel approach for classification of occupational health and safety measures based on their effectiveness by using fuzzy Kano model. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* 38(1): 589-600.
- van Heerden, J. H. F., Musonda, I. and Okoro, C. S. 2018. Health and safety implementation motivators in the South African construction industry. *Cogent Engineering* 5(1).
- Vatani, J., Saraji, G. N., Pourreza, A., Salesi, M., Fam, I. M. and Zakerian, S. A. 2016. The Relative Costs of Accidents Following the Establishment of the Health, Safety and Environment Management System (HSE-MS) for the Construction Industry in Tehran. *Iranian Red Crescent Medical Journal* 18(12).
- Vincke, J. P. and Brans, P. 1985. A preference ranking organization method. The PROMETHEE method for MCDM. *Management Science* 31(6): 647-656.
- Yalçındağ, B. 2019. Performans ölçümünde entropi temelli çok kriterli karar verme yöntemleri ile bir uygulama. Yüksek Lisans tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, 98 s.

- Yaşar, A. 2010. Sakarya'da bir inşaat sahasında çalışan işçilerin çalışma koşulları ile iş kazası geçirme durumları ve ilişkili etmenler. Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi, 139 s.
- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K. and Turskis, Z. 2019. A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision* 57(9): 2501-2519.
- Yüce, H. U. 2018. Çok kriterli karar verme yöntemleri ile Türkiye' de yaşanabilecek iller sıralaması. Yüksek Lisans tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 113 s.
- Yüksel, E. 2018. Betonarme kalıp sistemi seçiminde farklı çok kriterli karar verme yöntemlerinin performanslarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans tezi, Düzce Üniversitesi, 52 s.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J. and Zakarevicius, A. 2012. Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment. *Elektronika Ir Elektrotechnika* 122(6): 3-6.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z. and Vilutiene, T. 2010. Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method. *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 10(3): 123-141.
- Zhang, F., Fleyeh, H., Wang, X. R. and Lu, M. H. 2019. Construction site accident analysis using text mining and natural language processing techniques. *Automation in Construction* 99: 238-248.

7. EKLER

Ek 1. Garrett skorları tablosu

GARRETT skorları tablosu

Percent	Score	Percent	Score	Percent	Score
0.09	99	22.32	65	83.31	31
0.20	98	23.88	64	84.56	30
0.32	97	25.48	63	85.75	29
0.45	96	27.15	62	86.89	28
0.61	95	28.86	61	87.96	27
0.78	94	30.61	60	88.97	26
0.97	93	32.42	59	89.94	25
1.18	92	34.25	58	90.83	24
1.42	91	36.15	57	91.67	23
1.68	90	38.06	56	92.45	22
1.96	89	40.01	55	93.19	21
2.28	88	41.97	54	93.86	20
2.69	87	43.97	53	94.49	19
3.01	86	45.97	52	95.08	18
3.43	85	47.98	51	95.62	17
3.89	84	50.00	50	96.11	16
4.38	83	52.02	49	96.57	15
4.92	82	54.03	48	96.99	14
5.51	81	56.03	47	97.37	13
6.14	80	58.03	46	97.72	12
6.81	79	59.99	45	98.04	11
7.55	78	61.94	44	98.32	10
8.33	77	63.85	43	98.58	9
9.17	76	65.75	42	98.82	8
10.06	75	67.48	41	99.03	7
11.03	74	69.39	40	99.22	6
12.04	73	71.14	39	99.39	5
13.11	72	72.85	38	99.55	4
14.25	71	74.52	37	99.68	3
15.44	70	76.12	36	99.80	2
16.69	69	77.68	35	99.91	1
18.01	68	79.17	34	100.00	0
19.39	67	80.61	33		
20.93	66	81.99	32		

Ek 2. Aşama 1 PSI metodu işlem detayları

Kriter Tipi	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil
	Normalize Matris						
İl Adı	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Adana	0,079809041	0,063747074	0,046200307	0,060384566	0,058288442	0,054441726	0,059711017
Adıyaman	0,007309311	0,005992397	0,005156915	0,005356348	0,00541918	0,005354363	0,005004786
Afyonkarahisar	0,016911209	0,014970253	0,0121682	0,010841937	0,012117889	0,010400807	0,0119969
Ağrı	0,001456468	0,00171825	0,001041979	0,001234976	0,000956958	0,001419847	0,001039245
Amasya	0,011867515	0,008118731	0,005916324	0,007539096	0,008935196	0,00755256	0,007037695
Ankara	0,337954472	0,334951352	0,312470198	0,302152591	0,268485963	0,258523359	0,276092803
Antalya	0,183110368	0,177301918	0,14305141	0,136321209	0,124350827	0,15336059	0,214075391
Artvin	0,008280289	0,008526815	0,004997969	0,003575685	0,00610733	0,005619515	0,010830029
Aydın	0,06187291	0,048862733	0,042721156	0,040294671	0,041138458	0,039182647	0,041022836
Balıkesir	0,058959974	0,051375674	0,04547622	0,044688887	0,042235197	0,035017192	0,037695428
Bilecik	0,060928903	0,051848193	0,04099041	0,035814294	0,03577304	0,031279402	0,03501527
Bingöl	0,00315568	0,002921025	0,002878689	0,00393469	0,004107394	0,003019313	0,004257259
Bitlis	0,001024922	0,001524947	0,001130283	0,000990853	0,000849435	0,001026395	0,001258034
Bolu	0,031934405	0,030176765	0,024548328	0,025044158	0,021268131	0,021674051	0,025899084
Burdur	0,009089438	0,008763075	0,007876658	0,009405919	0,007902971	0,007030809	0,00618989
Bursa	0,38752832	0,346506583	0,31437755	0,281674972	0,233788157	0,207750996	0,210355987
Çanakkale	0,022737081	0,020447175	0,020751285	0,021224349	0,023321828	0,018312606	0,020119422
Çankırı	0,006608048	0,007109259	0,006304858	0,012292316	0,005386923	0,004242435	0,003992889
Çorum	0,012811522	0,011984793	0,012009254	0,012952884	0,013085599	0,012427938	0,011531975
Denizli	0,129275003	0,107025495	0,091499921	0,081838678	0,072664323	0,061113297	0,06173481
Diyarbakır	0,012326033	0,01694624	0,013528072	0,013484211	0,015236068	0,01650786	0,017138429
Edirne	0,020444492	0,017697975	0,013351465	0,01028189	0,010376009	0,009605351	0,011249373
Elazığ	0,014699536	0,011598187	0,010419794	0,008443787	0,010343752	0,009451392	0,008313961
Erzincan	0,004180602	0,004639275	0,002613779	0,002541752	0,003827834	0,003139059	0,003108619
Erzurum	0,015832344	0,013359393	0,011232185	0,010066488	0,013193123	0,011136391	0,010848261
Eskişehir	0,13189125	0,106595932	0,093619201	0,086678059	0,070374074	0,063166088	0,066393181
Gaziantep	0,060470385	0,054876608	0,052558148	0,043884716	0,045353376	0,046863507	0,055134692
Giresun	0,007120509	0,006336047	0,005898663	0,006419001	0,008408331	0,008570402	0,009125302
Gümüşhane	0,003614198	0,002147812	0,001960334	0,001838103	0,001935421	0,002095557	0,002023793
Hakkari	0,000539433	0,000665822	0,000494499	0,000416445	0,000849435	0,001436954	0,001996445
Hatay	0,044422268	0,035202646	0,031665578	0,024785674	0,021881015	0,020459483	0,020575231
Isparta	0,011085338	0,011941837	0,011691362	0,011717909	0,009322228	0,009725097	0,010191896
Mersin	0,046633941	0,040572177	0,044345937	0,044775048	0,032988183	0,031801153	0,037130225
İstanbul	1	1	1	1	1	1	1
Izmir	0,524031719	0,447045684	0,398636596	0,355759151	0,333580637	0,343534564	0,31558412
Kars	0,002616248	0,002190769	0,001377532	0,002570473	0,003677301	0,001770532	0,001640913
Kastamonu	0,00763297	0,006958912	0,007823676	0,007165731	0,007580401	0,008390783	0,008022243
Kayseri	0,178956738	0,156876222	0,124366424	0,110530322	0,09676032	0,083548591	0,093659693
Kırklareli	0,030585824	0,030262677	0,027109125	0,032726855	0,022074557	0,016918419	0,020484069
Kırşehir	0,01542777	0,016624068	0,012662699	0,012206155	0,009698612	0,010127102	0,009380555
Kocaeli	0,336498004	0,328615305	0,307754799	0,275500093	0,248002753	0,226380074	0,236510324
Konya	0,103571043	0,088726132	0,082475319	0,076597211	0,074040622	0,065381391	0,067578285
Kütahya	0,051839465	0,050709852	0,03887113	0,036991829	0,036988054	0,033802624	0,030429828
Malatya	0,013836444	0,015485728	0,01349275	0,012076913	0,014773717	0,016302581	0,01668262
Manisa	0,288758226	0,242337679	0,163979302	0,156080819	0,138855736	0,133183366	0,128793473
Kahramanmaraş	0,028239292	0,025773749	0,021440051	0,020032454	0,019816565	0,017773748	0,022115867
Mardin	0,003101737	0,003801628	0,003196581	0,004308055	0,005827769	0,004379287	0,003892611
Muğla	0,052621642	0,05210593	0,0449464	0,051107888	0,055879918	0,060009922	0,066748712
Muş	0,001699212	0,001868597	0,001077301	0,000703649	0,001774136	0,002189644	0,003008341
Nevşehir	0,005987701	0,005691703	0,004733059	0,006620044	0,00629012	0,005833348	0,005761429
Niğde	0,008334232	0,00766769	0,007700051	0,008084783	0,008859929	0,005782028	0,006089612
Ordu	0,018097961	0,014390343	0,010349151	0,01265132	0,012838296	0,011777888	0,012771776
Rize	0,006877765	0,008462381	0,007576427	0,009046915	0,007838457	0,006962383	0,007174438
Sakarya	0,073335851	0,077557508	0,075569998	0,081278631	0,075244885	0,063790478	0,068872784
Samsun	0,032743554	0,027642346	0,026755912	0,032008846	0,032934421	0,027541612	0,028096085
Siirt	0,00631136	0,006121265	0,003532134	0,002670994	0,00133329	0,002574542	0,004184329
Sinop	0,004261517	0,003243197	0,002578458	0,002714074	0,002913884	0,001736319	0,002124071
Sivas	0,019149854	0,019394746	0,015541388	0,016241366	0,01474146	0,014814308	0,014640594
Tekirdağ	0,145673751	0,141669709	0,126856578	0,123181642	0,120727288	0,106958961	0,111108072
Tokat	0,008199374	0,00766769	0,007276195	0,008127863	0,009881402	0,008373676	0,008432472
Trabzon	0,015292912	0,010610194	0,004909666	0,015710039	0,016063998	0,014489283	0,014950545
Tunceli	0,000809149	0,000601387	0,000423856	0,000732369	0,000731159	0,00067571	0,000537855
Şanlıurfa	0,010977452	0,009428897	0,008141568	0,005830234	0,006655699	0,005559642	0,00669128
Uşak	0,030423994	0,027792693	0,02301185	0,022172121	0,021149855	0,019090956	0,020092073
Van	0,004585176	0,003457978	0,003072956	0,00390597	0,004483726	0,004935252	0,004822462
Yozgat	0,010033445	0,010459847	0,008530103	0,01180407	0,010074944	0,008621722	0,009097953
Zonguldak	0,112660481	0,089413432	0,076311746	0,063529446	0,049923121	0,039712951	0,051688773
Aksaray	0,01194843	0,014798428	0,014446426	0,01263696	0,012311431	0,01201738	0,010191896
Bayburt	0,000431546	0,000408084	0,000671105	0,000402085	0,000720407	0,000863883	0,000665482
Karaman	0,032231093	0,031701712	0,026226092	0,033617186	0,042288958	0,028217322	0,024221706
Kırkkale	0,011220196	0,009020812	0,014658354	0,008817152	0,00794598	0,006457738	0,006308401
Batman	0,00415363	0,004553362	0,003002314	0,003015638	0,003042913	0,00373779	0,005323853
Şırnak	0,002292588	0,002169291	0,002013316	0,001680141	0,003225702	0,003438425	0,002625462
Bartın	0,018853166	0,013831912	0,012556735	0,011200942	0,010289991	0,009314539	0,008678609
Ardahan	0,000674291	0,000622866	0,000547481	0,000516967	0,001956926	0,002412029	0,000802224
Iğdır	0,000917035	0,0013746	0,000600463	0,000674929	0,000559122	0,000410558	0,000701946
Yalova	0,016614522	0,019953178	0,021704961	0,02442667	0,023870198	0,023187984	0,037968914
Karabük	0,038893084	0,032904487	0,029970153	0,023852262	0,020375687	0,01590913	0,018095629
Kilis	0,001024922	0,000665822	0,000600463	0,000746729	0,000881692	0,000761243	0,000866038
Osmaniye	0,018448592	0,016237462	0,011797326	0,012565159	0,012795286	0,012573345	0,011641369
Düzce	0,045312331	0,039176099	0,030058457	0,030271264	0,024526091	0,021408899	0,023401249

Ek 2'nin devamı

İl Adı	[Nij-N]2				İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016			
Adana	0,00026	0,00003	0,00004	0,00009	0,00011	0,00008	0,00015
Adıyaman	0,00318	0,00278	0,00226	0,00206	0,00179	0,00161	0,00181
Afyonkarahisar	0,00219	0,00191	0,00164	0,00159	0,00127	0,00123	0,00126
Ağrı	0,00388	0,00325	0,00266	0,00245	0,00219	0,00194	0,00216
Amasya	0,00269	0,00256	0,00219	0,00186	0,00151	0,00144	0,00164
Ankara	0,07520	0,07632	0,06750	0,06322	0,04873	0,04537	0,05223
Antalya	0,01425	0,01407	0,00817	0,00733	0,00587	0,01163	0,02773
Artvin	0,00307	0,00252	0,00227	0,00222	0,00173	0,00159	0,00135
Aydın	0,00000	0,00010	0,00010	0,00011	0,00004	0,00004	0,00004
Balıkesir	0,00002	0,00005	0,00005	0,00004	0,00003	0,00011	0,00010
Bilecik	0,00001	0,00005	0,00014	0,00022	0,00014	0,00020	0,00016
Bingöl	0,00367	0,00311	0,00248	0,00219	0,00190	0,00181	0,00187
Bitlis	0,00393	0,00327	0,00266	0,00247	0,00220	0,00198	0,00214
Bolu	0,00101	0,00081	0,00079	0,00066	0,00070	0,00057	0,00047
Burdur	0,00299	0,00249	0,00201	0,00171	0,00159	0,00148	0,00171
Bursa	0,10485	0,08283	0,06849	0,05334	0,03461	0,02632	0,02651
Çanakkale	0,00168	0,00146	0,00102	0,00087	0,00060	0,00074	0,00075
Çankırı	0,00326	0,00266	0,00215	0,00148	0,00179	0,00170	0,00190
Çorum	0,00259	0,00218	0,00165	0,00143	0,00120	0,00109	0,00130
Denizli	0,00430	0,00234	0,00151	0,00097	0,00062	0,00024	0,00020
Dişarbakır	0,00264	0,00174	0,00153	0,00139	0,00106	0,00084	0,00092
Edirne	0,00187	0,00168	0,00155	0,00163	0,00140	0,00129	0,00132
Elazığ	0,00240	0,00222	0,00178	0,00179	0,00140	0,00130	0,00154
Erzincan	0,00355	0,00292	0,00251	0,00232	0,00193	0,00180	0,00197
Erzurum	0,00229	0,00206	0,00172	0,00165	0,00119	0,00118	0,00135
Eskişehir	0,00465	0,00229	0,00168	0,00129	0,00051	0,00031	0,00036
Gaziantep	0,00001	0,00001	0,00000	0,00005	0,00001	0,00000	0,00006
Giresun	0,00320	0,00274	0,00219	0,00196	0,00155	0,00136	0,00148
Gümüşhane	0,00361	0,00320	0,00257	0,00239	0,00210	0,00188	0,00207
Hakkari	0,00399	0,00337	0,00272	0,00253	0,00220	0,00194	0,00207
Hatay	0,00037	0,00055	0,00044	0,00067	0,00067	0,00063	0,00073
Isparta	0,00277	0,00219	0,00168	0,00152	0,00148	0,00128	0,00140
Mersin	0,00029	0,00033	0,00007	0,00004	0,00022	0,00019	0,00011
İstanbul	0,87660	0,88605	0,89744	0,90114	0,90680	0,91105	0,90717
İzmir	0,21188	0,15081	0,11970	0,09305	0,08170	0,08882	0,07184
Kars	0,00373	0,00319	0,00263	0,00232	0,00194	0,00191	0,00211
Kastamonu	0,00315	0,00268	0,00201	0,00190	0,00161	0,00138	0,00156
Kayseri	0,01328	0,00964	0,00514	0,00358	0,00240	0,00145	0,00213
Kırklareli	0,00110	0,00081	0,00065	0,00032	0,00066	0,00082	0,00073
Kırşehir	0,00233	0,00177	0,00160	0,00148	0,00145	0,00125	0,00146
Kocaeli	0,07440	0,07286	0,06507	0,05053	0,04010	0,03271	0,03571
Konya	0,00159	0,00090	0,00089	0,00067	0,00069	0,00039	0,00040
Kütahya	0,00014	0,00006	0,00019	0,00019	0,00012	0,00014	0,00029
Malatya	0,00249	0,00187	0,00153	0,00149	0,00109	0,00085	0,00095
Manisa	0,05064	0,03372	0,01239	0,01110	0,00830	0,00769	0,00660
Kahramanmaraş	0,00126	0,00108	0,00098	0,00094	0,00078	0,00077	0,00065
Mardin	0,00368	0,00301	0,00245	0,00215	0,00176	0,00169	0,00191
Muğla	0,00012	0,00004	0,00006	0,00000	0,00007	0,00021	0,00037
Muş	0,00385	0,00323	0,00266	0,00250	0,00211	0,00188	0,00198
Nevşehir	0,00333	0,00281	0,00230	0,00194	0,00172	0,00157	0,00175
Niğde	0,00307	0,00260	0,00202	0,00182	0,00151	0,00158	0,00172
Ordu	0,00208	0,00196	0,00179	0,00145	0,00122	0,00114	0,00121
Rize	0,00323	0,00252	0,00203	0,00174	0,00159	0,00149	0,00163
Sakarya	0,00009	0,00036	0,00052	0,00093	0,00076	0,00033	0,00045
Samsun	0,00096	0,00096	0,00067	0,00035	0,00022	0,00032	0,00038
Siirt	0,00330	0,00276	0,00241	0,00231	0,00215	0,00184	0,00188
Sinop	0,00354	0,00308	0,00251	0,00230	0,00201	0,00192	0,00206
Sivas	0,00199	0,00154	0,00138	0,00119	0,00109	0,00094	0,00108
Tekirdağ	0,00671	0,00688	0,00550	0,00525	0,00533	0,00378	0,00404
Tokat	0,00308	0,00260	0,00206	0,00181	0,00143	0,00138	0,00153
Trabzon	0,00235	0,00231	0,00228	0,00123	0,00100	0,00096	0,00106
Tunceli	0,00396	0,00338	0,00273	0,00250	0,00221	0,00201	0,00221
Şanlıurfa	0,00278	0,00243	0,00198	0,00201	0,00169	0,00160	0,00167
Uşak	0,00111	0,00096	0,00088	0,00081	0,00071	0,00070	0,00075
Van	0,00350	0,00305	0,00246	0,00219	0,00187	0,00165	0,00183
Yozgat	0,00288	0,00233	0,00195	0,00151	0,00142	0,00136	0,00148
Zonguldak	0,00239	0,00094	0,00056	0,00016	0,00000	0,00003	0,00002
Aksaray	0,00268	0,00193	0,00146	0,00145	0,00126	0,00112	0,00140
Bayburt	0,00401	0,00340	0,00270	0,00253	0,00221	0,00199	0,00220
Karaman	0,00099	0,00073	0,00070	0,00029	0,00003	0,00030	0,00054
Kırıkkale	0,00276	0,00247	0,00144	0,00176	0,00158	0,00153	0,00170
Batman	0,00355	0,00293	0,00247	0,00228	0,00200	0,00174	0,00178
Şırnak	0,00377	0,00320	0,00257	0,00240	0,00198	0,00177	0,00202
Bartın	0,00201	0,00201	0,00161	0,00156	0,00140	0,00131	0,00151
Ardahan	0,00398	0,00337	0,00272	0,00252	0,00210	0,00186	0,00219
Iğdır	0,00395	0,00329	0,00271	0,00250	0,00223	0,00203	0,00219
Yalova	0,00222	0,00150	0,00096	0,00069	0,00057	0,00050	0,00009
Karabük	0,00062	0,00067	0,00052	0,00072	0,00075	0,00088	0,00087
Kilis	0,00393	0,00337	0,00271	0,00250	0,00220	0,00200	0,00218
Osmaniye	0,00205	0,00180	0,00167	0,00146	0,00122	0,00108	0,00129
Düzce	0,00034	0,00038	0,00051	0,00042	0,00054	0,00058	0,00058
Preference Varitation Value	1,60215	1,47634	1,36638	1,29350	1,22390	1,21151	1,22400
Deviation in the Preference Varitation Value	-0,60215	-0,47634	-0,36638	-0,29350	-0,22390	-0,21151	-0,22400
Ağırlıklar	0,25113	0,19866	0,15280	0,12240	0,09338	0,08821	0,09342
Ağırlık Kontrolü	1						

Ek 2'nin devamı

İl Adı	Ağırlıklı Normalize Matris							İl Adı	Preference Selection Index	Sıralama
	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019			
Adana	0,020042402	0,012663959	0,007059319	0,007391308	0,005442853	0,004802364	0,005578207	Adana	0,062980	67
Adıyaman	0,001835583	0,001190446	0,000787967	0,000655638	0,000506032	0,000472314	0,000467547	Adıyaman	0,005916	21
Afyonkarahisar	0,004246903	0,002973982	0,001859278	0,001327096	0,001131543	0,000917467	0,001120751	Afyonkarahisar	0,013577	42
Ağrı	0,000365762	0,000341347	0,000159212	0,000151166	8,93588E-05	0,000125246	9,70863E-05	Ağrı	0,001329	8
Amasya	0,002980283	0,001612863	0,000904003	0,000922815	0,00083435	0,00066622	0,000657462	Amasya	0,008578	31
Ankara	0,084870325	0,066541252	0,04774485	0,036984663	0,025070658	0,022804629	0,025792607	Ankara	0,309809	79
Antalya	0,045984408	0,035222702	0,021857983	0,016686251	0,01161162	0,013528106	0,019998936	Antalya	0,164890	75
Artvin	0,002079425	0,001693932	0,00076368	0,000437678	0,00057029	0,000495704	0,001011742	Artvin	0,007052	23
Aydın	0,015538111	0,009707044	0,006527711	0,004932226	0,003841423	0,003456344	0,003832356	Aydın	0,047835	63
Balıkesir	0,014806587	0,010206263	0,00694868	0,005470095	0,003943834	0,003088905	0,003521509	Balıkesir	0,047986	64
Bilecik	0,015301043	0,010300134	0,006263257	0,00438381	0,003340412	0,00275919	0,003271129	Bilecik	0,045619	62
Bingöl	0,000792484	0,000580289	0,000439858	0,000481621	0,00038354	0,000266337	0,000397713	Bingöl	0,003342	14
Bitlis	0,000257388	0,000302945	0,000172705	0,000121284	7,93185E-05	9,05395E-05	0,000117526	Bitlis	0,001142	7
Bolu	0,00801967	0,0059949	0,003750938	0,003065503	0,001985974	0,001911892	0,002419494	Bolu	0,027148	53
Burdur	0,002282626	0,001740868	0,001203538	0,001151321	0,000737963	0,000620195	0,00057826	Burdur	0,008315	29
Bursa	0,097319779	0,068836808	0,04803629	0,034478122	0,021830649	0,018325943	0,019651469	Bursa	0,308479	78
Çanakkale	0,005709951	0,004062024	0,003170757	0,002597944	0,002177744	0,001615375	0,001879558	Çanakkale	0,021213	49
Çankırı	0,001659476	0,001412322	0,00096337	0,001504628	0,00050302	0,00037423	0,000373016	Çankırı	0,006790	22
Çorum	0,003217351	0,002380893	0,001834991	0,001585484	0,001221906	0,001096282	0,001077318	Çorum	0,012414	36
Denizli	0,032464762	0,021261626	0,013981013	0,010017375	0,006785242	0,005390871	0,00576727	Denizli	0,095668	71
Diyarbakır	0,00309543	0,003366531	0,002067064	0,00165052	0,001422712	0,001456176	0,001601073	Diyarbakır	0,014660	46
Edirne	0,005134214	0,00351587	0,002040078	0,001258544	0,00096889	0,000847299	0,001050917	Edirne	0,014816	47
Elazığ	0,003691487	0,00230409	0,001592125	0,001033553	0,000965878	0,000833718	0,000776691	Elazığ	0,011198	35
Erzincan	0,001049762	0,000921636	0,00039938	0,00031112	0,000357435	0,0002769	0,000290407	Erzincan	0,003607	15
Erzurum	0,003975968	0,00265397	0,001716256	0,001232178	0,001231946	0,000982353	0,001013445	Erzurum	0,012806	38
Eskişehir	0,033121779	0,021176289	0,014304835	0,010609735	0,006571384	0,00557195	0,006202455	Eskişehir	0,097558	72
Gaziantep	0,015185895	0,010901757	0,008030785	0,005371662	0,004235003	0,004133881	0,005150686	Gaziantep	0,053010	65
Giresun	0,00178817	0,001258716	0,000901304	0,000785711	0,000785152	0,000756005	0,000852486	Giresun	0,007128	24
Gümüşhane	0,000907632	0,000426683	0,000229935	0,000224991	0,000180726	0,000184851	0,000189063	Gümüşhane	0,002413	12
Hakkari	0,000135467	0,000132272	7,55585E-05	5,09745E-05	7,93185E-05	0,000126755	0,000186508	Hakkari	0,000787	3
Hatay	0,01115574	0,006993338	0,00483844	0,003033864	0,002043203	0,001804735	0,001922139	Hatay	0,031791	58
İsparta	0,002783855	0,002372359	0,001786418	0,001434318	0,000870495	0,000857861	0,000952128	İsparta	0,011057	34
Mersin	0,011711157	0,008060046	0,006775975	0,005480642	0,003080368	0,002805215	0,003468708	Mersin	0,041382	60
İstanbul	0,251129462	0,198659452	0,152798093	0,122403925	0,093377909	0,088211096	0,093420062	İstanbul	1,000000	81
İzmir	0,131599804	0,088809851	0,060910912	0,043546316	0,031149062	0,030303561	0,029481888	İzmir	0,415801	80
Kars	0,000657017	0,000435217	0,000210484	0,000314636	0,000343379	0,000156181	0,000153294	Kars	0,002270	10
Kastamonu	0,001916864	0,001382454	0,001195443	0,000877114	0,000707842	0,00074016	0,000749438	Kastamonu	0,007569	25
Kayseri	0,044941309	0,031164944	0,019002952	0,013529345	0,009035276	0,007369913	0,008749694	Kayseri	0,133793	74
Kırklareli	0,000681001	0,006011967	0,000412223	0,004005896	0,002061276	0,001492392	0,001913623	Kırklareli	0,027308	54
Kırşehir	0,003874368	0,003302528	0,001934836	0,001494081	0,000905636	0,000893323	0,000876332	Kırşehir	0,013281	40
Kocaeli	0,084504563	0,065282536	0,047024347	0,033722293	0,023157978	0,019969235	0,022094809	Kocaeli	0,295756	77
Konya	0,02600974	0,017626285	0,012602072	0,009375799	0,006913758	0,005767364	0,006313168	Konya	0,084608	70
Kütahya	0,013018417	0,010073991	0,005939435	0,004527945	0,003453867	0,002981767	0,002842756	Kütahya	0,042838	61
Malatya	0,003474739	0,003076386	0,002061667	0,001478262	0,001379539	0,001438069	0,001558491	Malatya	0,014467	43
Manisa	0,072515698	0,048142671	0,025055725	0,019104905	0,012966058	0,011748251	0,012031894	Manisa	0,201565	76
Kahramanmaraş	0,007091718	0,005120199	0,003275999	0,002452051	0,001850429	0,001567842	0,002066066	Kahramanmaraş	0,023424	51
Mardin	0,000778938	0,000755229	0,000488431	0,000527323	0,000544185	0,000386302	0,000363648	Mardin	0,003844	16
Muğla	0,013214845	0,010351336	0,006867724	0,006255806	0,00521795	0,005293541	0,006235669	Muğla	0,053437	66
Muş	0,000426722	0,000371214	0,000164609	8,61294E-05	0,000165665	0,000193151	0,000281039	Muş	0,001689	9
Nevşehir	0,001503688	0,001130711	0,000723202	0,000810319	0,000587358	0,000514566	0,000538233	Nevşehir	0,005808	20
Niğde	0,002092971	0,001523259	0,001176553	0,000989609	0,000827322	0,000510039	0,000568892	Niğde	0,007689	26
Ordu	0,004544931	0,002858778	0,001581331	0,001548571	0,001198813	0,00103894	0,00119314	Ordu	0,013965	43
Rize	0,001727209	0,001681132	0,001157664	0,001107378	0,000731939	0,000614159	0,000670236	Rize	0,007690	27
Sakarya	0,018416793	0,015407532	0,011546952	0,009948823	0,00702621	0,005627028	0,0064341	Sakarya	0,074407	68
Samsun	0,008222871	0,005491413	0,004088252	0,003918008	0,003075347	0,002429476	0,002624738	Samsun	0,029850	56
Siirt	0,001584969	0,001216047	0,000539703	0,00032694	0,0001245	0,000227103	0,0003909	Siirt	0,004410	19
Sinop	0,001070192	0,000644292	0,000393983	0,000332213	0,000272092	0,000153163	0,000198431	Sinop	0,003064	13
Sivas	0,004809093	0,00385295	0,002374694	0,001988007	0,001376527	0,001306786	0,001367725	Sivas	0,017076	48
Tekirdağ	0,036582971	0,028144027	0,019383443	0,015077916	0,011273262	0,009434967	0,010379723	Tekirdağ	0,130276	73
Tokat	0,002059104	0,001523259	0,001111789	0,000994882	0,000922705	0,000738651	0,000787762	Tokat	0,008138	28
Trabzon	0,003840501	0,002107815	0,000750188	0,00192297	0,001500023	0,001278116	0,001396681	Trabzon	0,012796	37
Tunceli	0,000203201	0,000119471	6,47644E-05	8,96449E-05	6,82741E-05	5,96052E-05	5,02464E-05	Tunceli	0,000655	2
Şanlıurfa	0,002756762	0,001873139	0,001244016	0,000713644	0,000621495	0,000490422	0,0006251	Şanlıurfa	0,008325	30
Uşak	0,007640361	0,005521281	0,003516167	0,002713955	0,001974929	0,001684034	0,001877003	Uşak	0,024928	52
Van	0,001151473	0,00068696	0,000469542	0,000478106	0,000418681	0,000435344	0,000450515	Van	0,004091	18
Yozgat	0,002519694	0,002077947	0,001303383	0,001444864	0,000940777	0,000760532	0,000849931	Yozgat	0,009897	33
Zonguldak	0,028292366	0,017762823	0,011660289	0,007776253	0,004661717	0,003503123	0,004828768	Zonguldak	0,078485	69
Aksaray	0,003000603	0,002939848	0,002207386	0,001546814	0,001149616	0,001060066	0,000952128	Aksaray	0,012856	39
Bayburt	0,000108374	8,10698E-05	0,000102544	4,92168E-05	6,72701E-05	7,62041E-05	6,21693E-05	Bayburt	0,000547	1
Karaman	0,008094177	0,006297845	0,004007297	0,004114876	0,003948854	0,002489081	0,002262793	Karaman	0,031215	57
Kırıkkale	0,002817722	0,00179207	0,002239769	0,001079254	0,000741979	0,000569644	0,000589331	Kırıkkale	0,009830	32
Batman	0,001043099	0,000904568	0,000458748	0,000369126	0,000284141	0,000329715	0,000497355	Batman	0,003887	17
Şırnak	0,000575736	0,00043095	0,000307631	0,000205656	0,000301209	0,000303307	0,000245271	Şırnak	0,002370	11
Bartın	0,004734586	0,00274784	0,001918645	0,001371039	0,000960858	0,000821646	0,000810756	Bartın	0,013365	41
Ardahan	0,000169334	0,000123738	8,3654E-05	6,32787E-05	0,000182734	0,000212768	7,49438E-05	Ardahan	0,000910	6
İğdır	0,000230295	0,000273077	9,17496E-05	8,26139E-05	5,22096E-05	3,62158E-05	6,55759E-05	İğdır	0,000832	5
Yalova	0,004172396	0,003963887	0,003316477	0,00298992	0,002228949	0,002045438	0,003547058	Yalova	0,022264	50
Karabük	0,009767199	0,006536787	0,004579382	0,002919611	0,001902639	0,001403362	0,001690495	Karabük	0,028799	55
Kilis	0,000257388	0,000132272	9,17496E-05	9,14026E-05	8,23306E-05	6,71501E-05	8,09053E-05	Kilis	0,000803	4
Os										

Ek 3. Aşama 1 CoCoSo metodu işlem detayları

Kriter Tipi	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil	Faydalı Değil
Wj	0,251	0,199	0,153	0,122	0,093	0,088	0,093
Ağırlıklı Normalize Matris							
İl Adı	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Adana	0,231186829	0,186071426	0,145800573	0,115058881	0,08798425	0,08344299	0,087889127
Adıyaman	0,249401507	0,197549623	0,152074584	0,12179726	0,092923833	0,087774819	0,093002537
Afyonkarahisar	0,246989147	0,195765359	0,151002819	0,121125532	0,092297971	0,087329484	0,092348981
Ağrı	0,250871963	0,198399069	0,152703605	0,122301935	0,093340739	0,088122029	0,093373197
Amasya	0,248256314	0,197127034	0,151958499	0,121529976	0,092595331	0,087580834	0,09281252
Ankara	0,166330917	0,132172137	0,105097789	0,085453622	0,068345464	0,065433332	0,067663849
Antalya	0,205233622	0,163503473	0,130995634	0,105760199	0,081812031	0,074713665	0,073460637
Artvin	0,249157561	0,197045931	0,152098881	0,122015308	0,092859539	0,08775142	0,092458049
Aydın	0,235693064	0,189029548	0,146332406	0,117518952	0,089586575	0,084789563	0,089635917
Balıkesir	0,236424904	0,188530125	0,145911259	0,116980866	0,089484107	0,085157154	0,089946931
Bilecik	0,235930235	0,188436216	0,146596973	0,118067588	0,090087867	0,085487003	0,090197447
Bingöl	0,250445057	0,198160029	0,15242284	0,121971346	0,093046393	0,087980881	0,093072408
Bitlis	0,250980384	0,198437486	0,152690107	0,122331829	0,093350785	0,08815675	0,093352747
Bolu	0,243214751	0,192743208	0,149110357	0,119386425	0,091443063	0,08633465	0,09104954
Burdur	0,248954272	0,196998977	0,151658836	0,121301377	0,092691772	0,087626877	0,092891765
Bursa	0,153876088	0,129875644	0,104806226	0,087961171	0,071587785	0,069913857	0,073808291
Çanakkale	0,245525467	0,194676872	0,149690784	0,119854173	0,091251186	0,086631289	0,091589767
Çankırı	0,249577691	0,197327657	0,151899106	0,120947929	0,092926846	0,087872944	0,093097119
Çorum	0,248019143	0,19635869	0,151027116	0,12086704	0,092207558	0,087150595	0,092392438
Denizli	0,218759105	0,177470249	0,138875943	0,112431757	0,086641109	0,082854242	0,087699962
Diyarbakır	0,248141117	0,19537265	0,150794945	0,120801977	0,092006639	0,086790553	0,091868401
Edirne	0,246101452	0,19522325	0,150821942	0,121194112	0,092460715	0,087399681	0,092418853
Elazığ	0,247544803	0,196435525	0,151270085	0,121419193	0,092463729	0,087413267	0,092693227
Erzincan	0,250187558	0,197818543	0,152463335	0,122141916	0,093072512	0,087970314	0,093179772
Erzurum	0,247260198	0,196085502	0,151145901	0,121220488	0,092197512	0,08726457	0,092456345
Eskişehir	0,218101805	0,17755562	0,138551984	0,111839159	0,086855087	0,082673089	0,087264543
Gaziantep	0,236045432	0,187834347	0,144828695	0,117079339	0,089192775	0,084111748	0,088316878
Giresun	0,249448941	0,197481325	0,151961198	0,121667135	0,092644556	0,087491012	0,092617391
Gümüşhane	0,25032986	0,198313697	0,152563223	0,12222808	0,093249321	0,0880624	0,093281171
Hakkari	0,251102357	0,198608229	0,152787295	0,122402167	0,093350785	0,08812052	0,093283727
Hatay	0,240077327	0,191744362	0,148022393	0,119418078	0,091385801	0,086441832	0,091547162
İsparta	0,248452826	0,196367228	0,15107571	0,121018267	0,092559165	0,087389113	0,092517696
Mersin	0,23952167	0,190677218	0,146084037	0,116970316	0,090348057	0,08544096	0,089999761
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0
İzmir	0,119581263	0,109894448	0,091926145	0,078889329	0,062263659	0,05793132	0,063972582
Kars	0,250580583	0,19830516	0,152652312	0,122138399	0,093086577	0,088091082	0,093316959
Kastamonu	0,249320192	0,197357537	0,151666935	0,121557695	0,092721909	0,087506863	0,092762044
Kayseri	0,206277171	0,167562888	0,133851875	0,108918374	0,084389816	0,080874387	0,084715933
Kırklareli	0,243553566	0,192726134	0,148718906	0,118445655	0,091367718	0,086754322	0,091555683
Kırşehir	0,247361843	0,195436678	0,150927228	0,120958479	0,092524005	0,087353637	0,092593532
Kocaeli	0,166696837	0,133431367	0,105818599	0,088717304	0,070259214	0,068269891	0,071363636
Konya	0,225216913	0,181107074	0,14025547	0,113073591	0,086512521	0,082477594	0,087153771
Kütahya	0,238213846	0,188662451	0,146920932	0,117923395	0,089974348	0,085264336	0,09062605
Malatya	0,247761644	0,195662915	0,150800344	0,120974306	0,092049837	0,086808668	0,091911006
Manisa	0,178690878	0,15057823	0,127796536	0,103340572	0,080456836	0,076494251	0,081431967
Kahramanmaraş	0,244143103	0,193618266	0,149585497	0,120000124	0,091578683	0,086678841	0,091403158
Mardin	0,250458609	0,197985017	0,152374246	0,121925627	0,092885658	0,087860867	0,093106492
Muğla	0,238017333	0,188384993	0,145992249	0,116194839	0,088209278	0,082951612	0,087231311
Muş	0,250810977	0,198369189	0,152698206	0,122366998	0,09326439	0,088054097	0,093189145
Nevşehir	0,249733546	0,197609383	0,152139376	0,121642516	0,092842461	0,08773255	0,092931813
Niğde	0,249144008	0,197216674	0,151685833	0,121463155	0,092602363	0,087737079	0,092901138
Ordu	0,24669099	0,19588061	0,151280884	0,120903968	0,092230664	0,08720796	0,092276554
Rize	0,249509928	0,197058737	0,151704731	0,121345338	0,092697799	0,087632915	0,092799739
Sakarya	0,232813139	0,183326733	0,141311037	0,112500336	0,086400007	0,082617988	0,087032774
Samsun	0,243011462	0,1932469	0,148772899	0,118533577	0,09035308	0,085816853	0,090844185
Siirt	0,24965223	0,197524011	0,152322953	0,12212609	0,093305578	0,088020131	0,093079225
Sinop	0,250167229	0,198096	0,152468735	0,122120815	0,093157903	0,088094102	0,093271798
Sivas	0,246426714	0,194886032	0,150487184	0,120464355	0,092052851	0,086940004	0,0923101874
Tekirdağ	0,214639118	0,170585038	0,133471223	0,10736918	0,082150579	0,078808485	0,083085027
Tokat	0,24917789	0,197216674	0,151750625	0,121457879	0,092506927	0,087508373	0,09268215
Trabzon	0,247395724	0,196631879	0,152112379	0,120529418	0,091929286	0,086968687	0,092072903
Tunceli	0,251034594	0,198621035	0,152798093	0,122363481	0,093361835	0,088187697	0,093420062
Şanlıurfa	0,248479931	0,196866651	0,151618341	0,121739231	0,092808304	0,087756704	0,0928449
Uşak	0,243594223	0,19321702	0,149345227	0,119738115	0,091454113	0,086562601	0,091592323
Van	0,250085913	0,198053314	0,152393144	0,121974863	0,093011232	0,087811804	0,093019579
Yozgat	0,248717102	0,196661759	0,151558949	0,121007716	0,092488844	0,087486483	0,092619947
Zonguldak	0,222933302	0,18097048	0,141197651	0,11467378	0,088765823	0,084742765	0,088638969
Aksaray	0,248235985	0,195799507	0,150654563	0,120905726	0,092279889	0,087186825	0,092517696
Bayburt	0,251129462	0,198659452	0,152760298	0,122403925	0,09336284	0,088171092	0,093408133
Karaman	0,243140212	0,192440139	0,148853889	0,118336631	0,089479084	0,085757224	0,091206325
Kırıkkale	0,248418945	0,196947754	0,150622167	0,121373474	0,092687753	0,087677449	0,092880687
Batman	0,250194334	0,197835617	0,152403943	0,122083887	0,093145848	0,087917477	0,092972713
Şırnak	0,250661898	0,198309429	0,152555124	0,122274723	0,09312877	0,087943895	0,093224933
Bartın	0,246501253	0,195991593	0,150943426	0,121081571	0,092468752	0,087425344	0,092659143
Ardaahan	0,251068476	0,198616766	0,152779196	0,122389858	0,093247311	0,088034472	0,093395352
İğdır	0,251007489	0,198467366	0,152771097	0,122370515	0,093377909	0,088211096	0,093404725
Yalova	0,247063686	0,194775049	0,149545002	0,119462039	0,091199951	0,086201049	0,089921369
Karabük	0,241466467	0,192201099	0,148281561	0,119532377	0,091526444	0,086843389	0,091778931
Kilis	0,250980384	0,198608229	0,152771097	0,122361722	0,093347771	0,088180149	0,093389387
Osmaniye	0,246602898	0,195513513	0,151059512	0,120914518	0,092234682	0,087137763	0,092382213
Düzce	0,239853709	0,190954675	0,148268063	0,11874635	0,091138671	0,086358049	0,091283013

Ek 3'ün devamı

İl Adı	Ekspansiyonel Normalize Matris				İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	P _i
	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016				
Adana	0,979435336	0,987079658	0,992862776	0,992453963	0,994459701	0,995110181	0,994314794	6,935716409
Adıyaman	0,998267575	0,998887678	0,999275036	0,999392011	0,99954492	0,999562736	0,999581626	6,994511582
Afyonkarahisar	0,995833877	0,997088864	0,998195725	0,99871571	0,998914359	0,999114344	0,998923312	6,986786192
Ağrı	0,999742402	0,99973948	0,999905487	0,999897973	0,999962823	0,999910892	0,999953124	6,999112181
Amasya	0,99711446	0,998462824	0,999158445	0,9991233	0,999214433	0,999367675	0,999390659	6,991831796
Ankara	0,901709697	0,922238762	0,944423073	0,956967188	0,971279175	0,973995358	0,970316452	6,640929704
Antalya	0,950580091	0,962048433	0,976750741	0,982269468	0,987728511	0,985457582	0,977796107	6,822630932
Artvin	0,998022274	0,998381202	0,999299429	0,99961084	0,999480321	0,999539228	0,999033467	6,993366761
Aydın	0,984195027	0,990177426	0,993415303	0,995027282	0,99613703	0,996516424	0,99614453	6,951613022
Balıkesir	0,984961583	0,989657165	0,99297791	0,994468493	0,996030583	0,996896764	0,996466918	6,951459415
Bilecik	0,984443643	0,989559214	0,993689531	0,995594721	0,996656203	0,997236783	0,99672586	6,953905955
Bingöl	0,999314895	0,999500073	0,999624356	0,999566749	0,99966795	0,99976951	0,999651758	6,997095291
Bitlis	0,999850888	0,999777935	0,999891981	0,999927885	0,999972872	0,999945639	0,999932663	6,999299863
Bolu	0,991990134	0,994011872	0,996273992	0,996949347	0,998046737	0,998105105	0,997601763	6,972978951
Burdur	0,997817719	0,998333936	0,998857128	0,99889307	0,999311567	0,999414009	0,999470343	6,992097772
Bursa	0,884256174	0,919033065	0,944022266	0,960360978	0,975491342	0,979702489	0,978227478	6,641093792
Çanakkale	0,994348561	0,99598504	0,995865583	0,997426634	0,997850997	0,998407144	0,998153244	6,979037203
Çankırı	0,998444625	0,998664613	0,999098764	0,998536347	0,999547947	0,999661255	0,99967655	6,993630101
Çorum	0,996875152	0,997688487	0,998220265	0,99845458	0,998822946	0,998933641	0,998967216	6,987962288
Denizli	0,965938391	0,977842547	0,985508258	0,989652026	0,993032214	0,994488833	0,994114673	6,900576942
Diğarbakır	0,996998246	0,99669119	0,997985637	0,998388777	0,998619516	0,998568919	0,998436532	6,985688817
Edirne	0,99493385	0,996539733	0,998012935	0,998784907	0,999078697	0,999185161	0,998993893	6,985529177
Elazığ	0,99639602	0,99776603	0,998465479	0,999011774	0,999081738	0,999198862	0,999270589	6,989190492
Erzincan	0,999056769	0,999157661	0,999664931	0,999737745	0,99969415	0,999758917	0,999759429	6,996829602
Erzurum	0,996108211	0,997412583	0,998340189	0,998811512	0,998812785	0,999048812	0,999031747	6,987565838
Eskişehir	0,965208708	0,977935976	0,98515664	0,989012063	0,993260968	0,994296839	0,993652542	6,898523735
Gaziantep	0,984564332	0,988930512	0,991848657	0,994570923	0,995727333	0,995811139	0,994765884	6,946218779
Giresun	0,998315252	0,998819064	0,999161157	0,999261256	0,999264023	0,999277222	0,999194185	6,993292159
Gümüşhane	0,999199442	0,999654004	0,999764976	0,999824044	0,999871332	0,999851189	0,999861015	6,998026003
Hakkari	0,999972894	0,999948772	0,999989201	0,999998242	0,999972872	0,999909381	0,999863575	6,999654936
Hatay	0,98876092	0,9929864	0,995159827	0,996981696	0,997988362	0,998214348	0,998109859	6,968201412
İsparta	0,997312615	0,997697104	0,998269335	0,998607409	0,999177984	0,999174504	0,999093658	6,989332621
Mersin	0,988185717	0,991886068	0,993157482	0,994457514	0,996924642	0,997189393	0,996521579	6,958322395
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0
İzmir	0,829998707	0,889033248	0,925296004	0,947650369	0,962863227	0,963588903	0,965244685	6,962875144
Kars	0,99945067	0,999645455	0,999854159	0,999734221	0,999708255	0,999879911	0,999896845	6,998169517
Kastamonu	0,998185828	0,998694653	0,998865279	0,999169301	0,999341902	0,99929319	0,999298046	6,992848199
Kayseri	0,951791597	0,966746991	0,979975248	0,98581366	0,99059392	0,992369399	0,990904904	6,85819572
Kırklareli	0,992336991	0,993994379	0,995873909	0,995998439	0,99796992	0,998532141	0,998118538	6,972810277
Kırşehir	0,996211029	0,996756072	0,998119358	0,998547009	0,999142536	0,999138717	0,999170136	6,987084857
Kocaeli	0,902207457	0,923977628	0,945409927	0,961367689	0,973787091	0,977648263	0,975154193	6,659552248
Konya	0,973021449	0,981791101	0,986997828	0,990341831	0,992894501	0,994089214	0,993346441	6,912670566
Kütahya	0,986827933	0,989795119	0,994024749	0,995445811	0,996538865	0,997007382	0,997167373	6,956807232
Malatya	0,996615137	0,996985185	0,997991097	0,998563	0,998663288	0,998587302	0,998479779	6,985884788
Manisa	0,91808787	0,946437461	0,97306767	0,979490695	0,986189116	0,987507096	0,987251811	6,778031719
Kahramanmaraş	0,992939663	0,994906763	0,996758416	0,997575227	0,998184864	0,998455475	0,997963083	6,976783489
Mardin	0,999328475	0,999324646	0,999575654	0,99952088	0,999506569	0,999649135	0,999685952	6,99659131
Muğla	0,986623431	0,98950577	0,993062107	0,993648154	0,994696927	0,994591872	0,993617186	6,945745448
Muş	0,999681363	0,999709567	0,999900085	0,999963068	0,999886418	0,999842873	0,999768824	6,998752197
Neşehir	0,998601169	0,9989477	0,999340077	0,999236505	0,999463155	0,999520266	0,99951059	6,994619461
Niğde	0,998008641	0,998553005	0,998884295	0,999056041	0,999221519	0,999524817	0,999479764	6,992728082
Ordu	0,995531848	0,997205452	0,99847637	0,998491915	0,998846315	0,998991625	0,998850097	6,986393621
Rize	0,99837654	0,998394092	0,998903309	0,998937374	0,999317635	0,999420084	0,999377801	6,992726835
Sakarya	0,981161067	0,984169895	0,988129238	0,989725896	0,992773849	0,994238365	0,993405702	6,923604012
Samsun	0,991781846	0,994527377	0,995929146	0,996074865	0,996929817	0,997575608	0,997391352	6,970210011
Siirt	0,998519503	0,99886195	0,999524233	0,999721888	0,999927644	0,999808845	0,999658598	6,996022661
Sinop	0,999036383	0,999435907	0,99967034	0,999716602	0,999779759	0,999882934	0,999851629	6,997373554
Sivas	0,995263912	0,996197531	0,997674146	0,998046809	0,998666341	0,99872048	0,998673205	6,983242523
Tekirdağ	0,961337283	0,970186088	0,979548903	0,984086545	0,988109464	0,990106805	0,989107043	6,862482131
Tokat	0,998042723	0,998553005	0,998949477	0,99905073	0,999125313	0,999294711	0,999259432	6,99275391
Trabzon	0,996245294	0,997964085	0,999312979	0,998112774	0,998541088	0,99874954	0,998643954	6,987569714
Tunceli	0,999905118	0,99996158	1	0,99995955	0,999983925	0,999976598	1	6,999786772
Şanlıurfa	0,997339937	0,998200681	0,998816371	0,999333717	0,999428815	0,999544536	0,999423226	6,992087283
Uşak	0,99237859	0,994496826	0,996513615	0,997308362	0,998057999	0,99833729	0,998155847	6,975248528
Van	0,998954823	0,99939312	0,999594596	0,999570277	0,999632669	0,999599882	0,999598736	6,996344102
Yozgat	0,997578913	0,997994209	0,998756578	0,998596752	0,999107075	0,999272659	0,999196761	6,990502948
Zonguldak	0,970534329	0,981643952	0,988008049	0,992046771	0,995281288	0,996467895	0,995104244	6,919086529
Aksaray	0,997093955	0,997123415	0,99784362	0,998493692	0,998896083	0,998970266	0,999093658	6,987514689
Bayburt	1	1	0,999962201	1	0,99998493	0,999959987	0,999988807	6,999895188
Karaman	0,991913777	0,993701175	0,99601197	0,995872139	0,996025362	0,997514444	0,997762119	6,968800986
Kırıkkale	0,997278459	0,998282362	0,997810831	0,998965722	0,999307521	0,999464875	0,999459208	6,990568978
Batman	0,999063565	0,999174793	0,999605418	0,999679594	0,999767677	0,999705934	0,999551677	6,996548659
Şırnak	0,999532109	0,99964973	0,999756867	0,99984341	0,999750559	0,999732429	0,999804686	6,99806979
Bartın	0,995339506	0,997317669	0,998135725	0,998671335	0,999086806	0,999211038	0,999236257	6,986998336
Ardahan	0,999939008	0,999957311	0,999981101	0,999985932	0,99986932	0,999823214	0,999975286	6,999531172
İğdir	0,999878005	0,99980784	0,999973001	0,999966585	1	1	0,999984661	6,999610092
Yalova	0,995909341	0,996084803	0,99671718	0,997026613	0,997798668	0,997968764	0,996440458	6,977945828
Karabük	0,990194576	0,993455842	0,995425864	0,99709845	0,998131682	0,998622528	0,998345653	6,971274595
Kilis	0,999850888	0,999948772	0,999973001	0,999957791	0,999969858	0,999969048	0,99996932	6,999638678
Osmaniye	0,99544256	0,996833908	0,99825298	0,99850258	0,998850379	0,998920666	0,998956887	6,985759959
Düzce	0,988529556	0,992172628	0,995412018	0,996293551	0,997736043	0,998128965	0,997840464	6,966113224

Ek 3'ün devamı

İl Adı	Sonuç Matrisi			Ranks	K _c	Ranks	K	Ranks
	K _a	Ranks	K _b					
Adana	0,012440618	67	78,73150484	67	0,984169597	67	27,56387883	67
Adıyaman	0,012623732	21	79,89035744	21	0,998655634	21	27,96959282	21
Afyonkarahisar	0,012599413	42	79,73645484	42	0,996731801	42	27,91571156	42
Ağrı	0,012638252	8	79,98224719	8	0,999804286	8	28,00176339	8
Amasya	0,012615289	31	79,83692303	31	0,997987686	31	27,95088544	31
Ankara	0,011584623	79	73,31426814	79	0,916452364	79	25,66730571	79
Antalya	0,012100826	75	76,58110193	75	0,957288856	75	26,81102335	75
Artvin	0,012620126	23	79,86753449	23	0,99837034	23	27,96160251	23
Aydın	0,012489679	63	79,04199049	63	0,988050769	63	27,67257977	63
Balıkesir	0,012489198	64	79,0389476	64	0,988012732	64	27,67151446	64
Bilecik	0,012496806	62	79,08709284	62	0,988614563	62	27,68837009	62
Bingöl	0,012631883	14	79,94194245	14	0,999300464	14	27,98765271	14
Bitlis	0,012638845	7	79,9859995	7	0,999851191	7	28,00307708	7
Bolu	0,012556142	53	79,46260944	53	0,993308644	53	27,81983835	53
Burdur	0,012616125	29	79,84221647	29	0,998053856	29	27,95273868	29
Bursa	0,011586986	78	73,32922355	78	0,916639311	78	25,67254159	78
Çanakkale	0,012575097	49	79,5825674	49	0,994808158	49	27,8618356	49
Çankırı	0,012620957	22	79,87279393	22	0,998436084	22	27,96344383	22
Çorum	0,01260311	36	79,75984868	36	0,997024232	36	27,92390173	36
Denizli	0,01233342	71	78,05309309	71	0,975689228	71	27,32636706	71
Diyarbakır	0,012595968	46	79,71465098	46	0,996459246	46	27,90807803	46
Edirne	0,012595469	47	79,71149181	47	0,996419755	47	27,90697201	47
Elazığ	0,012606974	35	79,78430321	35	0,997329922	35	27,93246326	35
Erzincan	0,012631045	15	79,93663552	15	0,999234125	15	27,98579476	15
Erzurum	0,012601864	38	79,75196355	38	0,996925665	38	27,92114115	38
Eskişehir	0,012327188	72	78,01365022	72	0,975196179	72	27,31255812	72
Gaziantep	0,012472975	65	78,93627993	65	0,986729353	65	27,63557053	65
Giresun	0,012619889	24	79,86603718	24	0,998351623	24	27,9610783	24
Gümüşhane	0,012634821	12	79,96053754	12	0,999532908	12	27,99416285	12
Hakkari	0,012639967	3	79,99310016	3	0,999939952	3	28,00556301	3
Hatay	0,012541253	58	79,36838366	58	0,992130791	58	27,78684993	58
Isparta	0,01260742	34	79,78712615	34	0,997365209	34	27,93345157	34
Mersin	0,012510482	60	79,17364414	60	0,989696483	60	27,71867168	60
İstanbul	0	81	0	81	0	81	0	81
İzmir	0,011168585	80	70,68133891	80	0,883539886	80	24,74551788	80
Kars	0,012635275	10	79,96340589	10	0,999568764	10	27,99516706	10
Kastamonu	0,012618489	25	79,85717824	25	0,998240883	25	27,95797679	25
Kayseri	0,012206183	74	77,24786164	74	0,965623571	74	27,04445574	74
Kırklareli	0,012555623	54	79,4593226	54	0,993267557	54	27,81868763	54
Kırşehir	0,012600353	40	79,7424026	40	0,99680615	40	27,91779387	40
Kocaeli	0,011636265	77	73,64109095	77	0,920537756	77	25,78172628	77
Konya	0,012370013	70	78,28467501	70	0,978584078	70	27,40744382	70
Kütahya	0,012505786	61	79,14392589	61	0,989324995	61	27,70826733	61
Malatya	0,012596582	44	79,71853505	44	0,996507798	44	27,90943784	44
Manisa	0,011972378	76	75,76820988	76	0,947127439	76	26,52643005	76
Kahramanmaraş	0,012568041	51	79,53791162	51	0,994249946	51	27,84620163	51
Mardin	0,012630293	16	79,93187827	16	0,999174658	16	27,98412925	16
Muğla	0,012471552	66	78,92727064	66	0,986616734	66	27,63241638	66
Muş	0,012637115	9	79,97505198	9	0,999714344	9	27,99924435	9
Nevşehir	0,012624072	20	79,89251105	20	0,998682555	20	27,97034679	20
Niğde	0,012618111	26	79,85478331	26	0,998210946	26	27,95713832	26
Ordu	0,012598181	43	79,72865249	43	0,996634269	43	27,91297996	43
Rize	0,012618107	27	79,85476022	27	0,998210657	27	27,95713024	27
Sakarya	0,012403415	68	78,49606025	68	0,981226463	68	27,48144974	68
Samsun	0,012547496	56	79,40788968	56	0,992624629	56	27,80068098	56
Siirt	0,0126285	19	79,92052879	19	0,999032786	19	27,9801558	19
Sinop	0,012632762	13	79,94750134	13	0,999369952	13	27,98959888	13
Sivas	0,012588283	48	79,66601538	48	0,995851285	48	27,89105072	48
Tekirdağ	0,012218515	73	77,32590781	73	0,966599174	73	27,07177968	73
Tokat	0,012616685	28	79,84575908	28	0,99809814	28	27,95397894	28
Trabzon	0,012601886	37	79,7520999	37	0,99692737	37	27,92118889	37
Tunceli	0,012640383	2	79,99573569	2	0,999972897	2	28,00648571	2
Şanlıurfa	0,012616093	30	79,84201345	30	0,998051318	30	27,95266676	30
Uşak	0,012563239	52	79,50752151	52	0,99387006	52	27,83556206	52
Van	0,012629513	18	79,92693952	18	0,999112922	18	27,98240019	18
Yozgat	0,012611104	33	79,81043748	33	0,997656608	33	27,94161286	33
Zonguldak	0,012389831	69	78,410093	69	0,980151844	69	27,45135263	69
Aksaray	0,012601704	39	79,7509488	39	0,99691298	39	27,92078589	39
Bayburt	0,012640726	1	79,9979039	1	1	1	28,0072448	1
Karaman	0,012543112	57	79,38014489	57	0,99227781	57	27,79096754	57
Kırıkkale	0,012611315	32	79,81177207	32	0,997673291	32	27,9420801	32
Batman	0,012630158	17	79,93102478	17	0,999163989	17	27,98383044	17
Şirnak	0,01263496	11	79,96141261	11	0,999543847	11	27,99446921	11
Bartın	0,012600083	41	79,74069419	41	0,996784794	41	27,91719575	41
Ardahan	0,012639576	6	79,99062602	6	0,999909024	6	28,00469682	6
İğdir	0,012639825	5	79,99220288	5	0,999928735	5	28,00524888	5
Yalova	0,012571711	50	79,56113973	50	0,994540305	50	27,85433378	50
Karabük	0,012550839	55	79,42904863	55	0,992889123	55	27,80808872	55
Kilis	0,012639915	4	79,99277417	4	0,999935877	4	28,00544889	4
Osmaniye	0,012596189	45	79,71605058	45	0,996476741	45	27,90856803	45
Düzce	0,012534739	59	79,32715754	59	0,991615451	59	27,77241668	59

Ek 4. Aşama 2 ENTROPY metodu işlem detayları

Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Normalize Edilmiş Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,043152	0,044364	0,037987	0,059881	0,061649	0,054181	0,054366	0,052981	0,066026	0,089894
Bursa	0,207019	0,147429	0,22538	0,126731	0,120483	0,11907	0,112333	0,099609	0,089442	0,088332
Ankara	0,07415	0,071009	0,074642	0,110519	0,116196	0,118348	0,1205	0,114392	0,111301	0,115937
Manisa	0,153052	0,152271	0,175085	0,094431	0,084262	0,062107	0,062246	0,059161	0,057339	0,054083
İzmir	0,216906	0,205102	0,184025	0,171371	0,155441	0,150983	0,141879	0,142127	0,147901	0,13252
İstanbul	0,218244	0,251657	0,228941	0,327024	0,347707	0,378749	0,398805	0,426064	0,430527	0,419919
Kocaeli	0,087478	0,128168	0,073939	0,110043	0,114262	0,116562	0,109871	0,105665	0,097463	0,099315
Alternatif Sayısı	7	0,513898								
Entropy Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	-0,13563	-0,13821	-0,12424	-0,16859	-0,17177	-0,15796	-0,15831	-0,15565	-0,17944	-0,21657
Bursa	-0,32604	-0,28224	-0,33581	-0,26179	-0,25497	-0,25339	-0,24559	-0,22975	-0,21593	-0,21435
Ankara	-0,19291	-0,18782	-0,1937	-0,24343	-0,25011	-0,25257	-0,25499	-0,24802	-0,24436	-0,24981
Manisa	-0,28728	-0,28659	-0,30508	-0,22285	-0,20845	-0,17259	-0,17284	-0,16728	-0,16392	-0,15777
İzmir	-0,3315	-0,32493	-0,3115	-0,30229	-0,28935	-0,28545	-0,27706	-0,27729	-0,28267	-0,26783
İstanbul	-0,3322	-0,34721	-0,33753	-0,36552	-0,36732	-0,36772	-0,36661	-0,3635	-0,36282	-0,36436
Kocaeli	-0,21313	-0,26331	-0,19258	-0,24285	-0,24786	-0,25053	-0,24264	-0,23748	-0,22692	-0,22936
Toplam	-1,81868	-1,8303	-1,80043	-1,80731	-1,78983	-1,7402	-1,71805	-1,67897	-1,67607	-1,70005
Ej	0,934617	0,940589	0,925236	0,928772	0,919793	0,894287	0,882903	0,86282	0,861328	0,873653
1-Ej	0,065383	0,059411	0,074764	0,071228	0,080207	0,105713	0,117097	0,13718	0,138672	0,126347
Wj	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129

Ek 5. Aşama 2 MAIRCA metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil
Alternatif sayısı	7									
P_{Ai} =	0,143									
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Maks	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Min	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	15571	14128
Teorik derecelendirme Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	15,1207	14,2614	17,1588	70,7794	96,9126	125,3330	162,7048	232,2142	363,9332	434,2794
Bursa	72,5412	47,3930	101,8040	149,7950	189,3992	275,4386	336,1902	436,5787	493,0047	426,7341
Ankara	25,9828	22,8269	33,7158	130,6328	182,6606	273,7675	360,6311	501,3738	613,4904	560,0897
Manisa	53,6307	48,9496	79,0861	111,6165	132,4609	143,6687	186,2886	259,3008	316,0516	261,2741
İzmir	76,0055	65,9328	83,1241	202,5590	244,3535	349,2613	424,6126	622,9324	815,2267	640,2029
İstanbul	76,4745	80,8985	103,4127	386,5395	546,5964	876,1395	1193,5396	1867,4116	2373,0559	2028,6282
Kocaeli	30,6530	41,2015	33,3985	130,0698	179,6199	269,6361	328,8203	463,1232	537,2126	479,7915
Gerçek derecelendirme Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	15,1207	14,2614	17,1588	70,7794	96,9126	125,3330	162,7048	232,2142	355,4618	391,7680
Bursa	4,6505	23,8295	1,8987	112,3104	150,4454	220,3713	279,6107	382,0158	450,5941	386,7832
Ankara	21,3828	19,8927	27,2438	105,8709	147,8299	219,6436	291,3878	418,8458	524,7809	465,3924
Manisa	19,9683	23,4687	22,3050	97,1812	121,9896	140,1601	182,0266	255,0056	316,0516	261,2741
İzmir	0,5809	14,8076	19,5524	118,0228	164,2356	245,0940	316,7298	474,0873	617,3949	502,9404
İstanbul	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Kocaeli	22,8929	24,5445	27,1103	105,6465	146,5836	217,8127	275,8320	397,7248	479,4536	420,4696
Toplam boşluk matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0	0	0	0	0	0	0	0	8,471414207	42,51136516
Bursa	67,89065896	23,56352991	99,90537813	37,48460817	38,95382144	55,06727998	56,57950014	54,56295901	42,41057748	39,95092403
Ankara	4,599972798	2,934164176	6,471964929	24,76186588	34,83063596	54,1238451	69,24327691	82,52800806	88,70951058	94,69721427
Manisa	33,66244576	25,48086442	56,78103147	14,43529155	10,47127144	3,50859289	4,261990561	4,295252843	0	0
İzmir	75,42461734	51,12523293	63,57168585	84,5361123	80,11790225	104,167278	107,8828398	148,8450211	197,8318238	137,262408
İstanbul	76,47446995	80,89854648	103,412674	386,5394997	546,5963553	876,1394581	1193,539571	1867,411631	2373,055865	2028,628241
Kocaeli	7,760059058	16,65694462	6,288165437	24,42324373	33,03629893	51,82339269	52,98826138	65,39842684	57,75897777	59,32190644
Toplam Sıralama										
Antalya	50,9828	1								
Bursa	516,3692	5								
Ankara	462,9005	4								
Manisa	152,8967	2								
İzmir	1050,7649	6								
İstanbul	9532,6963	7								
Kocaeli	375,4557	3								

Ek 6. Aşama 2 MOORA metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı	Yararlı	Yararlı	Yararlı	Yararlı	Yararlı	Yararlı	Yararlı	Yararlı	Yararlı
	Değil	Değil	Değil	Değil	Değil	Değil	Değil	Değil	Değil	Değil
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Kareler Toplamı	235919495	237449543	307042943	2,432E+09	3,533E+09	4,801E+09	6,867E+09	1,154E+10	1,805E+10	1,611E+10
Karekök	15359,671	15409,398	17522,641	49314,457	59437,87	69289,71	82866,466	107428,21	134350,21	126906,42
Normalize Edilmiş Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,1028668	0,1064286	0,0894842	0,1376675	0,1388845	0,1169005	0,1145578	0,1076533	0,1334572	0,1850419
Bursa	0,4935002	0,3536803	0,5309131	0,2913547	0,2714263	0,2569068	0,2367061	0,2023956	0,1807887	0,1818269
Ankara	0,1767616	0,1703506	0,1758297	0,2540837	0,2617691	0,2553482	0,2539145	0,2324343	0,2249717	0,2386483
Manisa	0,3648516	0,3652966	0,4124378	0,2170966	0,1898285	0,1340026	0,1311628	0,1202105	0,1158986	0,1113261
İzmir	0,5170684	0,4920374	0,4334963	0,3939818	0,3501808	0,3257627	0,2989629	0,2887882	0,29895	0,2727837
İstanbul	0,5202585	0,6037225	0,5393023	0,7518282	0,7833222	0,8171921	0,840352	0,8657223	0,8702182	0,8643771
Kocaeli	0,2085331	0,3074747	0,1741747	0,2529887	0,2574116	0,2514948	0,2315171	0,2147015	0,1970001	0,2044341
Maks	0,5202585	0,6037225	0,5393023	0,7518282	0,7833222	0,8171921	0,840352	0,8657223	0,8702182	0,8643771
Min	0,1028668	0,1064286	0,0894842	0,1376675	0,1388845	0,1169005	0,1145578	0,1076533	0,1158986	0,1113261
Fark Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0175586	0,0737157
Bursa	0,3906334	0,2472517	0,4414289	0,1536872	0,1325418	0,1400064	0,1221483	0,0947423	0,0648901	0,0705008
Ankara	0,0738948	0,063922	0,0863454	0,1164162	0,1228846	0,1384477	0,1393567	0,124781	0,1090731	0,1273222
Manisa	0,2619848	0,258868	0,3229536	0,079429	0,050944	0,0171021	0,016605	0,0125572	0	0
İzmir	0,4142016	0,3856088	0,3440121	0,2563143	0,2112963	0,2088622	0,1844051	0,1811349	0,1830514	0,1614576
İstanbul	0,4173918	0,4972939	0,449818	0,6141607	0,6444376	0,7002916	0,7257942	0,758069	0,7543196	0,753051
Kocaeli	0,1056663	0,2010461	0,0846904	0,1153212	0,1185271	0,1345943	0,1169593	0,1070482	0,0811015	0,093108
Ağırlıklandırılmış Sonuç Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0024948	0,0095428
Bursa	0,0261687	0,0150506	0,0338143	0,011216	0,0108922	0,0151644	0,0146549	0,0133164	0,0092197	0,0091266
Ankara	0,0049503	0,003891	0,0066142	0,008496	0,0100985	0,0149956	0,0167195	0,0175384	0,0154973	0,0164823
Manisa	0,0175505	0,0157577	0,0247389	0,0057967	0,0041865	0,0018524	0,0019922	0,001765	0	0
İzmir	0,0277476	0,0234727	0,026352	0,0187056	0,0173641	0,0226224	0,0221242	0,0254591	0,0260083	0,0209012
İstanbul	0,0279613	0,0302711	0,034457	0,0448209	0,0529593	0,0758503	0,087078	0,1065491	0,1071753	0,0974851
Kocaeli	0,0070786	0,012238	0,0064875	0,008416	0,0097404	0,0145782	0,0140323	0,015046	0,0115231	0,0120532
Toplam Sıralama										
Antalya	0,0120375	1								
Bursa	0,1586238	5								
Ankara	0,1152831	4								
Manisa	0,0736399	2								
İzmir	0,2307573	6								
İstanbul	0,6646074	7								
Kocaeli	0,1111934	3								

Ek 7. Aşama 2 WASPAS metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil

Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944

Maks	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Min	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	15571	14128

Normalize Edilmiş Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8684328	0,6016267
Bursa	0,2084433	0,3009174	0,1685478	0,4725084	0,5116841	0,4550306	0,4839664	0,5318953	0,6410721	0,6122644
Ankara	0,5819521	0,6247619	0,5089257	0,5418196	0,5305611	0,4578082	0,4511668	0,4631558	0,5151696	0,4664862
Manisa	0,2819415	0,2913484	0,2169642	0,6341304	0,7316317	0,8723748	0,8734014	0,8955397	1	1
İzmir	0,1989423	0,2163018	0,2064244	0,3494261	0,3966081	0,3588517	0,383184	0,3727759	0,3876855	0,4081114
İstanbul	0,1977224	0,1762872	0,1659259	0,1831104	0,1773019	0,1430514	0,1363212	0,1243508	0,1331834	0,1287935
Kocaeli	0,4932875	0,3461376	0,5137615	0,5441648	0,5395425	0,4648227	0,4948137	0,5014091	0,5883175	0,5445575

Ağırlıklı Normalize edilmiş matris (WSM)											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	Toplam Vektörü
Antalya	0,0669905	0,0608717	0,076602	0,0729792	0,0821791	0,1083125	0,1199761	0,1405533	0,1233888	0,0778827	0,9297358
Bursa	0,0139637	0,0183174	0,0129111	0,0344833	0,0420497	0,0492855	0,0580644	0,0747597	0,0910849	0,0792597	0,4741794
Ankara	0,0389853	0,0380303	0,0389847	0,0395416	0,043601	0,0495863	0,0541292	0,0650981	0,0731964	0,0603882	0,5015412
Manisa	0,0188874	0,0177349	0,0166199	0,0462783	0,0601248	0,0944891	0,1047873	0,1258711	0,1420821	0,1294535	0,7563284
İzmir	0,0133273	0,0131667	0,0158125	0,0255008	0,0325929	0,0388681	0,0459729	0,0523949	0,0550832	0,0528314	0,3455507
İstanbul	0,0132455	0,0107309	0,0127103	0,0133632	0,0145705	0,0154942	0,0163553	0,0174779	0,018923	0,0166728	0,1495436
Kocaeli	0,0330456	0,02107	0,0393551	0,0397127	0,0443391	0,0503461	0,0593658	0,0704747	0,0835894	0,0704949	0,5117934

Görelî Önem Matrisi (WPM)											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	Çarpım Vektörü
Antalya	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,980	0,936	0,918
Bursa	0,900	0,930	0,873	0,947	0,946	0,918	0,917	0,915	0,939	0,938	0,444
Ankara	0,964	0,972	0,950	0,956	0,949	0,919	0,909	0,897	0,910	0,906	0,499
Manisa	0,919	0,928	0,890	0,967	0,975	0,985	0,984	0,985	1,000	1,000	0,682
İzmir	0,897	0,911	0,886	0,926	0,927	0,895	0,891	0,870	0,874	0,890	0,336
İstanbul	0,897	0,900	0,871	0,883	0,867	0,810	0,787	0,746	0,751	0,767	0,148
Kocaeli	0,954	0,937	0,950	0,957	0,951	0,920	0,919	0,908	0,927	0,924	0,508

	Qi	Sıralama
Antalya	0,9237	1
Bursa	0,4591	5
Ankara	0,5004	4
Manisa	0,7193	2
İzmir	0,3408	6
İstanbul	0,1486	7
Kocaeli	0,5101	3

Lamda = 0,5 olarak kabul edilmiştir.

Lamda = 0,5 olarak kabul edilmiştir.

Ek 8. Aşama 2 VIKOR metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129	
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	
Karar Matrisi											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483	
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075	
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286	
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128	
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618	
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695	
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944	
Kareler Toplamı											
Karekök	235919495	237449543	307042943	2431915674	3532860361	4801063864	6866851186	1,1541E+10	1,805E+10	1,6105E+10	
Karekök											
Karekök	15359,6711	15409,3979	17522,6409	49314,457	59437,8698	69289,7097	82866,466	107428,21	134350,212	126906,419	
Normalize Edilmiş Matris											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	
Antalya	0,10286679	0,10642856	0,08948423	0,13766754	0,13888452	0,11690048	0,1145578	0,10765329	0,13345718	0,18504186	
Bursa	0,49350015	0,35368027	0,53091312	0,29135472	0,27142628	0,25690683	0,23670612	0,20239563	0,1807887	0,18182689	
Ankara	0,1767616	0,17035059	0,17582966	0,25408371	0,26176914	0,25534816	0,25391453	0,23243429	0,22497173	0,23864829	
Manisa	0,36485156	0,36529656	0,41243783	0,21709658	0,18982847	0,13400258	0,13116283	0,12021051	0,11589859	0,11132613	
İzmir	0,51706836	0,4920374	0,4334963	0,39398183	0,35018079	0,32576266	0,29896291	0,2887882	0,29895003	0,27278368	
İstanbul	0,52025854	0,60372249	0,53930227	0,75182821	0,78332215	0,81719205	0,84035199	0,86572232	0,8702182	0,86437708	
Kocaeli	0,20853311	0,3074747	0,17417466	0,25298869	0,25741165	0,25149478	0,23151705	0,21470152	0,19700006	0,2044341	
Maks											
Min	0,5203	0,6037	0,5393	0,7518	0,7833	0,8172	0,8404	0,8657	0,8702	0,8644	
Min	0,1029	0,1064	0,0895	0,1377	0,1389	0,1169	0,1146	0,1077	0,1159	0,1113	
Fayda ve Tedbir Ölçüsü Hesabı											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	
Antalya	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0033073	0,01267213	
Bursa	0,06269586	0,03026508	0,07517335	0,01826227	0,0169018	0,02165446	0,02019151	0,01756615	0,01222257	0,01211946	
Ankara	0,01185997	0,00782444	0,01470424	0,01383344	0,01567032	0,02141338	0,02303612	0,0231356	0,0205448	0,02188736	
Manisa	0,04204802	0,03168699	0,05499754	0,00943836	0,0064964	0,00264514	0,00274486	0,00232823	0	0	
İzmir	0,06647851	0,04720082	0,0585837	0,03045719	0,02694462	0,03230422	0,03048276	0,03358417	0,0344792	0,02775541	
İstanbul	0,06699053	0,06087174	0,07660198	0,07297919	0,08217905	0,10831246	0,11997612	0,14055333	0,14208214	0,12945346	
Kocaeli	0,01695923	0,02460925	0,0144224	0,01370333	0,01511465	0,02081738	0,01933374	0,01984778	0,01527611	0,01600576	
İl Adı											
Si	Ri	Qi	Sıralama	Maks							
Antalya	0,01597943	0,01267213	0,0000	1	Min						
Bursa	0,2870525	0,07517335	0,3170	5	Nü						
Ankara	0,17390966	0,0231356	0,1446	2	0,8						
Manisa	0,15238555	0,05499754	0,1763	4	C1						
İzmir	0,38827061	0,06647851	0,3858	6	Tutarlı						
İstanbul	1	0,14208214	1,0000	7	C2						
Kocaeli	0,17608962	0,02460925	0,1486	3	Tutarlı						

Ek 9. Aşama 2 PROMETHEE II metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Maks	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Min	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	15571	14128
Normalize Edilmiş Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1	1	1	1	1	1	1	1	0,976722615	0,902110561
Bursa	0,064108563	0,50280569	0,018650089	0,749760623	0,794329574	0,800074192	0,831703911	0,875021489	0,913975312	0,906379817
Ankara	0,822960537	0,871460264	0,808043644	0,810446726	0,809314954	0,80229994	0,807994147	0,835396252	0,855401952	0,830924901
Manisa	0,37232881	0,479446692	0,282035016	0,870670585	0,920948204	0,975578592	0,977121575	0,983435251	1	1
İzmir	0,007643113	0,224585671	0,235219487	0,582659227	0,672123016	0,701749686	0,745926443	0,761057492	0,757329071	0,785595446
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kocaeli	0,746841366	0,595719692	0,811722913	0,812229669	0,81607665	0,807802485	0,838853418	0,858788281	0,892483941	0,876358994
Performans Farkı Matrisi										
	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
D12	0,935891437	0,49719431	0,981349911	0,250239377	0,205670426	0,199925808	0,168296089	0,124978511	0,062747304	-0,004269256
D13	0,177039463	0,128539736	0,191956356	0,189553274	0,190685046	0,19770006	0,192005853	0,164603748	0,121320663	0,07118566
D14	0,62767119	0,520553308	0,717964984	0,129329415	0,079051796	0,024421408	0,022878425	0,016564749	-0,023277385	-0,097889439
D15	0,992356887	0,775414329	0,764780513	0,417340773	0,327876984	0,298250314	0,254073557	0,238942508	0,219393545	0,116515115
D16	1	1	1	1	1	1	1	1	0,976722615	0,902110561
D17	0,253158634	0,404280308	0,188277087	0,187770331	0,18392335	0,192197515	0,161146582	0,141211719	0,084238675	0,025751567
D21	-0,935891437	-0,49719431	-0,981349911	-0,250239377	-0,205670426	-0,199925808	-0,168296089	-0,124978511	-0,062747304	0,004269256
D23	-0,758851973	-0,368654574	-0,789393555	-0,060686103	-0,01498538	-0,002225749	0,023709763	0,039625236	0,05857336	0,075454916
D24	-0,308220246	0,023358998	-0,263384928	-0,120909961	-0,12661863	-0,1755044	-0,145417664	-0,108413763	-0,086024688	-0,093620183
D25	0,007643113	0,224585671	0,235219487	0,582659227	0,672123016	0,701749686	0,745926443	0,761057492	0,757329071	0,785595446
D26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D27	-0,682732803	-0,092914002	-0,793072824	-0,062469046	-0,021747076	-0,007728294	-0,007149508	0,016233208	0,021491371	0,030020823
D31	-0,177039463	-0,128539736	-0,191956356	-0,189553274	-0,190685046	-0,19770006	-0,192005853	-0,164603748	-0,121320663	-0,07118566
D32	0,758851973	0,368654574	0,789393555	0,060686103	0,01498538	0,002225749	-0,023709763	-0,039625236	-0,05857336	-0,075454916
D34	0,450631727	0,392013572	0,526008627	-0,060223858	-0,11163325	-0,173278651	-0,169127428	-0,148038999	-0,144598048	-0,169075099
D35	0,815317423	0,646874592	0,572824156	0,2277875	0,137191938	0,100550255	0,062067704	0,074338761	0,098072881	0,045329455
D36	0,822960537	0,871460264	0,808043644	0,810446726	0,809314954	0,80229994	0,807994147	0,835396252	0,855401952	0,830924901
D37	0,07611917	0,275740572	-0,003679269	-0,001782943	-0,006761696	-0,005502545	-0,030859271	-0,023392028	-0,037081989	-0,045434093
D41	-0,62767119	-0,520553308	-0,717964984	-0,129329415	-0,079051796	-0,024421408	-0,022878425	-0,016564749	0,023277385	0,097889439
D42	0,308220246	-0,023358998	0,263384928	0,120909961	0,12661863	0,1755044	0,145417664	0,108413763	0,086024688	0,093620183
D43	-0,450631727	-0,392013572	-0,526008627	0,060223858	0,11163325	0,173278651	0,169127428	0,148038999	0,144598048	0,169075099
D45	0,364685696	0,25486102	0,046815529	0,288011358	0,248825188	0,273828906	0,231195132	0,22237776	0,242670929	0,214404554
D46	0,37232881	0,479446692	0,282035016	0,870670585	0,920948204	0,975578592	0,977121575	0,983435251	1	1
D47	-0,374512557	-0,116273	-0,529687896	0,058440915	0,104871554	0,167776106	0,138268156	0,124646971	0,107516059	0,123641006
D51	0,007643113	0,224585671	0,235219487	0,582659227	0,672123016	0,701749686	0,745926443	0,761057492	0,757329071	0,785595446
D52	-0,05646545	-0,278220018	0,216569399	-0,167101397	-0,122206558	-0,098324506	-0,085777467	-0,113963997	-0,156646241	-0,120784371
D53	-0,815317423	-0,646874592	-0,572824156	-0,2277875	-0,137191938	-0,100550255	-0,062067704	-0,074338761	-0,098072881	-0,045329455
D54	-0,364685696	-0,25486102	-0,046815529	-0,288011358	-0,248825188	-0,273828906	-0,231195132	-0,22237776	-0,242670929	-0,214404554
D56	0,007643113	0,224585671	0,235219487	0,582659227	0,672123016	0,701749686	0,745926443	0,761057492	0,757329071	0,785595446
D57	-0,739198253	-0,371134021	-0,576503426	-0,229570443	-0,143953634	-0,1060528	-0,092926975	-0,097730789	-0,13515487	-0,090763548
D61	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-0,976722615	-0,902110561
D62	-0,064108563	-0,50280569	-0,018650089	-0,749760623	-0,794329574	-0,800074192	-0,831703911	-0,875021489	-0,913975312	-0,906379817
D63	-0,822960537	-0,871460264	-0,808043644	-0,810446726	-0,809314954	-0,80229994	-0,807994147	-0,835396252	-0,855401952	-0,830924901
D64	-0,37232881	-0,479446692	-0,282035016	-0,870670585	-0,920948204	-0,975578592	-0,977121575	-0,983435251	-1	-1
D65	-0,007643113	-0,224585671	-0,235219487	-0,582659227	-0,672123016	-0,701749686	-0,745926443	-0,761057492	-0,757329071	-0,785595446
D67	-0,746841366	-0,595719692	-0,811722913	-0,812229669	-0,81607665	-0,807802485	-0,838853418	-0,858788281	-0,892483941	-0,876358994
D71	-0,253158634	-0,404280308	-0,188277087	-0,187770331	-0,18392335	-0,192197515	-0,161146582	-0,141211719	-0,084238675	-0,025751567
D72	0,682732803	0,092914002	0,793072824	0,062469046	0,021747076	0,007728294	0,007149508	-0,016233208	-0,021491371	-0,030020823
D73	-0,07611917	-0,275740572	0,003679269	0,001782943	0,006761696	0,005502545	0,030859271	0,023392028	0,037081989	0,045434093
D74	0,374512557	0,116273	0,529687896	-0,058440915	-0,104871554	-0,167776106	-0,138268156	-0,124646971	-0,107516059	-0,123641006
D75	0,739198253	0,371134021	0,576503426	0,229570443	0,143953634	0,1060528	0,092926975	0,097730789	0,13515487	0,090763548
D76	0,746841366	0,595719692	0,811722913	0,812229669	0,81607665	0,807802485	0,838853418	0,858788281	0,892483941	0,876358994

Ek 9'un devamı

	Seçim Fonksiyonları			İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	Toplam
	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012								
D12	0,062695859	0,030265084	0,075173347	0,018262267	0,016901801	0,021654455	0,020191512	0,017566146	0,008915271	0	0,2716
D13	0,011859967	0,007824438	0,014704237	0,013833445	0,015670316	0,021413379	0,023036117	0,023135605	0,017237499	0,00921523	0,1579
D14	0,042048023	0,031686987	0,05499754	0,009438356	0,006496402	0,002645143	0,002744865	0,002328231	0	0	0,1524
D15	0,066478509	0,047200822	0,058583702	0,030457192	0,02694462	0,032304224	0,030482759	0,033584165	0,031171904	0,015083285	0,3723
D16	0,066990526	0,060871743	0,076601981	0,072979191	0,082179052	0,108312456	0,119976119	0,140553331	0,138774837	0,116781337	0,9840
D17	0,01695923	0,024609247	0,014422398	0,013703327	0,015114647	0,020817385	0,019333741	0,019847777	0,011968811	0,00333363	0,1601
D21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00055267	0,0006
D23	0	0	0	0	0	0	0	0,002844605	0,005569459	0,008322228	0,0097679
D24	0	0,001421903	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0014
D25	0,000512016	0,013670921	0,018018279	0,042521999	0,055234432	0,076008232	0,08949336	0,106969165	0,107602933	0,101698051	0,6117
D26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D27	0	0	0	0	0	0	0	0,002281631	0,00305354	0,0038863	0,0092
D31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D32	0,050835892	0,022440646	0,06046911	0,004428823	0,001231484	0,000241076	0	0	0	0	0,1396
D34	0,030188056	0,023862549	0,040293303	0	0	0	0	0	0	0	0,0943
D35	0,054618543	0,039376384	0,043879465	0,016623748	0,011274303	0,010890845	0,007446642	0,01044856	0,013934405	0,005868055	0,2144
D36	0,055130559	0,053047305	0,061897744	0,059145747	0,066508736	0,086899077	0,096940002	0,117417726	0,121537338	0,107566106	0,8261
D37	0,005099263	0,016784809	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0219
D41	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003307301	0,012672127	0,0160
D42	0,020647836	0	0,020175807	0,008823911	0,010405399	0,019009313	0,017446647	0,015237915	0,012222572	0,012119457	0,1361
D43	0	0	0	0,004395088	0,009173915	0,018768236	0,020291252	0,020807374	0,0205448	0,021887357	0,1159
D45	0,024430486	0,015513835	0,003586162	0,021018836	0,020448218	0,029659081	0,027737895	0,031255935	0,034479204	0,027755412	0,2359
D46	0,024942503	0,029184756	0,021604441	0,063540835	0,07568265	0,105667313	0,117231254	0,1382251	0,142082138	0,129453464	0,8476
D47	0	0	0	0,004264971	0,008618245	0,018172242	0,016588877	0,017519547	0,015276112	0,016005756	0,0964
D51	0,000512016	0,013670921	0,018018279	0,042521999	0,055234432	0,076008232	0,08949336	0,106969165	0,107602933	0,101698051	0,6117
D52	0	0	0,016589645	0	0	0	0	0	0	0	0,0166
D53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D56	0,000512016	0,013670921	0,018018279	0,042521999	0,055234432	0,076008232	0,08949336	0,106969165	0,107602933	0,101698051	0,6117
D57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
D72	0,045736629	0,005655837	0,060750949	0,00455894	0,001787154	0,00083707	0,00085777	0	0	0	0,1202
D73	0	0	0,000281839	0,000130118	0,00055567	0,000595994	0,003702376	0,003287827	0,005268688	0,005881601	0,0197
D74	0,025088793	0,00707774	0,040575142	0	0	0	0	0	0	0	0,0727
D75	0,049519279	0,022591575	0,044161304	0,016753865	0,011829973	0,011486839	0,011149018	0,013736388	0,019203093	0,011749656	0,2122
D76	0,050031296	0,036262496	0,062179583	0,059275864	0,067064406	0,087495071	0,100642378	0,120705553	0,126806026	0,113447707	0,8239
Referans Matrisi											
	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli	Φ ⁺			
Antalya	0	0,271625743	0,157930233	0,152385546	0,372291183	0,984020573	0,160110192	2,098363469			
Bursa	0,00055267	0	0,026504193	0,001421903	0,61172939	0	0,009221471	0,649429626			
Ankara	0	0,139647032	0	0,094343908	0,21436095	0,826090339	0,021884072	1,296326302			
Manisa	0,015979427	0,136088857	0,115868023	0	0,235885065	0,847614454	0,096445749	1,447881576			
İzmir	0,61172939	0,016589645	0	0	0	0,61172939	0	1,240048424			
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0			
Kocaeli	0	0,120184351	0,019704113	0,072741675	0,21218099	0,82391038	0	1,24872151			
Φ ⁻	0,628261487	0,684135628	0,320006562	0,320893032	1,646447577	4,093365136	0,287661485				
	Φ ⁺	Φ ⁻	Φ(a)	Sıralama							
Antalya	2,098363469	0,628261487	1,470101982	1							
Bursa	0,649429626	0,684135628	-0,034706	5							
Ankara	1,296326302	0,320006562	0,97631974	3							
Manisa	1,447881576	0,320893032	1,126988544	2							
İzmir	1,240048424	1,646447577	-0,40639915	6							
İstanbul	0	4,093365136	-4,09336514	7							
Kocaeli	1,24872151	0,287661485	0,961060024	4							

Ek 10. Aşama 2 GRA metodu işlem detayları

Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Maks	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Min	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	15571	14128
Normalize Edilmiş Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1	1	1	1	1	1	1	1	0,97672262	0,90211056
Bursa	0,0641086	0,50280569	0,01865009	0,74976062	0,79432957	0,80007419	0,83170391	0,87502149	0,91397531	0,90637982
Ankara	0,8229605	0,87146026	0,80804364	0,81044673	0,80931495	0,80229994	0,80799415	0,83539625	0,85540195	0,8309249
Manisa	0,3723288	0,47944669	0,28203502	0,87067058	0,9209482	0,97557859	0,97712157	0,98343525	1	1
İzmir	0,0076431	0,22458567	0,23521949	0,58265923	0,67212302	0,70174969	0,74592644	0,76105749	0,75732907	0,78559545
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kocaeli	0,7468414	0,59571969	0,81172291	0,81222967	0,81607665	0,80780249	0,83885342	0,85878828	0,89248394	0,87635899
Sapma Sırası Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02327738	0,09788944
Bursa	0,9358914	0,49719431	0,98134991	0,25023938	0,20567043	0,19992581	0,16829609	0,12497851	0,08602469	0,09362018
Ankara	0,1770395	0,12853974	0,19195636	0,18955327	0,19068505	0,19770006	0,19200585	0,16460375	0,14459805	0,1690751
Manisa	0,6276712	0,52055331	0,71796498	0,12932942	0,0790518	0,02442141	0,02287843	0,01656475	0	0
İzmir	0,9923569	0,77541433	0,76478051	0,41734077	0,32787698	0,29825031	0,25407356	0,23894251	0,24267093	0,21440455
İstanbul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kocaeli	0,2531586	0,40428031	0,18827709	0,18777033	0,18392335	0,19219751	0,16114658	0,14121172	0,10751606	0,12364101
Gri İlişkisel Katsayı Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1	1	1	1	1	1	1	1	0,95551617	0,83627502
Bursa	0,3482157	0,50140679	0,33752998	0,66645396	0,70854606	0,71436143	0,74817137	0,80002751	0,85320637	0,84228942
Ankara	0,7385094	0,79549465	0,72258893	0,72510714	0,72391896	0,71664033	0,72253724	0,75232799	0,77567719	0,74730027
Manisa	0,4433917	0,48993031	0,41052083	0,79449647	0,86348061	0,95343171	0,95624523	0,96793287	1	1
İzmir	0,3350405	0,39202947	0,39532551	0,54505372	0,60395446	0,62636994	0,66306529	0,67664263	0,67324569	0,69988356
İstanbul	0,3333333	0,33333333	0,33333333	0,33333333	0,33333333	0,33333333	0,33333333	0,33333333	0,33333333	0,33333333
Kocaeli	0,6638708	0,5529259	0,72645161	0,72698687	0,73107608	0,72233718	0,75626195	0,77977365	0,82302351	0,8017433
Gri rasyonel derece										
İl Adı	Gri rasyonel derece	Sıralama								
Antalya	0,9791791	1								
Bursa	0,6520209	5								
Ankara	0,7420102	3								
Manisa	0,787943	2								
İzmir	0,5610611	6								
İstanbul	0,3333333	7								
Kocaeli	0,7284451	4								

Ek 11. Aşama 2 EDAS metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
AV _j	5230,714	5281,000	5896,714	16196,286	19129,000	21357,143	24944,857	31183,429	38794,286	37318,429
Ortalamadan Pozitif Uzaklık (PDA)										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,697938004	0,689452755	0,734089202	0,58082982	0,568456271	0,620735786	0,619440595	0,629129941	0,53781853	0,370739849
Bursa	0	0	0	0,112883024	0,156620837	0,166508361	0,213665571	0,302738634	0,373902637	0,381672785
Ankara	0,48095043	0,50293505	0,477505633	0,226365833	0,186627633	0,171565217	0,156499479	0,199254183	0,220890411	0,188443856
Manisa	0	0	0	0,338984247	0,41016258	0,565250836	0,564278924	0,585869784	0,598626455	0,621420286
İzmir	0	0	0	0	0	0	0,006849394	0,005112606	0	0,072361798
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kocaeli	0,387655333	0,102821435	0,482423626	0,229699931	0,200167285	0,18406689	0,230903593	0,260344322	0,317760348	0,304793878
Ortalamadan Negatif Uzaklık (NDA)										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bursa	0,449132869	0,032001515	0,57765826	0	0	0	0	0	0	0
Ankara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manisa	0,071364195	0,06589661	0,225597791	0	0	0	0	0	0	0
İzmir	0,518339478	0,435712933	0,288175013	0,199596027	0,088086152	0,056882943	0	0	0,035307114	0
İstanbul	0,527707224	0,761598182	0,602587397	1,289166828	1,433948455	1,651244147	1,791637555	1,982449469	2,013691265	1,939432452
Kocaeli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ağırlıklandırılmış PDA										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,046755234	0,041968191	0,056232687	0,042388491	0,046715197	0,067233418	0,074318079	0,088426309	0,076414406	0,047993558
Bursa	0	0	0	0,008238112	0,012870952	0,01803493	0,025634766	0,042550923	0,053124886	0,049408864
Ankara	0,032219122	0,030614533	0,036577877	0,016519995	0,015336882	0,01858265	0,0187762	0,028005839	0,031384582	0,02439471
Manisa	0	0	0	0,024738796	0,033706772	0,061223706	0,067699995	0,08234595	0,085054126	0,080445008
İzmir	0	0	0	0	0	0	0,000821764	0,000718594	0	0,009367485
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kocaeli	0,025969234	0,00625892	0,036954605	0,016763315	0,016449558	0,019936737	0,027702917	0,036592262	0,045148069	0,039456623
Ağırlıklandırılmış NDA										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bursa	0,030087647	0,001947988	0,044249767	0	0	0	0	0	0	0
Ankara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manisa	0,004780725	0,004011242	0,017281238	0	0	0	0	0	0	0
İzmir	0,034723834	0,026522606	0,022074777	0,014566357	0,007238836	0,006161131	0	0	0,00501651	0
İstanbul	0,035351384	0,046359809	0,046159388	0,094082353	0,117840525	0,178850309	0,214953721	0,278639876	0,28610956	0,251066248
Kocaeli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İl Adı	SPi	SNi	NSPi	NSNi	ASi	Sıralama				
Antalya	0,588445568	0	1	1	1	1				
Bursa	0,209863433	0,076285402	0,356640349	0,950764971	0,65370266	5				
Ankara	0,252412391	0	0,42894773	1	0,714473865	4				
Manisa	0,435214354	0,026073204	0,73960002	0,983172207	0,861386114	2				
İzmir	0,010907843	0,116304051	0,018536706	0,924936709	0,471736708	6				
İstanbul	0	1,549413173	0	0	0	7				
Kocaeli	0,271232241	0	0,460930043	1	0,730465021	3				

Ek 12. Aşama 2 COPRAS metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Normalize edilmiş matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,043151714	0,044363892	0,037987257	0,059881454	0,061649104	0,054180602	0,054365629	0,052981437	0,066025924	0,089894307
Bursa	0,207018981	0,147428788	0,225379751	0,126730997	0,120482738	0,119070234	0,11233349	0,099608767	0,08944248	0,088332459
Ankara	0,074149939	0,071009279	0,074642052	0,110519167	0,116196052	0,118347826	0,120500074	0,11439226	0,11130137	0,115936592
Manisa	0,153052028	0,152270944	0,175085399	0,094430822	0,084262489	0,062107023	0,062245868	0,059161459	0,057339078	0,054082816
İzmir	0,21690564	0,205101848	0,184025002	0,171370861	0,155440879	0,150983278	0,141878658	0,142126771	0,147901016	0,132519743
İstanbul	0,218243889	0,251656883	0,228941057	0,327023833	0,347706922	0,378749164	0,398805365	0,42606421	0,430527324	0,419918922
Kocaeli	0,08747781	0,128168366	0,073939482	0,110042867	0,114261816	0,116561873	0,109870915	0,105665097	0,097462807	0,09931516
Ağırlıklı Normalize edilmiş matris (WSM)										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,002890756	0,002700507	0,002909899	0,0043701	0,005066265	0,005868434	0,006522577	0,007446717	0,009381104	0,011637129
Bursa	0,01386831	0,008974247	0,017264535	0,009248726	0,009901157	0,01289679	0,013477336	0,014000344	0,012708179	0,011434943
Ankara	0,004967343	0,004322459	0,005717729	0,008065599	0,009548881	0,012818544	0,014457131	0,016078213	0,015813937	0,015008393
Manisa	0,010253036	0,009268998	0,013411888	0,006891485	0,006924611	0,006726964	0,007468018	0,00831534	0,008146859	0,007001208
İzmir	0,014530623	0,012484907	0,01409668	0,012506507	0,012773984	0,01635337	0,017022051	0,019976391	0,021014093	0,01715514
İstanbul	0,014620273	0,015318793	0,017537338	0,023865935	0,028574225	0,041023252	0,04784712	0,059884744	0,061170242	0,054359959
Kocaeli	0,005860184	0,007801832	0,005663911	0,008030839	0,009389928	0,012625103	0,013181886	0,014851581	0,013847724	0,012856691
İl Adı	Si+	Si-	Qi	Pi	Sıralama					
Antalya	0	0,05879349	0,261744339	100	1					
Bursa	0	0,123774567	0,124329768	47,50046124	5					
Ankara	0	0,10679823	0,144092868	55,05099692	4					
Manisa	0	0,084408407	0,182314342	69,65359525	2					
İzmir	0	0,157913744	0,097451069	37,23139527	6					
İstanbul	0	0,364201882	0,042253662	16,14310446	7					
Kocaeli	0	0,10410968	0,147813952	56,4726453	3					

Ek 13. Aşama 2 TOPSIS metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Kareler Toplamı	235919495	237449543	307042943	2431915674	3532860361	4801063864	6866851186	11540820380	18049979468	16105239179
Karekök	15359,67106	15409,39788	17522,64087	49314,45705	59437,86975	69289,70965	82866,46599	107428,2104	134350,212	126906,419
Normalize Edilmiş Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,102866786	0,106428558	0,089484229	0,13766754	0,13888452	0,116900475	0,1145578	0,107653287	0,133457177	0,185041861
Bursa	0,493500152	0,35368027	0,530913124	0,291354724	0,271426282	0,256906835	0,236706124	0,202395627	0,180788699	0,181826894
Ankara	0,176761598	0,170350589	0,175829661	0,254083706	0,261769139	0,255348162	0,253914533	0,232434292	0,224971733	0,238648291
Manisa	0,364851563	0,365296558	0,412437831	0,217096581	0,189828472	0,134002582	0,131162828	0,12021051	0,115898589	0,111326126
İzmir	0,517068365	0,492037396	0,433496301	0,393981829	0,350180787	0,325762658	0,298962912	0,288788205	0,298950031	0,27278368
İstanbul	0,520258537	0,603722486	0,53930227	0,751828211	0,783322151	0,817192052	0,840351995	0,865722325	0,870218202	0,864377081
Kocaeli	0,208533112	0,307474701	0,174174659	0,252988692	0,257411648	0,251494776	0,231517053	0,214701519	0,197000061	0,204434104
Ağırlıklı Normalize edilmiş matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,0068911	0,006478492	0,006854669	0,010046866	0,011413398	0,012661778	0,0137442	0,015131028	0,018961881	0,02395431
Bursa	0,033059835	0,021529134	0,040668997	0,021262832	0,022305555	0,02782621	0,028399082	0,02844738	0,025686845	0,023538121
Ankara	0,011841352	0,010369537	0,0134689	0,018542823	0,02151194	0,027657387	0,03046368	0,032669414	0,031964465	0,030893848
Manisa	0,024441598	0,022236238	0,031593555	0,015843533	0,015599924	0,014514149	0,015736407	0,016895988	0,016467119	0,014411553
İzmir	0,034638682	0,029951174	0,033206675	0,028752475	0,028777525	0,035284154	0,03586841	0,040590144	0,042475459	0,035312792
İstanbul	0,034852393	0,03674964	0,041311622	0,054867815	0,064372672	0,088512078	0,100822171	0,121680156	0,123642463	0,111896607
Kocaeli	0,013969743	0,018716521	0,013342124	0,01846291	0,021153845	0,027240017	0,027776518	0,030177014	0,02799019	0,026464703
V ⁺	0,0068911	0,006478492	0,006854669	0,010046866	0,011413398	0,012661778	0,0137442	0,015131028	0,016467119	0,014411553
V ⁻	0,034852393	0,03674964	0,041311622	0,054867815	0,064372672	0,088512078	0,100822171	0,121680156	0,123642463	0,111896607
İl Adı	S _i ⁺	S _i ⁻	P _i	Sıralama						
Antalya	0,009863471	0,22600772	0,958182809	1						
Bursa	0,055583438	0,19533812	0,778482811	5						
Ankara	0,039766734	0,19157246	0,828102045	4						
Manisa	0,035071108	0,22135951	0,86323354	2						
İzmir	0,073684807	0,167755586	0,694811601	6						
İstanbul	0,231035729	0	0	7						
Kocaeli	0,036353019	0,196589626	0,843940044	3						

Ek 14. Aşama 2 CoCoSo metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129	
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	
Karar Matrisi											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483	
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075	
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286	
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128	
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618	
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695	
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944	
Maks	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695	
Min	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	15571	14128	
Ağırlıklı Normalize edilmiş matris											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	Si
Antalya	0,066990526	0,06087174	0,07660198	0,072979191	0,082179052	0,108312456	0,119976119	0,140553331	0,138774837	0,116781337	0,984021
Bursa	0,004294666	0,03060666	0,00142863	0,054716924	0,065277251	0,086658001	0,099784607	0,122987185	0,129859566	0,117334007	0,712947
Ankara	0,055130559	0,05304731	0,06189774	0,059145747	0,066508736	0,086899077	0,096940002	0,117417726	0,121537338	0,107566106	0,82609
Manisa	0,024942503	0,02918476	0,02160444	0,063540835	0,07568265	0,105667313	0,117231254	0,1382251	0,142082138	0,129453464	0,847614
İzmir	0,000512016	0,01367092	0,01801828	0,042521999	0,055234432	0,076008232	0,08949336	0,106969165	0,107602933	0,101698051	0,611729
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kocaeli	0,050031296	0,0362625	0,06217958	0,059275864	0,067064406	0,087495071	0,100642378	0,120705553	0,126806026	0,113447707	0,82391
Eksponansiyel Normalize Matris											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	Pi
Antalya	1	1	1	1	1	1	1	1	0,996659192	0,986752469	9,983412
Bursa	0,831906809	0,95901127	0,73710733	0,979201239	0,981255615	0,976130315	0,978133561	0,981410133	0,987300792	0,987355753	9,398813
Ankara	0,987031915	0,99165993	0,98380568	0,984779016	0,982763885	0,976424076	0,974745406	0,975038431	0,978053479	0,976308326	9,81061
Manisa	0,935957546	0,95623824	0,90759506	0,989943901	0,993255282	0,997325605	0,997227101	0,997655024	1	1	9,775198
İzmir	0,721438251	0,91309822	0,89506301	0,961346942	0,967876406	0,962364555	0,965442828	0,962349511	0,961276891	0,969244046	9,279501
İstanbul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kocaeli	0,980635253	0,96896126	0,9841481	0,984936962	0,98343607	0,977147211	0,979138555	0,978830453	0,983968512	0,983059926	9,804262
Sonuç Matrisi											
İl Adı	K ₃	Sıralama	K ₄	Sıralama	K ₅	Sıralama	K	Final Sıralama			
Antalya	0,174479197	1	109,674322	1	1	1	41,75331294	1			
Bursa	0,160866444	5	101,117603	5	0,921980651	5	38,74220416	5			
Ankara	0,169217637	2	106,367005	2	0,969844195	2	40,5902877	2			
Manisa	0,16899669	4	106,228122	4	0,968577876	4	40,54142732	4			
İzmir	0,157358062	6	98,9123005	6	0,901872912	6	37,96499214	6			
İstanbul	0	7	0	7	0	7	0	7			
Kocaeli	0,169081969	3	106,281727	3	0,969066638	3	40,56028621	3			
Nü	0,5										

Ek 15. Aşama 2 PSI metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Normalize Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,197722438	0,176287219	0,165925926	0,183110368	0,177301918	0,14305141	0,136321209	0,124350827	0,15336059	0,214075391
Bursa	0,948567138	0,585832527	0,984444444	0,38752832	0,346506583	0,31437755	0,281674972	0,233788157	0,207750996	0,210355987
Ankara	0,339757227	0,282167043	0,326031746	0,337954472	0,33417814	0,312470198	0,302152591	0,268485963	0,258523359	0,276092803
Manisa	0,70128895	0,605073632	0,764761905	0,288758226	0,242337679	0,163979302	0,156080819	0,138855736	0,133183366	0,128793473
İzmir	0,993868102	0,815005912	0,803809524	0,524031719	0,447045684	0,398636596	0,355759151	0,333580637	0,343534564	0,31558412
İstanbul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kocaeli	0,400825929	0,509298076	0,322962963	0,336498004	0,328615305	0,307754799	0,275500093	0,248002753	0,226380074	0,236510324
Ortalama	0,654575683	0,567666344	0,623990993	0,436840158	0,410855044	0,377181408	0,358212691	0,335294868	0,331818993	0,340201728
[Nij-Nj] Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,208714888	0,153177619	0,209823548	0,064378807	0,054547063	0,054816856	0,04923583	0,044497388	0,031847402	0,015907853
Bursa	0,086430975	0,00033001	0,129926736	0,002431657	0,004140724	0,003944325	0,005858022	0,010303612	0,015392868	0,016859916
Ankara	0,099110661	0,081509851	0,088779675	0,009778379	0,005879348	0,004187541	0,003142735	0,00446343	0,00537225	0,004109954
Manisa	0,002182129	0,001399305	0,019816467	0,021928259	0,028398102	0,045455138	0,040857294	0,038588332	0,039456112	0,04469345
İzmir	0,115119345	0,061176862	0,032334727	0,007602368	0,001309762	0,000460325	6,01986E-06	2,93859E-06	0,000137255	0,000606027
İstanbul	0,119317959	0,18691239	0,141382821	0,317149007	0,347091779	0,387902999	0,41189095	0,441832913	0,446465858	0,43533376
Kocaeli	0,064388938	0,003406855	0,090617837	0,010068548	0,006763375	0,004820054	0,006841374	0,007619913	0,011117366	0,010751907
Preference Variation Value	0,695264895	0,487912892	0,712681811	0,433337025	0,448130153	0,501587237	0,517832225	0,547308528	0,54978911	0,528262868
Deviation in the Preference	0,304735105	0,512087108	0,287318189	0,566662975	0,551869847	0,498412763	0,482167775	0,452691472	0,45021089	0,471737132
Ağırlıklar	0,066566669	0,111860867	0,062762099	0,123782479	0,120551052	0,108873828	0,105325255	0,098886419	0,098344558	0,103046774
Ağırlıklı Normalize Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Antalya	0,013161724	0,019719641	0,010413859	0,022665855	0,021373933	0,015574555	0,014358066	0,012296608	0,015082179	0,022059778
Bursa	0,063142955	0,065531734	0,0617858	0,047969216	0,041771733	0,034227487	0,029667488	0,023118474	0,02043118	0,021676506
Ankara	0,022616507	0,03156345	0,020462437	0,041832842	0,040285526	0,034019827	0,031824299	0,026549616	0,025424366	0,028450473
Manisa	0,046682469	0,067684061	0,047998062	0,035743209	0,029214062	0,017853054	0,016439252	0,013730947	0,013097859	0,013271752
İzmir	0,066158489	0,091167268	0,050448773	0,064865945	0,053891827	0,043401092	0,037470423	0,032986595	0,033784755	0,032519925
İstanbul	0,066566669	0,111860867	0,062762099	0,123782479	0,120551052	0,108873828	0,105325255	0,098886419	0,098344558	0,103046774
Kocaeli	0,026681647	0,056970524	0,020269833	0,041652557	0,039614921	0,033506443	0,029017118	0,024524104	0,022263248	0,024371626
İl Adı	Tercih Seçimi İndeksi	Sıralama								
Antalya	0,166706199	1								
Bursa	0,409322573	5								
Ankara	0,303029341	3								
Manisa	0,301714728	2								
İzmir	0,506695093	6								
İstanbul	1	7								
Kocaeli	0,318872022	4								

Ek 16. Aşama 2 ARAS metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil
Karar Matrisi										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Maks/Min	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	15571	14128
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944
Normalize Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Maks/Min	1,65705E-08	1,57939E-08	1,48852E-08	1,22581E-09	8,52141E-10	7,83355E-10	5,72171E-10	3,76194E-10	2,23668E-10	2,57053E-10
Antalya	1,65705E-08	1,57939E-08	1,48852E-08	1,22581E-09	8,52141E-10	7,83355E-10	5,72171E-10	3,76194E-10	1,9424E-10	1,5465E-10
Bursa	3,45402E-09	4,75267E-09	2,50886E-09	5,79206E-10	4,36027E-10	3,56451E-10	2,76912E-10	2,00096E-10	1,43387E-10	1,57385E-10
Ankara	9,64326E-09	9,86744E-09	7,57545E-09	6,64168E-10	4,52113E-10	3,58626E-10	2,58145E-10	1,74236E-10	1,15227E-10	1,19912E-10
Manisa	4,67192E-09	4,60153E-09	3,22955E-09	7,77324E-10	6,23454E-10	6,83379E-10	4,99735E-10	3,36897E-10	2,23668E-10	2,57053E-10
İzmir	3,29658E-09	3,41625E-09	3,07266E-09	4,2833E-10	3,37966E-10	2,81108E-10	2,19247E-10	1,40236E-10	8,67127E-11	1,04906E-10
İstanbul	3,27637E-09	2,78427E-09	2,46984E-09	2,24459E-10	1,51086E-10	1,1206E-10	7,79991E-11	4,678E-11	2,97888E-11	3,31068E-11
Kocaeli	8,17404E-09	5,46687E-09	7,64743E-09	6,67043E-10	4,59766E-10	3,64121E-10	2,83118E-10	1,88627E-10	1,31588E-10	1,3998E-10
Ağırlıklı Normalize Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019
Maks/Min	1,11007E-09	9,61404E-10	1,14023E-09	8,94587E-11	7,00282E-11	8,48471E-11	6,86469E-11	5,28753E-11	3,17792E-11	3,32764E-11
Antalya	1,11007E-09	9,61404E-10	1,14023E-09	8,94587E-11	7,00282E-11	8,48471E-11	6,86469E-11	5,28753E-11	2,75981E-11	2,002E-11
Bursa	2,31386E-10	2,89303E-10	1,92184E-10	4,227E-11	3,58323E-11	3,8608E-11	3,32228E-11	2,81241E-11	2,03728E-11	2,0374E-11
Ankara	6,46007E-10	6,00648E-10	5,80294E-10	4,84705E-11	3,71542E-11	3,88437E-11	3,09712E-11	2,44895E-11	1,63717E-11	1,5523E-11
Manisa	3,12974E-10	2,80103E-10	2,4739E-10	5,67285E-11	5,12348E-11	7,40185E-11	5,99563E-11	4,73519E-11	3,17792E-11	3,32764E-11
İzmir	2,2084E-10	2,07953E-10	2,35372E-10	3,12592E-11	2,77737E-11	3,04475E-11	2,63044E-11	1,97106E-11	1,23203E-11	1,35805E-11
İstanbul	2,19485E-10	1,69483E-10	1,89194E-10	1,63808E-11	1,24161E-11	1,21375E-11	9,35803E-12	6,57509E-12	4,23246E-12	4,28579E-12
Kocaeli	5,47583E-10	3,32778E-10	5,85808E-10	4,86803E-11	3,77832E-11	3,94389E-11	3,39674E-11	2,65122E-11	1,86963E-11	1,81209E-11
Sıralama										
İl Adı	Si	Ki								
Maks/Min	3,64262E-09	1								
Antalya	3,62518E-09	0,995212908	1							
Bursa	9,31677E-10	0,255771362	5							
Ankara	2,03877E-09	0,559699994	2							
Manisa	1,19481E-09	0,32800952	4							
İzmir	8,25561E-10	0,226639584	6							
İstanbul	6,43549E-10	0,17667206	7							
Kocaeli	1,68937E-09	0,463778599	3							

Ek 17. Aşama 2 ELECTRE I metodu işlem detayları

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129	
Kriter Türü	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	Yararlı Değil	
Karar Matrisi											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	
Antalya	1580	1640	1568	6789	8255	8100	9493	11565	17930	23483	
Bursa	7580	5450	9303	14368	16133	17801	19615	21743	24289	23075	
Ankara	2715	2625	3081	12530	15559	17693	21041	24970	30225	30286	
Manisa	5604	5629	7227	10706	11283	9285	10869	12914	15571	14128	
İzmir	7942	7582	7596	19429	20814	22572	24774	31024	40164	34618	
İstanbul	7991	9303	9450	37076	46559	56623	69637	93003	116914	109695	
Kocaeli	3203	4738	3052	12476	15300	17426	19185	23065	26467	25944	
Kareler Toplamı	235919495	237449543	307042943	2431915674	3532860361	4801063864	6866851186	11540820380	18049979468	16105239179	
Karekök	15359,67106	15409,39788	17522,64087	49314,45705	59437,86975	69289,70965	82866,46599	107428,2104	134350,212	126906,419	
Normalize Matris											
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	
Antalya	0,102866786	0,106428558	0,089484229	0,13766754	0,13888452	0,116900475	0,1145578	0,107653287	0,133457177	0,185041861	
Bursa	0,493500152	0,35368027	0,530913124	0,291354724	0,271426282	0,256906835	0,236706124	0,202395627	0,180788699	0,181826894	
Ankara	0,176761598	0,170350589	0,175829661	0,254083706	0,261769139	0,255348162	0,253914533	0,232434292	0,224971733	0,238648291	
Manisa	0,364851563	0,365296558	0,412437831	0,217096581	0,189828472	0,134002582	0,131162828	0,12021051	0,115898589	0,111326126	
İzmir	0,517068365	0,492037396	0,433496301	0,393981829	0,350180787	0,325762658	0,298962912	0,288788205	0,298950031	0,27278368	
İstanbul	0,520258537	0,603722486	0,53930227	0,751828211	0,783322151	0,817192052	0,840351995	0,865722325	0,870218202	0,864377081	
Kocaeli	0,208533112	0,307474701	0,174174659	0,252988692	0,257411648	0,251494776	0,231517053	0,214701519	0,197000061	0,204434104	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Uyum seti
D12	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Büyük	10
D13	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D14	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Büyük	Büyük	9,10
D15	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D16	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D17	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D21	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük	1-9
D23	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	1-6
D24	Büyük	Küçük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1,3-10
D25	Küçük	Küçük	Büyük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	3
D26	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D27	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük	Küçük	Küçük	1-7
D31	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D32	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	7-10
D34	Küçük	Küçük	Küçük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	4-10
D35	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D36	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D37	Küçük	Küçük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	3-10
D41	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük	Küçük	1-8
D42	Küçük	Büyük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	2
D43	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	1-3
D45	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D46	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D47	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	1-3
D51	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D52	Büyük	Büyük	Küçük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1,2,4-10
D53	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D54	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D56	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D57	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D61	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D62	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D63	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D64	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D65	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D67	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D71	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	1-10
D72	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Büyük	Büyük	Büyük	8-10
D73	Büyük	Büyük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	1,2
D74	Küçük	Küçük	Küçük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	4-10
D75	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-
D76	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük	-

Ek 17'nin devamı

Ağırlıklar	0,067	0,061	0,077	0,073	0,082	0,108	0,120	0,141	0,142	0,129	
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Uyum Aralığı Matrisi										
	Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli				
Antalya	0	0,129	0	0,272	0	0	0				
Bursa	0,871	0	0,468	0,939	0,077	0	0,588				
Ankara	1,000	0,532	0	0,796	0	0	0,872				
Manisa	0,728	0,061	0,204	0	0	0	0,204				
İzmir	1,000	0,923	1,000	1,000	0	0	1,000				
İstanbul	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0	1,000				
Kocaeli	1,000	0,412	0,128	0,796	0	0	0				
	Ağırlıklı Normalize Matris										
İl Adı	İş Kazası 2010	İş Kazası 2011	İş Kazası 2012	İş Kazası 2013	İş Kazası 2014	İş Kazası 2015	İş Kazası 2016	İş Kazası 2017	İş Kazası 2018	İş Kazası 2019	
Antalya	0,0068911	0,006478492	0,006854669	0,010046866	0,011413398	0,012661778	0,0137442	0,015131028	0,018961881	0,02395431	
Bursa	0,033059835	0,021529134	0,040668997	0,021262832	0,022305555	0,02782621	0,028399082	0,02844738	0,025686845	0,023538121	
Ankara	0,011841352	0,010369537	0,0134689	0,018542823	0,02151194	0,027657387	0,03046368	0,032669414	0,031964465	0,030893848	
Manisa	0,024441598	0,022236238	0,031593555	0,015843533	0,015599924	0,014514149	0,015736407	0,016895988	0,016467119	0,014411553	
İzmir	0,034638682	0,029951174	0,033206675	0,028752475	0,028777525	0,035284154	0,03586841	0,040590144	0,042475459	0,035312792	
İstanbul	0,034852393	0,03674964	0,041311622	0,054867815	0,064372672	0,088512078	0,100822171	0,121680156	0,123642463	0,111896607	
Kocaeli	0,013969743	0,018716521	0,013342124	0,01846291	0,021153845	0,027240017	0,027776518	0,030177014	0,02799019	0,026464703	
Uyumsuzluk Seti		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-9	D12	0,026168734	0,015050643	0,033814328	0,011215966	0,010892156	0,015164433	0,014654882	0,013316351	0,006724964	0,000416189
1-10	D13	0,004950252	0,003891045	0,006614231	0,008495958	0,010098542	0,014995609	0,01671948	0,017538386	0,013002584	0,006939538
1-8	D14	0,017550498	0,015757746	0,024738886	0,005796667	0,004186526	0,001852371	0,001992207	0,00176496	0,002494762	0,009542757
1-10	D15	0,027747581	0,023472682	0,026352006	0,01870561	0,017364127	0,022622376	0,02212421	0,025459116	0,023513578	0,011358482
1-10	D16	0,027961293	0,030271148	0,034456953	0,044820949	0,052959274	0,075850301	0,087077971	0,106549128	0,104680582	0,087942297
1-10	D17	0,007078643	0,012238029	0,006487455	0,008416044	0,009740447	0,014578239	0,014032317	0,015045986	0,009028309	0,002510393
10	D21	0,026168734	0,015050643	0,033814328	0,011215966	0,010892156	0,015164433	0,014654882	0,013316351	0,006724964	0,000416189
7-10	D23	0,021218482	0,011159597	0,027200097	0,002720009	0,000793615	0,000168824	0,002064598	0,004222034	0,00627762	0,007355727
2	D24	0,008618237	0,000707104	0,009075442	0,005419299	0,006705631	0,013312062	0,012662675	0,011551392	0,009219726	0,009126569
1,2,4-10	D25	0,001578847	0,008422039	0,007462322	0,007489643	0,006471971	0,007457943	0,007469328	0,012142765	0,016788615	0,011774671
1-10	D26	0,001792558	0,015220506	0,000642625	0,033604983	0,042067117	0,060685868	0,072423089	0,093232777	0,097955618	0,088358486
8-10	D27	0,019090092	0,002812614	0,027326873	0,002799922	0,001151709	0,000586193	0,000622565	0,001729634	0,002303345	0,002926582
-	D31	0,004950252	0,003891045	0,006614231	0,008495958	0,010098542	0,014995609	0,01671948	0,017538386	0,013002584	0,006939538
1-6	D32	0,021218482	0,011159597	0,027200097	0,002720009	0,000793615	0,000168824	0,002064598	0,004222034	0,00627762	0,007355727
1-3	D34	0,012600246	0,011866701	0,018124655	0,00269929	0,005912016	0,013143238	0,014727273	0,015773426	0,015497345	0,016482295
1-10	D35	0,022797329	0,019581637	0,019737775	0,010209652	0,007265585	0,007626767	0,00540473	0,00792073	0,010510995	0,004418944
1-10	D36	0,023011041	0,026380103	0,027842722	0,036324991	0,042860732	0,060854692	0,070358491	0,089010742	0,091677998	0,081002759
1,2	D37	0,00212839	0,008346984	0,000126776	7,99132E-05	0,000358095	0,00041737	0,002687163	0,0024924	0,003974275	0,004429145
9-10	D41	0,017550498	0,015757746	0,024738886	0,005796667	0,004186526	0,001852371	0,001992207	0,00176496	0,002494762	0,009542757
1,3-10	D42	0,008618237	0,000707104	0,009075442	0,005419299	0,006705631	0,013312062	0,012662675	0,011551392	0,009219726	0,009126569
4,10	D43	0,012600246	0,011866701	0,018124655	0,00269929	0,005912016	0,013143238	0,014727273	0,015773426	0,015497345	0,016482295
1-10	D45	0,010197084	0,007714936	0,00161312	0,012908942	0,013177601	0,020770005	0,020132003	0,023694156	0,02600834	0,02090124
1-10	D46	0,010410795	0,014513402	0,009718067	0,039024282	0,048772748	0,07399793	0,085085764	0,104784169	0,107175343	0,097485054
4-10	D47	0,010471855	0,003519717	0,018251431	0,002619377	0,005553921	0,012725868	0,01204011	0,013281026	0,011523071	0,01205315
-	D51	0,027747581	0,023472682	0,026352006	0,01870561	0,017364127	0,022622376	0,02212421	0,025459116	0,023513578	0,011358482
3	D52	0,001578847	0,008422039	0,007462322	0,007489643	0,006471971	0,007457943	0,007469328	0,012142765	0,016788615	0,011774671
-	D53	0,022797329	0,019581637	0,019737775	0,010209652	0,007265585	0,007626767	0,00540473	0,00792073	0,010510995	0,004418944
-	D54	0,010197084	0,007714936	0,00161312	0,012908942	0,013177601	0,020770005	0,020132003	0,023694156	0,02600834	0,02090124
1-10	D56	0,000213711	0,006798466	0,008104947	0,02611534	0,035595147	0,053227925	0,064953761	0,081090012	0,081167003	0,076583815
-	D57	0,020668939	0,011234653	0,019864551	0,010289565	0,00762368	0,008044137	0,008091892	0,01041313	0,01448527	0,008848089
-	D61	0,027961293	0,030271148	0,034456953	0,044820949	0,052959274	0,075850301	0,087077971	0,106549128	0,104680582	0,087942297
-	D62	0,001792558	0,015220506	0,000642625	0,033604983	0,042067117	0,060685868	0,072423089	0,093232777	0,097955618	0,088358486
-	D63	0,023011041	0,026380103	0,027842722	0,036324991	0,042860732	0,060854692	0,070358491	0,089010742	0,091677998	0,081002759
-	D64	0,010410795	0,014513402	0,009718067	0,039024282	0,048772748	0,07399793	0,085085764	0,104784169	0,107175343	0,097485054
-	D65	0,000213711	0,006798466	0,008104947	0,02611534	0,035595147	0,053227925	0,064953761	0,081090012	0,081167003	0,076583815
-	D67	0,02088265	0,018033119	0,027969498	0,036404905	0,043218827	0,061272061	0,073045653	0,091503143	0,095652273	0,085431904
-	D71	0,007078643	0,012238029	0,006487455	0,008416044	0,009740447	0,014578239	0,014032317	0,015045986	0,009028309	0,002510393
1-7	D72	0,019090092	0,002812614	0,027326873	0,002799922	0,001151709	0,000586193	0,000622565	0,001729634	0,002303345	0,002926582
3-10	D73	0,00212839	0,008346984	0,000126776	7,99132E-05	0,000358095	0,00041737	0,002687163	0,0024924	0,003974275	0,004429145
1-3	D74	0,010471855	0,003519717	0,018251431	0,002619377	0,005553921	0,012725868	0,01204011	0,013281026	0,011523071	0,01205315
1-10	D75	0,020668939	0,011234653	0,019864551	0,010289565	0,00762368	0,008044137	0,008091892	0,01041313	0,01448527	0,008848089
1-10	D76	0,02088265	0,018033119	0,027969498	0,036404905	0,043218827	0,061272061	0,073045653	0,091503143	0,095652273	0,085431904

	Matrise gelecek değer		Uyumsuzluk Aralığı Matrisi								
D12	0,033814328		Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli		
D13	0,017538386		Antalya	0,00000000	0,03381433	0,01753839	0,02473389	0,02774758	0,10654913	0,01504599	
D14	0,024738886		Bursa	0,00041619	0,00000000	0,00735573	0,00070710	0,01678861	0,09795562	0,00292658	
D15	0,027747581		Ankara	0,00000000	0,02720010	0,00000000	0,01812465	0,02279733	0,09167800	0,00834698	
D16	0,106549128		Manisa	0,00954276	0,01331206	0,01648230	0,00000000	0,02600834	0,10717534	0,01328103	
D17	0,015045986		izmir	0,00000000	0,00746232	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,08116700	0,00000000	
D21	0,000416189		İstanbul	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	
D23	0,007355727		Kocaeli	0,00000000	0,02732687	0,00442915	0,01825143	0,02066894	0,09565227	0,00000000	
D24	0,000707104		Uyum İndeksi Matrisi								
D25	0,016788615		Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli		
D26	0,097955618		Antalya	0	0	0	0	0	0	0	
D27	0,002926582		Bursa	1	0	0	1	0	0	1	
D31	0		Ankara	1	1	0	1	0	0	1	
D32	0,027200097		Manisa	1	0	0	0	0	0	0	
D34	0,018124655		izmir	1	1	1	1	0	0	1	
D35	0,022797329		İstanbul	1	1	1	1	1	0	1	
D36	0,091677998		Kocaeli	1	0	0	1	0	0	0	
D37	0,008346984		Uyuumsuzluk İndeksi Matrisi								
D41	0,009542757		Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli		
D42	0,013312062		Antalya	1	0	1	0	0	0	1	
D43	0,016482295		Bursa	1	1	1	1	1	0	1	
D45	0,02600834		Ankara	1	0	1	1	1	0	1	
D46	0,107175343		Manisa	1	1	1	1	0	0	1	
D47	0,013281026		İzmir	1	1	1	1	1	0	1	
D51	0		İstanbul	1	1	1	1	1	1	1	
D52	0,007462322		Kocaeli	1	0	1	1	1	0	1	
D53	0		Başkanlık Matrisi								
D54	0		Antalya	Bursa	Ankara	Manisa	İzmir	İstanbul	Kocaeli		
D56	0,081167003		Antalya	0	0	0	0	0	0	0	
D57	0		Bursa	1	0	0	1	0	0	1	
D61	0		Ankara	1	0	0	1	0	0	1	
D62	0		Manisa	1	0	0	0	0	0	0	
D63	0		İzmir	1	1	1	1	0	0	1	
D64	0		İstanbul	1	1	1	1	1	0	1	
D65	0		Kocaeli	1	0	0	1	0	0	0	
D67	0		MANTIKSAL SINAMA MATRİSİ								
D71	0		1	2	3	4	5	6	7	Mantık	Sıralama
D72	0,027326873		Antalya	Antalya						Antalya en küçük	1
D73	0,004429145		Bursa	Antalya	Manisa		Bursa	İzmir	İstanbul	Bursa yer i belirsizler içinde en büyük	5
D74	0,018251431		Ankara	Antalya	Manisa	Kocaeli	Ankara	Bursa	İzmir	Ankara Kocaeliden daha büyük	4
D75	0,020668939		Manisa	Antalya	Manisa					Manisa Antalyadan sonra en küçük	2
D76	0,095652273		izmir					izmir		izmir İstanbuldan sonra en büyük	6
			İstanbul								

ÖZGEÇMİŞ

Rıdvan ŞİMŞEK

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2020- Devam ediyor	Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2015-2019	Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya

ESERLER

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

- 1- Simsek, R., et al. (2019). "Development of Software to Design and Calculate Capacity of Steel Connections". In: Branch, Chamber of Civil Engineers Konya (ed.) 8th International Steel Structures Symposium. Konya: Chamber of Civil Engineers Konya Branch.
- 2- Kazaz, A. & Simsek, R. (2019). "An Evaluation of Sustainability and Awareness of Carbon Dioxide Emissions in the Construction Sector ". In: Sahin, İlhan (ed.) 5th International Conference on Engineering & Natural Sciences. Van: ISPEC Institute, ISPEC Publishing House.

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

- 1- Kazaz, A., Erbas, I. & Simsek, R. (2021). "A regional perspective for work accidents: Evaluating the amount of work accidents on a city basis by the help of multi-criteria decision-making methods". Journal of Construction Engineering, Management & Innovation.