T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DEKİ YERALTI KÖMÜR OCAĞI HAVZALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE RİSK TEMELLİ SINIFLANDIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Mert MUTLU

DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet SARI

AKSARAY, 2019

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DEKİ YERALTI KÖMÜR OCAĞI HAVZALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE RİSK TEMELLİ SINIFLANDIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Mert MUTLU

DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet SARI

AKSARAY, 2019

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmalarımda bilgi, öneri ve yapıcı eleştirileriyle beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Mehmet SARI'ya, çalışmalarımın her aşamasında benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeme katkıda bulunan, bana büyük emekleri olan değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa ÖNDER'e, Doç. Dr. Seyhan ÖNDER'e, benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇINAR'a, bugünlere gelebilmemde büyük katkısı olan değerli hocam Prof. Dr. Adnan KONUK'a ve havza ziyaretleri görevlendirmeleri aşamasında büyük yardımlarını gördüğüm Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Eski Dekanı Prof. Dr. Semih EKERCİN'e teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Çalışmanın en zaman alıcı ve yorucu aşaması olan havza ziyaretlerinin gerçekleşmesi sırasında benden her zaman desteklerini esirgemeyerek beni yönlendiren Türkiye Taş Kömürü Kurumu İş Sağlığı, Güvenliği ve Eğitim Daire Başkanı Faik Ahmet SARIALİOĞLU'na, Türkiye Taş Kömürü Kurumu Sözleşmeli Sahalar ve Hizmet Alımı Şube Müdürü Mustafa İSTEK'e, Türkiye Taş Kömürü Kurumu Tahlisiye Ekibi uzmanlarından maden teknikeri İsmail ÇETİN'e, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Garp Linyitleri İşletmesi Müdürü Dr. Recep ÇELİK'e, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Garp Linyitleri İşletmesi Yeraltı Üretim Şube Müdürü Serdar HASİPEK'e, Kale Linyit İşletmeleri Üretim Başmühendisi ve Koordinatörü Şükrü KAZANKAYA'ya, Özakpınar Madencilik A.Ş. Üretim Başmühendisi ve Koordinatörü Yücel YILMAZ'a, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Karadon ve Gelik İşletmeleri Sözleşmeli Sahalar Müdürlüğü maden teknikerleri Cenk ÖZDEMİR'e, Nedim KIRAN'a ve Celal DURSUN'a teşekkür ederim.

Doktora tezimin model oluşturma aşamalarında yanımda olup, benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Araş. Gör. Nazlı Ceren ŞAHİN'e, tez yazımının farklı aşamalarında yardımlarını gördüğüm Öğr. Gör. Dr. Murat KALKAN'a ve Araş. Gör. Mustafa Haydar TERZİ'ye, teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmalarım sırasında ve yaşamımın her aşamasında benden desteklerini esirgemeyen, bana emek veren sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimin gerçekleşmesinde 2016-056 numaralı proje ile maddi destek sağlayan Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne de ayrıca teşekkür ederim.

Mert MUTLU

AKSARAY, 2019

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ÖZET iv
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİ xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xviii
1. GİRİŞ 1
1.1 Çalışmanın Özgün Değeri ve Amacı 2
2. KAYNAK ÖZETLERİ 4
2.1 AHP Yönteminin Madencilik Sektöründe Kullanımı 4
2.2 TOPSIS Yönteminin Madencilik Sektöründe Kullanımı 12
2.3 Bulanık AHP Yönteminin Madencilik Sektöründe Kullanımı 14
2.4 Bulanık TOPSIS Yönteminin Madencilik Sektöründe Kullanımı 16
2.5 Diğer ÇKKV Yöntemlerinin Madencilik Sektöründe Kullanımı 19
3. MATERYAL ve YÖNTEM 26
3.1 Karar Verme Süreci 28
3.2 Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi 29
3.2.1 Tek kriterli karar verme yöntemleri 29
3.2.2 Çok kriterli karar verme yöntemleri 29
3.3 Bulanık Mantık Kavramı 33
3.3.1 Üçgensel bulanık sayılar 36
3.3.1.1 Üçgensel bulanık sayılarda işlemler 37
3.3.1.2 Normalize edilmiş bulanık sayı 38
3.3.1.3 Bulanık matris 38
3.3.1.4 Vertex metodu 38
3.3.1.5 Yamuksal bulanık sayılar 39
3.4 Çalışmada Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri 39
3.4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi 39
3.4.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Bulanık AHP) Yöntemi 45
3.4.2.1 Bulanık AHP yöntemi algoritması 47
3.4.2.2 Bulanık AHP'de tutarlılık 50
3.4.3 Bulanık TOPSIS Yöntemi 50
3.4.3.1 Bulanık TOPSIS yöntemi algoritması 52
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 56
4.1 Havzaların Tanıtımı 56
4.1.1 Soma havzası 60
4.1.1.1 Soma havzasının jeolojisi 60
4.1.1.2 Soma havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri 66
4.1.2 Trakya havzası 69
4.1.2.1 Trakya havzasının jeolojisi 69
4.1.2.2 Trakya havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri 71
4.1.3 Zonguldak havzası 75
4.1.3.1 Zonguldak havzasının jeolojisi 75
4.1.3.2 Zonguldak havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri 78
4.1.4 Kütahya havzası 83
4.1.4.1 Kütahya havzasının jeolojisi 83

4.1.4.2 Kütahya havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri 85
4.1.5 Beypazarı havzası 87
4.1.5.1 Beypazarı havzasının jeolojisi 87
4.1.5.2 Beypazarı havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri 91
4.1.6 Ermenek havzası 93
4.1.6.1 Ermenek havzasının jeolojisi 93
4.1.6.2 Ermenek havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri 95
4.2 Anket Çalışmalarının Değerlendirilmesi 97
4.2.1 Ana kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmesi 97
4.2.2 AHP yöntemi ile risk temelli sınıflandırma 111
4.2.2.1 Duyarlılık analizi 131
4.2.3 Bulanık AHP yöntemi ile risk temelli sınıflandırma 133
4.2.3.1 Havza bazında ana kriterler için risk puanlarının hesaplanması .. 135
4.2.3.2 Ana kriterlerin alt kriterleri bazında her bir havza için risk puanlarının hesaplanması 147
4.2.3.3 Ana kriterler ve alt kriterler bazında tüm havzalar için risk puanlarının hesaplanması: 184
4.2.3.4 Modeldeki her bir ana kriter ve ana kiriterlerin alt kriterleri için havzaların risk puanlarının hesaplanması 192
4.2.4 Bulanık TOPSIS yöntemi ile risk temelli sınıflandırma 229
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 245
KAYNAKLAR 261
EKLER 278
EK A. Anket çalışması. 278
EK B. Aksaray Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu uygunluk kararı. . 287
EK C. Ocak ziyaretlerinde kullanılan resmi izin yazısı. 288
ÖZGEÇMİŞ 289

DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE'DEKİ YERALTI KÖMÜR OCAĞI HAVZALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE RİSK TEMELLİ SINIFLANDIRILMASI

Mert MUTLU

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet SARI

ÖZET

Ülkemizdeki yeraltı kömür ocaklarının bazılarında modern işletim yöntemlerine geçilmesine rağmen, yakın zaman dilimlerinde meydana gelen büyük boyutlu kazalar nedeniyle kömür madenlerinde alınması gerekli güvenlik tedbirleri ve düzenlemeler yeniden gündeme gelmiştir. Bu tez çalışması kapsamında; Türkiye'de üretimin ve iş kazalarının yoğunlaştığı, yeraltı üretim yöntemiyle kömür üretimi yapan işletmelerin bulunduğu havzalar belirlenmiştir. Çalışmada, Türkiye genelinde belirlenen 6 ayrı havzada, ruhsatlı olarak üretim yapan, uygulama çalışması için izin alınabilen 39 yeraltı kömür ocağı tek tek ziyaret edilmiş, buradaki toplam 191 karar vericinin (üst düzey yöneticiler, maden mühendisleri, üretim mühendisleri, daimî nezaretçiler ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanları) anket yoluyla görüşlerine başvurulmuştur. Anket verileri kullanılarak Expert Choice yazılımında ve Microsoft Excel programında, 5 ana kriter ve 26 alt kriterden oluşan hiyerarşi oluşturulmuştur. Böylece havzalar çok riskliden az riskliye doğru sınıflandırılmıştır. Her bir ana kriter ve alt kriterin mevcut risklerin ortaya çıkmasındaki önem dereceleri (risk puanları) hesaplanmıştır.

Çalışmada AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi), Bulanık AHP (Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve ülkemizde az uygulama alanı bulunan Bulanık TOPSIS (Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği) yöntemleri tercih edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçların her üç yöntemde de birbirini destekliyor olması, bu yöntemlerin risk yönetim süreçlerinde oldukça kullanışlı birer yöntem olduklarını ortaya koymuştur. Tez çalışmasında önemle vurgulanması gereken nokta, oluşturulan risk sınıflamasının genel bir yaklaşımdan ziyade havza bazında olması, her havzanın bir bütün olarak değerlendirilmesi ve risk yönetim sürecinde havzalara özel koşuların dikkate alınmasıdır. Çalışmanın, ülkemizdeki karar vericilerin mevcut riskleri azaltıcı tedbirlerin belirlenmesi yönündeki hedeflerine daha kolay ulaşmasında, iş yeri koşullarının iş güvenliği açısından iyileştirilmesinde ve firma yöneticilerine yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı kömür ocağı havzaları, Çok kriterli karar verme, AHP, Bulanık AHP yöntemi, Bulanık TOPSIS yöntemi, Risk yönetim süreci.

Kasım, 2019; 289 sayfa

Ph.D. THESIS

CLASSIFICATION OF UNDERGROUND COAL MINE BASINS IN TURKEY WITH MULTICRITERIA DECISION MAKING METHODS

Mert MUTLU

Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Mehmet SARI

ABSTRACT

Even though modern production methods have been introduced in some of the underground coal mines in our country, as result of the large-scale accidents occurring in the near-past, undoubtedly the necessary safety precautions and regulations to be taken in the coal mines have re-emerged. Within the purpose of this thesis; major coal mine basins are determined, where enterprises which using underground coal production methods, and where production and occupational accidents are concentrated. Total 39 licensed underground coal mines in 6 different basin which allowed for the application study, has been individually visited one by one and total 191 decision makers (such as senior executives, mining engineers, production engineers, permanent supervisors, and occupational health and safety experts) which working in these coal mines were consulted to their opinions about coal mine through surveys. Hierarchy which consisting of 5 main criteria and 26 sub-criteria is formed using these surveys in the Expert Choice and Microsoft Excel program. In this way, the coal mine basins are classified as according to risk scores. Each main criterion and sub-criterion's importance levels (risk scores) of current risks has been calculated.

In this thesis, AHP (Analytic Hierarchy Process) Fuzzy AHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) and Fuzzy TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) methods which found only a few applications in our country were preferred. The results that obtained from this thesis is supporting each other and it can be said that these methods can be rather useful methods for risk management process. It should be underlined that, this thesis study is rather than a general approach, has a risk classification based on coal mine basins, evaluation of each coal mine basins as a whole and special conditions taken into account in the risk management process. This study will be a guide for the company managers to achieve decision makers in our country goal of existing the current risks easily, improvements of enterprises conditions about occupational health and safety and what factors should focus on in our country.

Keywords: Inderground coal mine basins, Multicriteria desicion making, AHP, Fuzzy AHP method, Fuzzy TOPSIS method, Risk management process.

November, 2019; 289 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Madencilik sektöründeki ÇKKV çalışmalarının konulara göre dağılımları. 24
Şekil 2.2. ÇKKV yöntemlerinin kullanım sıklığı. 25
Şekil 3.1. Karar verme süreci (Daft, 1991). 28
Şekil 3.2. ÇKKV sürecinde kullanılan matris. 31
Şekil 3.3. Karar analizi tekniklerinin sınıflandırılması (Zhou vd., 2006; Mutlu ve Sarı, 2017). 32
Şekil 3.4. Kesin küme ile bulanık küme ayrımı (Kahya, 2003). 35
Şekil 3.5. Üçgensel bulanık sayıların üyelik fonksiyonu gösterimi (Mutlu ve Sarı, 2017). 37
Şekil 3.6. $\tilde{D}$ bulanık matrisi. 38
Şekil 3.7. Bulanık yamuksal sayılarda üyelik fonksiyonu. 39
Şekil 3.8. AHP yönteminin belirlenen başlıca 10 avantajı (Saaty, 1996). 41
Şekil 3.9. AHP yönteminin hiyerarşik yapısı. 42
Şekil 3.10. M_1ve M_2 Üçgen bulanık sayılarının kesişimi (Chang, 1996). 49
Şekil 4.1. Ocakların koordinatlarının belirlenmesinde kullanılan Garmin marka GPS cihazı. 58
Şekil 4.2. Havzalarda teknik personele uygulanan anket sayılarının ocaklarda çalışanların görevlerine göre dağılımları. 58
Şekil 4.3. Doktora tez çalışması kapsamında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının bulunduğu havzalar. 59
Şekil 4.4. Soma havzasına ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Tan vd., 2010; Hökerek, 2015). 61
Şekil 4.5. a) Soma havzası yer bulduru haritası, b) Soma havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları. 67
Şekil 4.6. SH1 kodlu ocak ziyareti. 68
Şekil 4.7. SH2 kodlu ocak ziyareti. 68
Şekil 4.8. SH3 kodlu ocak ziyareti. 68
Şekil 4.9. Ergene (Trakya) havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Şengüler, 2013). 70
Şekil 4.10. a) Trakya havzası yer bulduru haritası, b) Trakya havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları. 72
Şekil 4.11. TH1 kodlu ocak ziyareti. 73
Şekil 4.12. TH2 kodlu ocak ziyareti. 73
Şekil 4.13. TH3 kodlu ocak ziyareti. 74
Şekil 4.14. TH4 kodlu ocak ziyareti. 74
Şekil 4.15. TH5 kodlu ocak ziyareti. 74
Şekil 4.16. TH6 kodlu ocak ziyareti. 74
Şekil 4.17. TH7 kodlu ocak ziyareti. 75
Şekil 4.18. TH8 kodlu ocak ziyareti. 75
Şekil 4.19. Zonguldak kömür havzası genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Köksoy, 1985'den değiştirilerek alınmıştır). 77
Şekil 4.20. a) Zonguldak havzası yer bulduru haritası, b) Zonguldak havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları, c) Zonguldak havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları yakın detay haritası. 78

Şekil 4.21. ZH1 kodlu ocak ziyareti. 80
Şekil 4.22. ZH2 kodlu ocak ziyareti. 80
Şekil 4.23. ZH3 kodlu ocak ziyareti. 80
Şekil 4.24. ZH5 kodlu ocak ziyareti. 80
Şekil 4.25. ZH6 kodlu ocak ziyareti. 81
Şekil 4.26. ZH7 kodlu ocak ziyareti. 81
Şekil 4.27. ZH8 kodlu ocak ziyareti. 81
Şekil 4.28. ZH9 kodlu ocak ziyareti. 81
Şekil 4.29. ZH10 kodlu ocak ziyareti. 82
Şekil 4.30. ZH11 kodlu ocak ziyareti. 82
Şekil 4.31. ZH12 kodlu ocak ziyareti. 82
Şekil 4.32. ZH13 kodlu ocak ziyareti. 82
Şekil 4.33. ZH14 kodlu ocak ziyareti. 83
Şekil 4.34. ZH17 kodlu ocak ziyareti. 83
Şekil 4.35. Kütahya havzası ve çevresinin genelleştirilmiş sütun kesiti (Özburan, 2009)..... 85
Şekil 4.36. a) Kütahya havzası yer bulduru haritası, b) Kütahya havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları..... 86
Şekil 4.37. KH1 kodlu ocak ziyareti. 87
Şekil 4.38. KH2 kodlu ocak ziyareti. 87
Şekil 4.39. KH3 kodlu ocak ziyareti. 87
Şekil 4.40. Beypazarı havzasının genel stratigrafik kesiti (Yağmurlu vd., 1988). 89
Şekil 4.41. a) Beypazarı havzası yer bulduru haritası, b) Beypazarı havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları..... 92
Şekil 4.42. BH1 kodlu ocak ziyareti. 92
Şekil 4.43. BH2 kodlu ocak ziyareti. 93
Şekil 4.44. Sahanın genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Demirel, 1989; Çınar, 1999)..... 94
Şekil 4.45. a) Ermenek havzası yer bulduru haritası, b) Ermenek havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları..... 95
Şekil 4.46. Ermenek kömür havzasının kuşbakışı görünümü. 96
Şekil 4.47. EH1 kodlu ocak ziyareti. 96
Şekil 4.48. EH2 kodlu ocak ziyareti. 97
Şekil 4.49. EH3 kodlu ocak ziyareti. 97
Şekil 4.50. EH4 kodlu ocak ziyareti. 97
Şekil 4.51. Risk temelli sınıflandırma modelinin genel hiyerarşik yapısı. 110
Şekil 4.52. Amaca göre ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin tanımlanması. 111
Şekil 4.53. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterlerinin alt kriterleri için ikili matrisinin tanımlanması. 112
Şekil 4.54. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri olan gelir düzeyi kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma karar matrisinin tanımlanması. 113
Şekil 4.55. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan havalandırma düzeyi kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma karar matrisinin tanımlanması. 113
Şekil 4.56. AHP yönteminin genel sonuçları. 114
Şekil 4.57. Hesaplanan genel tutarlılık ve alternatiflerin risk puanlarına göre sıralanması. 115

Şekil 4.58. Kömür damarının özellikleri ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 115
Şekil 4.59. Kaya mekaniği parametreleri ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 115
Şekil 4.60. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 116
Şekil 4.61. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 116
Şekil 4.62. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 117
Şekil 4.63. Üretim derinliği alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 118
Şekil 4.64. Damar kalınlığı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 118
Şekil 4.65. Damar eğimi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 119
Şekil 4.66. Tektonizma alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 119
Şekil 4.67. Metan içeriği alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 119
Şekil 4.68. Kömürün kalorifik değeri alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 120
Şekil 4.69. Yan kayaçların basınç dayanımı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 120
Şekil 4.70. Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 121
Şekil 4.71. Arazi gerilmelerinin düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 121
Şekil 4.72. Yeraltı suyu varlığı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 121
Şekil 4.73. Yerleşim yerlerine yakınlık alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 122
Şekil 4.74. Gelir düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 122
Şekil 4.75. İklim alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 122
Şekil 4.76. Çalışanların eğitim düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 123
Şekil 4.77. Rakım alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 123
Şekil 4.78. Rezerv miktarı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 123
Şekil 4.79. Üretilebilirlik alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 124
Şekil 4.80. Maden ömrü alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 124
Şekil 4.81. İşletme büyüklüğü alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 124
Şekil 4.82. Kömür satış fiyatı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 125
Şekil 4.83. İşletme türü alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. 125
Şekil 4.84. Mekanizasyon düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.. 125
Şekil 4.85. Uygun üretim yöntemi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 126
Şekil 4.86. Havalandırma düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması. . 126
Şekil 4.87. Arge çalışmalarının düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 126
Şekil 4.88. İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması..... 127
Şekil 4.89. Ana kriterlerin sonuca etkisinin grafiksel gösterimi..... 131
Şekil 4.90. Alternatiflerin dinamik duyarlılıkları. 132
Şekil 4.91. Kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin risk puanının değiştirilmesinden sonraki durum. 132

Şekil 4.92. Anket verilerinin (ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırma değerlerinin) Microsoft Excel programına aktarılma süreci. 134
Şekil 4.93. Soma havzası ana kriterler için sentez değerlerinin hesaplanması. 136
Şekil 4.94. Soma havzası ana kriterleri için üyelik fonksiyonu değerleri hesabı. ... 138
Şekil 4.95. Kriterlere ilişkin ağırlıkların hesaplanması. 138
Şekil 4.96. Soma havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 139
Şekil 4.97. Zonguldak havzası ana kriterler için sentez değerlerinin hesaplanması. 141
Şekil 4.98. Zonguldak havzası ana kriterleri için üyelik fonksiyonu değerleri hesabı..... 142
Şekil 4.99. Kriterlere ilişkin ağırlıkların hesaplanması. 142
Şekil 4.100. Zonguldak havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 143
Şekil 4.101. Kütahya havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları..... 144
Şekil 4.102. Ermenek havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.... 145
Şekil 4.103. Trakya havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 146
Şekil 4.104. Beypazarı havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. . 147
Şekil 4.105. Soma havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 149
Şekil 4.106. Zonguldak havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 150
Şekil 4.107. Kütahya havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 151
Şekil 4.108. Ermenek havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 152
Şekil 4.109. Trakya havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 153
Şekil 4.110. Beypazarı havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 154
Şekil 4.111. Soma havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 156
Şekil 4.112. Zonguldak havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 157
Şekil 4.113. Kütahya havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 158
Şekil 4.114. Ermenek havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 159
Şekil 4.115. Trakya havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 160
Şekil 4.116. Beypazarı havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 161
Şekil 4.117. Soma havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 163
Şekil 4.118. Zonguldak havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 164
Şekil 4.119. Kütahya havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 166
Şekil 4.120. Ermenek havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 167

Şekil 4.121. Trakya havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 168
Şekil 4.122. Beypazarı havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 169
Şekil 4.123. Soma havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 171
Şekil 4.124. Zonguldak havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 172
Şekil 4.125. Kütahya havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 173
Şekil 4.126. Ermenek havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 174
Şekil 4.127. Trakya havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 175
Şekil 4.128. Beypazarı havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 176
Şekil 4.129. Soma havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 178
Şekil 4.130. Zonguldak havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 179
Şekil 4.131. Kütahya havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 180
Şekil 4.132. Ermenek havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 181
Şekil 4.133. Trakya havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 182
Şekil 4.134. Beypazarı havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 183
Şekil 4.135. Tüm havzalarda ana kriterler için hesaplanan genel risk puanları. 185
Şekil 4.136. Kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriterleri tüm havzalar için hesaplanan genel risk puanları. 187
Şekil 4.137. Kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 188
Şekil 4.138. Demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 189
Şekil 4.139. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 191
Şekil 4.140. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları. 192
Şekil 4.141. Üretim derinliği alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. .. 194
Şekil 4.142. Damar kalınlığı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. ... 195
Şekil 4.143. Damar eğimi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 196
Şekil 4.144. Tektonizma alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 197
Şekil 4.145. Metan içeriği alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları..... 198
Şekil 4.146. Kömürün kalorifik değeri alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 199
Şekil 4.147. Yan kayaçların basınç dayanımı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 200

Şekil 4.148. Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 201
Şekil 4.149. Arazi gerilmeleri düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 202
Şekil 4.150. Yeraltı suyu varlığı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 203
Şekil 4.151. Yerleşim yerlerin yakınlık alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 205
Şekil 4.152. Gelir düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 206
Şekil 4.153. İklim alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 207
Şekil 4.154. Çalışanların eğitim düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 208
Şekil 4.155. Rakım alt kriteri için hesaplanan risk puanları. 209
Şekil 4.156. Rezerv miktarı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 210
Şekil 4.157. Üretilebilirlik alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 211
Şekil 4.158. Maden ömrü için havzaların hesaplanan risk puanları. 212
Şekil 4.159. İşletme büyüklüğü alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 213
Şekil 4.160. Kömür satış fiyatı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 214
Şekil 4.161. İşletme türü alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 215
Şekil 4.162. Mekanizasyon düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 217
Şekil 4.163. Uygun üretim yöntemi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 218
Şekil 4.164. Havalandırma düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 219
Şekil 4.165. Arge çalışmalarının düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 220
Şekil 4.166. İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları. 221
Şekil 4.167. Kömür damarı özellikleri ana kriteri için hesaplanan risk puanları. ... 223
Şekil 4.168. Kaya mekaniği parametreleri ana kriteri için hesaplanan risk puanları. 225
Şekil 4.169. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için hesaplanan risk puanları. 226
Şekil 4.170. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için hesaplanan risk puanları. 227
Şekil 4.171. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için hesaplanan risk puanları. 228
Şekil 4.172. Bulanık TOPSIS yönteminin iş akış şeması. 229

ÇİZELGELER DİZİ

Çizelge 2.1. AHP yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları. 11
Çizelge 2.2. TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları. 13
Çizelge 2.3. Bulanık AHP yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları. 16
Çizelge 2.4. Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları. 19
Çizelge 2.5. VIKOR yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları. 21
Çizelge 2.6. PROMETHEE yöntemi kullanılan ÇKKV çalışmaları. 22
Çizelge 2.7. GRA ve ELECTRE yöntemleri kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları. 24
Çizelge 3.1. İkili karşılaştırma matrisi (Vargas, 1990). 42
Çizelge 3.2. Önem derecesi ölçeği (Saaty 1980). 43
Çizelge 3.3. Rassallık indeksleri (Saaty, 1980). 44
Çizelge 3.4. Bulanık AHP yöntemlerinin karşılaştırılması. 46
Çizelge 3.5. Faktör karşılaştırmada kullanılan bulanık sayılar (Saaty, 2008). 47
Çizelge 3.6. Bulanık TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırması. 51
Çizelge 3.7. Karar kriterlerinin ağırlıklarının değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları. 52
Çizelge 3.8. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları. 52
Çizelge 4.1. Proje kapsamında ziyaret edilen havzalar ve Aksaray'a uzaklıkları. 57
Çizelge 4.2. Soma havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları. 67
Çizelge 4.3. Trakya havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları. 73
Çizelge 4.4. Zonguldak havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları. 79
Çizelge 4.5. Kütahya havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları. 86
Çizelge 4.6. Beypazarı havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları. 91
Çizelge 4.7. Ermenek havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları. 96
Çizelge 4.8. Hiyerarşik yapının oluşturulma sürecinde kullanılan referanslar. 108
Çizelge 4.9. Ana kriterler bazında hesaplanan alternatiflerin risk puanları ve alternatiflerin genel risk puanları. 118
Çizelge 4.10. Alt kriterlerin ve alt kriterler bazında alternatiflerin hesaplanan risk puanları. 130
Çizelge 4.11. Soma havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi. 135
Çizelge 4.12. Soma havzası ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri. 135
Çizelge 4.13. Kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri. 137
Çizelge 4.14. Zonguldak havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi. 139
Çizelge 4.15. Zonguldak havzası ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri. 139
Çizelge 4.16. Kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri. 140
Çizelge 4.17. Kütahya havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi. 143

Çizelge 4.18. Ermenek havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi... 144
Çizelge 4.19. Trakya havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi..... 145
Çizelge 4.20. Beypazarı havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi. 146
Çizelge 4.21. Soma havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 148
Çizelge 4.22. Soma havzası ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri. 148
Çizelge 4.23. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri. 148
Çizelge 4.24. Zonguldak havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 149
Çizelge 4.25. Kütahya havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 151
Çizelge 4.26. Ermenek havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 152
Çizelge 4.27. Trakya havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 153
Çizelge 4.28. Beypazarı havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 154
Çizelge 4.29. Soma havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 155
Çizelge 4.30. Soma havzası kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri. 155
Çizelge 4.31. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri. 156
Çizelge 4.32. Zonguldak havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 157
Çizelge 4.33. Kütahya havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 158
Çizelge 4.34. Ermenek havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 159
Çizelge 4.35. Trakya havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 160
Çizelge 4.36. Beypazarı havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 161
Çizelge 4.37. Soma havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 162
Çizelge 4.38. Soma havzası demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri. 162
Çizelge 4.39. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri. 163
Çizelge 4.40. Zonguldak havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri..... 164
Çizelge 4.41. Kütahya havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri..... 165
Çizelge 4.42. Ermenek havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri..... 166
Çizelge 4.43. Trakya havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 167

Çizelge 4.44. Beypazarı havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri..... 168
Çizelge 4.45. Soma havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri..... 169
Çizelge 4.46. Soma havzası işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri..... 170
Çizelge 4.47. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri. 170
Çizelge 4.48. Zonguldak havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 171
Çizelge 4.49. Kütahya havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. . 173
Çizelge 4.50. Ermenek havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. . 174
Çizelge 4.51. Trakya havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. . 175
Çizelge 4.52. Beypazarı havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. . 176
Çizelge 4.53. Soma havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 177
Çizelge 4.54. Soma havzası teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri. 177
Çizelge 4.55. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri. 178
Çizelge 4.56. Zonguldak havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri..... 179
Çizelge 4.57. Kütahya havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 180
Çizelge 4.58. Ermenek havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 181
Çizelge 4.59. Trakya havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 182
Çizelge 4.60. Beypazarı havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri. 183
Çizelge 4.61. Ana kriterler için ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için). 184
Çizelge 4.62. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri. 184
Çizelge 4.63. Kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri. 185
Çizelge 4.64. Kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için). 186
Çizelge 4.65. Kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için). 187
Çizelge 4.66. Demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için). 189
Çizelge 4.67. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için). 190
Çizelge 4.68. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için). 191

Çizelge 4.69. Üretim derinliği alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 193
Çizelge 4.70. Üretim derinliği alt kriterine göre sentez değerleri..... 193
Çizelge 4.71. Üretim derinliği alt kriterine göre üyelik fonksiyonu değerleri..... 193
Çizelge 4.72. Damar kalınlığı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 194
Çizelge 4.73. Damar eğimi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 195
Çizelge 4.74. Tektonizma alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi... 196
Çizelge 4.75. Metan içeriği alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 197
Çizelge 4.76. Kömürün kalorifik değeri alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi..... 198
Çizelge 4.77. Kömür damarının özellikleri ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması. 199
Çizelge 4.78. Yan kayaçların basınç dayanımı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi..... 200
Çizelge 4.79. Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 201
Çizelge 4.80. Arazi gerilmeleri düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi..... 202
Çizelge 4.81. Yeraltı suyu varlığı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 203
Çizelge 4.82. Kaya mekaniği parametreleri ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması. 204
Çizelge 4.83. Yerleşim yerlerine yakınlık alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 204
Çizelge 4.84. Gelir düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. . 205
Çizelge 4.85. İklim alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 206
Çizelge 4.86. Çalışanların eğitim düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 207
Çizelge 4.87. Rakım alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 208
Çizelge 4.88. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması..... 209
Çizelge 4.89. Rezerv miktarı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 210
Çizelge 4.90. Üretilebilirlik alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 211
Çizelge 4.91. Maden ömrü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 212
Çizelge 4.92. İşletme büyüklüğü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi..... 213
Çizelge 4.93. Kömür satış fiyatı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi..... 214
Çizelge 4.94. İşletme türü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi... 215
Çizelge 4.95. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması..... 216
Çizelge 4.96. Mekanizasyon düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi..... 216
Çizelge 4.97. Uygun üretim yöntemi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi..... 217

Çizelge 4.98. Havalandırma düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 218
Çizelge 4.99. Arge çalışmalarının düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 219
Çizelge 4.100. İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 220
Çizelge 4.101. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması. 221
Çizelge 4.102. Kömür damarının özellikleri ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 222
Çizelge 4.103. Kömür damarı özellikleri ana kriterine göre sentez değerleri. 222
Çizelge 4.104. Kömür damarı özellikleri ana kriterine göre üyelik fonksiyonu değerleri. 223
Çizelge 4.105. Kaya mekaniği parametreleri ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 224
Çizelge 4.106. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 225
Çizelge 4.107. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 226
Çizelge 4.108. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi. 227
Çizelge 4.109. Bulanık AHP modeli için genel olarak tüm havzaların kendi arasında sıralanması. 228
Çizelge 4.110. Bulanık karar matrisi. 230
Çizelge 4.111. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi. 234
Çizelge 4.112. Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi. 238
Çizelge 4.113. Alternatiflerin her bir kriter bazında bulanık pozitif ideal çözüme (BPIÇ. A^*) uzaklıkları. 242
Çizelge 4.114. Alternatiflerin her bir kriter bazında bulanık negatif ideal çözüme (BNIÇ. A^-) uzaklıkları. 243
Çizelge 4.115. Alternatiflerin di^*ve di^-değerleri. 244
Çizelge 4.116. Alternatifler için yakınlık katsayıları CC_i ve sıralaması. 244
Çizelge 5.1. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması. 255
Çizelge 5.2. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile ana kriterler bakımından her havza için hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması. 256
Çizelge 5.3. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması. 256
Çizelge 5.4. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması. 257
Çizelge 5.5. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması. 257
Çizelge 5.6. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması. 258

Çizelge 5.7. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması. 258
Çizelge 5.8. Üç ÇKKV yöntemi için sonuçların karşılaştırılması. 259

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
BH	Beypazarı havzası
BNIÇ	Bulanık negatif ideal çözüm
BPIÇ	Bulanık pozitif ideal çözüm
ÇKKV	Çok kriterli karar verme
EH	Ermenek havzası
İSG	İş sağlığı ve güvenliği
KH	Kütahya havzası
Km	Kilometre
SH	Soma havzası
TH	Trakya havzası
TOPSIS	İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği
ZH	Zonguldak havzası
V	Üyelik fonksiyonu değeri
D_i	İ. Değişkenin sapma değeri
l	1.Bulanık sayının sentetik değeri
m	2.Bulanık sayının sentetik değeri
u	3.Bulanık sayının sentetik değeri
$\boldsymbol{CC_i}$	Yakınlık katsayısı değeri

1. GİRİŞ

Dünya fosil yakıt rezervinin yaklaşık %70'ini oluşturan kömür, termik santralde elektrik enerjisi üretiminde, konutlarda, sanayide, ulaştırmada, ısınma amacıyla kullanılır. Ortadoğu ve Kafkasya'da zengin petrol ve doğal gaz yatakları olmasına rağmen jeolojik özellikleri gereği Türkiye'de bu enerji kaynakları az bulunmaktadır. Aynı durum maden kömürü için de geçerlidir. Türkiye'nin fosil enerji kaynaklarından sadece linyit rezervleri yönüyle kendi ihtiyacını karşılayabilmesi söz konusudur (Yılmaz, 2012). Bu özelliğiyle enerji talebi artışına paralel, günümüzde ve hatta gelecekte de terkedilmesi zor görünen bir enerji kaynağıdır.

Madencilik sektörü doğası gereği bünyesinde birçok tehlikeyi ve bunlardan kaynaklanabilecek riskleri içeren, her aşamasında özel önlemler gerektiren emek yoğun, en riskli iş kollarından biridir. Kömür üretimi de sermaye ve emek-yoğun bir madencilik türüdür. Ülkemizdeki yeraltı kömür ocaklarının bazılarında modern işletim yöntemlerine geçilmesine rağmen, bu ocaklarda meydana gelen iş kazaları can kayıplarına ve son derece yüksek ekonomik zararlara neden olmaktadır. Son olarak 28 Ekim 2014 tarihinde Ermenek ilçesindeki özel bir kömür madeninde su baskını sonucu 18 madenci, 13 Mayıs 2014 tarihinde ise Soma ilçesindeki özel bir kömür madeninde çıkan yangın nedeniyle 301 madenci yaşamını yitirmiştir. Bu iki büyük facianın bir sonucu olarak, kömür madenlerinde alınması gerekli güvenlik tedbirleri ve düzenlemeler yeniden gündeme gelmiştir.

Doktora tez çalışmasının konusunu oluşturan havza madenciliği, bir bölgede bulunan madenlerin, bütüncül bakış açısı ile planlanması ve üretilmesi anlamına gelmektedir. Bu yüzden madencilik kazalarının sıkça yaşandığı belirli havzalar bir bütün şeklinde değerlendirilmeli ve ilgili devlet kurumlarınca havzanın özel koşulları dikkate alınarak havzaya özel işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemleri alınmalıdır. Çalışmada hedef havzalar olarak Türkiye'de üretimin ve iş kazalarının yoğunlaştığı, daha çok yeraltı üretim yöntemiyle üretim yapan işletmelerin bulunduğu havzalar belirlenmiştir. Çalışmada tüm yeraltı ocakları için hali hazırda yapılan risk değerlendirme çalışmalarından farklı olarak, her kriter için risk puanları hesaplanarak havza bazında çok riskliden az riskliye doğru genel risk temelli bir sınıflama yapılmıştır. Bu çalışmanın, ülkemizdeki karar vericilerin mevcut riskleri azaltıcı tedbirlerin

belirlenmesi yönündeki hedeflerine ulaşmasında, ilgili devlet kurumlarınca havzanın özel koşulları dikkate alınarak havzaya özel işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemleri alınmasında ve iş yerleri koşullarının iş güvenliği açısından iyileştirilmesinde özel firmaların yöneticilerine de yol gösterici nitelikte olacağı bir gerçektir.

1.1. Çalışmanın Özgün Değeri ve Amacı

Bu çalışmanın konusunu Türkiye'deki yeraltı kömür ocağı havzalarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile risk temelli sınıflandırılması oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında özel veya kamuya ait yeraltı kömür ocaklarının sıklıkla bulunduğu 6 ayrı havzada (Trakya havzası, Soma havzası, Kütahya havzası, Beypazarı havzası, Ermenek havzası ve Zonguldak havzası) ruhsatlı olarak üretim yapan, uygulama çalışması için izin alınabilen 39 yeraltı kömür ocağı tek tek ziyaret edilmiş, buradaki toplam 191 karar vericinin (üst düzey yöneticiler, maden mühendisleri, üretim mühendisleri ve daimî nezaretçiler ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanları) anket yoluyla görüşlerine başvurulmuştur. Çalışmaya temel teşkil eden bu verilerin derlenmesi işlemi, araştırmanın yapılacağı kurumun bulunduğu Aksaray ilinin söz konusu bu havzalara olan göreceli uzaklığı nedeniyle karşılaşılan çeşitli zorluklara rağmen başarıyla gerçekleştirilmiş ve çalışma amacına ulaşmıştır.

Bu çalışma ile, sektöre yönelik literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, daha önce rastlanmayan yeraltı madenciliğinde havza bazında risk temelli sınıflama işlemi ilk defa gerçekleştirilmiştir. Havza ölçeğinde risk temelli sınıflamaların yapılması ile, bu sahalara yönelik oluşturulan risk temelli sınıflama ile sahalar çok riskliden az riskliye doğru sınıflandırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarının ülkemizdeki karar vericilerin mevcut riskleri azaltma yönünde hedeflerine ulaşmasında onlara bir rehber niteliğinde olacağı şüphesiz bir gerçektir. Elde edilen sonuçların, son zamanlarda ülkemizde yeraltı kömür ocaklarında meydana gelen feci iş kazalarının oluşturduğu olumsuz durumlardan kaynaklı sorunları gidermeye yönelik karar vericilerin mevcut riskleri azaltma yönündeki çalışmalarına bir katkı sağlayacağı aşikardır. Çalışma ayrıca iş kazalarından ve kömür ocaklarının içerisinde bulunduğu olumsuz çalışma koşullarından kaynaklı ülkemizin kömür madenciliği sektörünün dünya kamuoyunda oluşturduğu algıyı gidermeye yönelik yapılacak diğer çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın en önemli başarı ölçütü olan gerekli verilere ulaşılabilmesi ve işletmelerin içerisinde bulunduğu durumun yerinde tespiti için işletmelere çeşitli ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Söz konusu havzalardaki işletmelerden isimlerini kullanmama şartı ile gerekli izinler alınarak, görev yapan üst düzey yöneticiler, maden mühendisleri, üretim mühendisleri, daimî nezaretçiler ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarına ocak ziyaretlerinde tek tek ulaşılmış ve anketler yoluyla görüşlerine başvurulmuştur. Bu süreç şüphesiz çalışmanın en zaman alıcı ve yorucu aşaması olmuştur. Verilerin derlenmesi işleminden sonra, Expert Choice yazılımda ve Microsoft Excel programında bu projeye uygun kurulan modeller ile çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden olan AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi), Bulanık AHP (Bulanık analitik hiyerarşi prosesi) ve ülkemizde az uygulama alanı bulunan Bulanık TOPSIS (Bulanık ideal çözüme benzerlik bakımından sıralama performansı tekniği) yöntemleri kullanılarak havza ölçeğinde risk temelli sınıflamalar yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tez çalışmasının bu aşamasında literatürde madencilik sektöründe karşılaşılaşılabilecek çeşitli problemler karşısında sıklıkla yararlanılan tekniklerden birisi olan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak yapılan çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar ve önemli sonuçları aşağıda verilmektedir.

2.1. AHP Yönteminin Madencilik Sektöründe Kullanımı

Madencilik sektöründe AHP yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmalar şu şekilde verilebilir.

Başçetin ve Kesimal, (1999) İstanbul ilinin Kemerburgaz ilçesindeki bir kömür ocağında, henüz üretime yeni geçmekte olan bir sahanın dekapajının yapılabilmesi için en elverişli yükleme-taşıma sisteminin belirlenmesi işlemini AHP yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmaları için toplamda 21 ana kriter belirlemişlerdir. Bu kriterler; örtü kalınlığı, kapital maliyet, işletme maliyeti, ekipmanın mevcudiyeti, ekipman verimi, çalışma dengesi, zeminin koşulu, hareketlilik, kazı yüksekliği, malzeme boyutu, üretim, kazı koşulu, taşıma yolu koşulu, yedek parçanın temini, yuvarlanma direnci, boşaltma yüksekliği, fleksibilite, taşıma mesafesi, taşıma kapasitesi, ekonomik ömrü, döngü süresi'dir. Belirlenen bu kriterlere göre söz konusu kömür ocağı için ekskavatör-kamyon sisteminin en elverişli yükleme-taşıma sistemi olduğunu tespit etmişlerdir.

Karadoğan vd., (2001) İstanbul ilinin Yeniköy ilçesindeki bir linyit ocağında yapmış oldukları çalışmada, en uygun yeraltı üretim yönteminin belirlenmesi işlemi için AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, ana kriterler olarak kömür damarının kalınlığı, kömürün kendiliğinden yanmaya yatkınlığı, kazı derinliği, yeraltı suyu varlığı, tavan taşının sağlamlık derecesi, kömür damarının şekli, üretim oranı, kömür damarı-yantaşın durumu, damarın eğimi, kömürün sağlamlık derecesi, tahkimat gerekliliği, taban taşının sağlamlık derecesi, tasman etkisi, yerleşim alanlarının yakınlığı, metan içeriği, üretim maliyeti, sermaye maliyeti, işe yararlık ve emek maliyeti kriterleri belirlenmiştir. Söz konusu kömür üretiminin yapıldığı sahada, dolgulu oda topuk

yönteminin uygulanabilirliği muhtemel olan yöntemler yani alternatifler arasında en uygun yöntem olduğunu belirlemişlerdir.

Samanta vd., (2002) gerçekleştirdileri bir çalışmada, açık işletme üretim yöntemiyle üretim yapan kömür ocaklarında kömürün üretimi ve nakliyesi işlemlerinde faydanılacak ekipmanların seçim işlemini AHP yöntemi yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada ana kriter olarak belirledikleri kriterler: sürdürülebilirlik, dizayn parametreleri ile ilgili özellikler, çalışma koşulları ve çevre güvenliği ile ilgili parametreler, teknik parametreler-üretim verimi, madenin ömrü, maden ocağı ile ilgili parametreler, finansal özellikler olarak seçmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, finansal özellikler ve teknik parametreler-üretim verimi kriterlerinin, söz konusu ocaklarda ekipmanların belirlenmesinde en önemli kriterler olduğunu belirtmişlerdir.

Bascetin (2003) gerçekleştirdiği çalışmada Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Orhaneli Linyitleri işletmesi dekapaj kazısı için yükleme taşıma sitemi için optimum ekipman seçimini AHP yöntemini kullanarak gerçekleştirmiştir. Çalışmada modelin hiyerarşik yapısında ana kriterler olarak minimum yatırım, ocağa olan yakınlık ve cevher işleme tesisine olan yakınlık kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda ekskavatör-ocak için kırıcı bant ve bant konveyör sistemi optimum sonuç olarak belirlemiştir.

Kazakidis vd., (2004) gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, belirlemiş oldukları maliyet, karıştırma, güvenlik, parçalanma, kültür ve tasarım ana kriterleri ile; madencilikte risk planlaması, tahkimat tasarımı, kuyu lokasyon seçimi, tünel tasarımı ve sondaj teknolojisi yatırım analizi gibi beş faklı madencilik operasyonunu Expert Choice yazılımında kurdukları model yardımıyla, çok kriterli karar verme tekniklerinden birisi olan AHP yöntemini kullanarak analiz işlemini gerçekleştirmişlerdir.

Bascetin (2004) gerçekleştirdiği bir çalışmada, AHP yöntemini kullanarak, Bursa ilinin Orhaneli ilçesinde yer alan, açık işletme üretim yöntemiyle üretim yapılmakta olan bir kömür ocağında, nakliyat sisteminın seçim işlemi yapmıştır. Çalışmada ana kriterler olarak işletme maliyeti, kullanılan ekipmanların teknik özellikleri, işletme

koşulları, sermaye maliyeti ve bu kriterlerin alt kriterleri belirlenmiştir. Ocakta çalışan uzman karar verici personele uygulanan anketler yardımıyla oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri ile, daha önceden belirlenen 4 alternatif içerisinden, söz konusu ocak için en elverişli nakliyat sistemin lastik tekerlekli yükleyici-kamyon-kırıcı-bant konveyör sistemi olduğunu belirlemiştir.

Ataei (2005) Azerbaycan'da bulunan alüminyum oksit hammaddesi ve türevlerinin üretim tesisi için en uygun yer seçimi işlemini AHP yöntemi yardımıyla yapmıştır. Çalışmada oluşturulan hiyerarşik modelde, yakıta ulaşım inkanı, enerjiye ulaşım inkanı, karayoluyla ulaşım imkânları, su kaynaklarına olan uzaklık ve sahanın büyüklüğü kriterlerini ana kriterler olarak belirlemiştir. Bu ana kriterler ile 5 alternatif arasından en uygun üretim tesisi yeri seçimi yapılmıştır.

Yavuz vd., (2008) çalışmalarında, Kütahya ilinin Tunçbilek ilçesinde bulunan Garp Linyitleri İşletmesi'deki ana nakliyat yolunda kullanılmak üzere en uygun tahkimatın seçimi işlemini AHP yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmadaki farklı tahkimat tasarımı parametreleri için ihtiyaç duyulan kaya kütlesinin jeoteknik ve jeomekanik özellikleri, FLAC^{3D} numerik analiz programı yardmı ile tespit edilmiştir. Modelde ana kriterler olarak 8 ayrı kriter belirlenmiş olup bunlar; güvenlik faktörü, işçi gereksinimi, ilk konumdaki ve ikinci konumdaki dikey deplasmanlar, üçüncü konumdaki yanal deplasmanlar ve dikey deplasmanlar, tahkimat maliyeti, metodun uygulanabilirliğidir. Çalışmada sonunda ayrca, AHP yönteminin kullanılmasıyla birlikte, geleneksel tahkimat sisteminin belirlenmesi yöntemlerine göre daha az veriye ihtiyaç duyulduğundan, karar alma aşamasında olan uzmanlara büyük kolaylık sağlayabileceği konusuna vurgu yapılmıştır.

Dey ve Ramcharan, (2008) Barbados'ta bulunan bir kireçtaşı ocağında belirledikleri teknik, çevresel sosyo-ekonomik ve ulusal planlama çerçevesi ana kriterleri ile oluşturdukları hiyerarşik yapıya AHP yöntemi uygulayarak maden sahası seçimi işlemini gerçekleştirmişlerdir.

Mohsen vd., (2009) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, İran'daki bir yeraltı boksit maden ocağında, karar verici uzmanlara önceden hazırladıkları anketleri uygulayarak, maden sahası için en elverişli üretim yöntemi seçimini yapmışlardır.

Çalışmada belirlenen ana kriterler; teknoloji kullanımı düzeyi, derinlik, cevher yatağının şekli, üretim miktarı, cevherin tekdüzeliği, geri kazanım oranı, damar kalınlığı, cevherin tenörü, taban kayacının RMR (Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi) değeri, tavan kayacının RMR değeri, cevherin RMR değeri ve sermaye satış kriterleridir. AHP ile yapılan çözümde, üretim yöntemi belirlenmesi sürecinde en etkin kriterin damar kalınlığı kriteri olduğu, geleneksel kazı-dolgu üretim yönteminin söz konusu ocak için en elverişli üretim yöntemi olduğunu tespit etmişlerdir.

Alpay ve Yavuz, (2009) AHP ve YAGER yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, farklı şekildeki ve yapıdaki bir cevher yatağında kullanılmak üzere en elverişli yeraltı üretim yöntemi seçim işlemini, geliştirmiş oldukları bir bilgisayar yazılımı ile belirlemişlerdir. Çalışmada söz konusu seçim işlemi için 36 alt kriter ve 6 ana kriter belirlemişlerdir. Çalışmalarında belirlemiş oldukları ana kriterler; damarın jeolojik ve hidrojeolojik koşulları, damarın jeoteknik özellikleri, damarın karakteristik özellikleri, teknolojik faktörler, ekonomik hususlar ve çevresel sorunlar dır. Çalışmalarının sonunda söz konusu ocak için en elverişli üretim yönteminin ara katlı göçertme yöntemi olduğuna değinmişlerdir.

Azadeh vd., (2010) Choghart demir madeninde yaptıkları bir çalışmada, işletme maliyetleri, ilk yatırımların geri kazanım düzeyi ve gelir düzeyi kriterlerini ana kriterler olarak belirlemişlerdir. AHP yöntemi yardımıyla en elverişli yeraltı üretim yöntemi seçim işlemini gerçekleştirdikleri çalışmaları sonucunda, seçim işleminde en etkili olan kriterin işletme maliyetleri kriteri oluğuna vurgu yapmışlardır.

Safari vd., (2010) İran'ın Tahran ili Sangan ilçesinde yer alan açık işletme üretim yöntemi ile üretim yapmakta olan bir demir madeninde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında belirledikleri 8 ana kriter ile (madenden uzaklık, ağır makine taşımacılığına erişim, sınıflandırma için gereken kazı miktarı, yatak karışım kapasitesi, bantlı konveyör uzunluğu, atık barajından uzaklık, atık döküm sahasına uzaklığı ve işletme tesisi için suyun temini gibi) 3 ayrı alternatif arasından en uygun cevher hazırlama tesisi yeri seçim işlemini AHP yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir.

De-shun ve Kai-li, (2011) kömür ocakları için uygulanabilecek bir risk sınıflama sistemi önerdikleri çalışmalarında, uzman görüşlerini kullanarak oluşturdukları ikili

karşılaştırma matrislerinde, ana kriterler olarak teknik ekipman donanımı, işletmedeki güvenlik kültürü, jeolojik koşullar, yönetim kalitesi ve ortam güvenliği kriterlerini belirlemişlerdir. Bu kriterler içerisinde en önemli olanların jeolojik koşullar, teknik ekipman donanımı seviyesi ve çalışma ortamı güvenliği kriterleri olduğunu belirlemişlerdir.

Kluge ve Malan, (2011) Güney Afrika'daki bir platin madeninde tahkimat sistemi seçimi için AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmalarında ana kriter olarak 8 ana kriter belirleyerek oluşturdukları ve alternatifleri dolgu ve klasik tahkimat sistemi olarak belirledikleri çalışmalarında, söz konusu maden için en uygun tahkimat sisteminin dolgu kullanımı olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Gupta ve Kumar, (2012) İsveç, Amerika ve Hindistan'daki 5 farklı maden ocağında gerçekleştirdikleri çalışmalarında ana kriterler olarak iç faktörler (damar kalınlığı, damarın şekli, üretim derinliği, kayacın dayanımı, damarın eğimi, yan kayacın dayanımı, yüzeysel problemler, cevherin tekdüzeliği ve) ve dış faktörler (iş gücü ve pazar payı, sağlık ile ilgili çekinceler, sermaye yatırımı, hisse satışı) kriterlerini belirlemişlerdir. AHP yöntemi kullanılarak kurdukları model yardımıyla her bir ocak için en elverişli üretim yöntemini tespit etmişlerdir.

Bogdanovic vd., (2012) çalışmalarında önceden belirledikleri yeraltı madeninde özelliklerine göre en uygun olacak üretim yöntemini seçim işlemini, AHP ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Söz konusu ocakta seçim işlemi için belirlenen 11 ana kriter: damar kalınlığı, üretim derinliği, cevher yatağının şekli, cevherin kazılabilirliği, cevherin kazı maliyetleri, cevheri çevreleyen yan kayacın basınç dayanımı, süreksizliklerin durumu, cevherin yan kayaçla olan ilişkisi, dekapaj oranı, iş güvenliği ve arazi yüzeyinin korunmasıdır. Ocak için en elverişli üretim yönteminin kazı-dolgu yöntemi olarak belirlemişlerdir.

Ersoy (2013) Afyonkarahisar ilinin İscehisar ilçesinde yer alan 10 mermer ocağı işletmesine ait kaza bilgilerini değerlendirerek söz konusu kazaların nedenlerini AHP yöntemi yardımıyla, kurduğu model ile değerlendirmiştir. Çalışmada oluşturulan model için belirlenen ana kriterler (kaza nedenleri); basamalardaki şev kayması, patlatma ve ateşleme işleri, elmas tel kesme makinalarındaki tel kopması, ocakta

mermer bloklarının yüklenmesi işlemleri, düşme ve kayma nedenli kazalar, ocakta elektrik çarpması, ocakta kullanılan ekipmanların aylık bakımı esnasındaki kazalar, basamaklardan düşme sonucu oluşan kazalar, ocakta ekipmanların yüklenmesi sırasında oluşan kazalar, mermer ocağı içindeki yollarda meydana gelen trafik kazaları,ekipmanların taşınması sırasında oluşan kazalar ve gürültü, toz ve havalandırmanın yetesizliği nedenli kazalardır. Modelde tüm ocaklar için en yüksek ağırlığa sahip olan kaza nedeninin elmas tel kesme makinalarındaki tel kopması sonucu oluşan kazalar olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca 10 ayrı mermer ocağı için en önemli kaza nedenleri sunulmuştur.

Badri vd., (2013) Kanada'nın Québec eyaletindeki bir yeraltı altın madeni projesinde üç yıllık risk yönetimi süreci için AHP yöntemini kullanmışlardır. Modelde belirlenen ana kariterler; maliyet faktörü, tehlike içeren çalışma koşulları, İş Sağılığı ve Güvenliği (İSG) çalışmaları, projede oluşabilecek negatif etkenler, proje ilerletimi esnasında karşılabilecek istenmeyen durumlar ve sosyal etken kriteridir. Bu ana kriterleriden en önemli olan ve risk yönetim sürecini en yüksek düzeyde etkileyebilecek olan kriterin tehlike içeren çalışma koşulları olduğu ve bu kriterin bir alt kriteri olan teknik arızalar kriteri olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kurşunoğlu ve Önder, (2014) çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP'yi kullanarak, henüz hazırlık galerisi sürülmesi işi devam etmekte olan Muğla'daki bir yeraltı kömür ocağında ocak havalandırma sisteminde kullanılmak üzere en uygun vantilatör fanı belirleme işmeli için bir model oluşturmuşlardır. Oluşturulan modelin hiyerarşik yapısında ana kriterler olarak vantilatörlerin işletme kriterleri, teknik parametreleri, çevresel etkileri, üretici işletmenin satış sonrası desteğini belirlemişler ve 3 ayrı işletme arasında bir işletmeyi fan üretimi için seçmişlerdir.

Nolan ve Kecojevic, (2014) çalışmalarında optimum maden üretim yöntemi seçimi yapabilmek için üretim, maliyet ve çevresel etkenler ana kriterlerinden ve bunların alt kriterlerinden oluşan bir hiyerarşik yapı oluşturmuşlardır. Söz konusu yapıyı çözebilmek için yöntem olarak AHP yöntemini kullandıkları çalışmalarında en uygun üretim yönteminin açık işletme üretim yöntemi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmalarında ayrıca açık işletme madencilik yönteminin üretimde uygulanan patlatma sürecinin olumsuz etkilerini en aza indirgediğine de değinmişlerdir.

Kizil vd., (2014) Avustralya'nın Queensland kentinde bulunan ve henüz fizibilite aşamasında olan bir madende gerçekleştirdikleri çalışmalarında, AHP yöntemini kullandıkları çalışmalarında jeolojik ve jeoteknik etkileri olan üç farklı yerleşim yerini değerlendirmişler ve optimum olarak maden yerleşim yerini belirlemişlerdir.

Kursunoglu ve Onder, (2015) Zonguldak ilinde bulunan bir yeraltı kömür ocağında çalışmalarında teknik kriterler, işletme ile ilgili kriterler, çevresel kirterler ve ekonomik kriterler, ana kriterler olarak belirledikleri çalışmalarında söz konusu kömür ocağındaki vantilatörlerde kullanılmak üzere en uygun olacak fan seçimini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada hesaplanan ocak dirençleri için fan karakteristik eğrileri çizilmesi yoluna gidilmiştir. Teknik kriterler etkeninin diğer etkenlere nazaran daha önemli olduğunu tespit ettikleri çalışmalarının son kısmında duyarlılık analizine de değinmişlerdir.

Hyun vd., (2015) tünel açma işlemlerinde kullanılan TBM'ler için farklı bir risk yönetim sistemi yaklaşımı önermişlerdir. Hata ağacı analizi (FTA) ve AHP yöntemlerinin birlikte kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında, belirlenen ana kriterler; tünel inşaatındaki yönetsel süreçler, tasarım etkenleri ve jeolojik koşullardır. Anket çalışması yardımıyla yapılan çalışma soucunda en önemli risk unsuru içeren kriterin tünelin düşük mukavemeti ve kusurları olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Shen vd., (2015) sürdürülebilir kalkınma sınırlarındaki madencilik firmalarının yeşil tedarik zinciri yönetimine girebilmeleri amacıyla en etkin olan kriterleri belirlemek için AHP yöntemi ile bir model oluşturmuşlardır. Çalışmada uygun uygulama yaklaşımları, yöneticilerin hassasiyeti, halihazırdaki sürecin değerlendirilmesi ve devamlı sürecek gelişme dönemi kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek öneme sahip kriteri yöneticilerin hassasiyeti olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Baylan (2015) mermercilik sektörünün başlıbaşına problemlerini öncelikle değer zinciri analizi yardımıyla belirlemiş ardından bunları oluşturduğu modelde AHP

yardımıyla incelemiştir. Ana kriterlerin maliyet, ürünün kalitesi, risk seviyesi, finans durumu, alıcıya ürünün temin zamanı ve bunların alt kriterlerinin belirlendiği çalışmada, mermercilik sektörü için en önemli kriterin yani problemlerin işçilik ve enerji maliyetleri olarak belirlemiştir.

Yavuz (2015) AHP ve YAGER yöntemlerini kullandığı çalışmasında, İstanbul-Çiftalan ilçesinde bulunan yeraltı üretim yöntemiyle üretim yapan bir linyit kömür ocağında yeraltı üretim yöntemi seçimi işlemini yapmıştır. Çalışmada ana kriterler kullanılan tahkimat sistemi, ocağın ekonomik durumu, kömür damarının şekli, taban ve tavan yollarının durumu ve kömür damarı özellikleri olarak belirlenmiştir. Dolgulu oda-topuk yönteminin ocak için en uygun üretim yöntemi olarak belirlendiği çalışmada, seçim işleminde en etkili kriterin ise, kömür damarının şekli kriteri olduğunu belirtmiştir. Çizelge 2.1'de tez çalışması kapsamında incelenen madencilik sektöründe AHP yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmaların bir özeti sunulmuştur.

Çizelge 2.1. AHP yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları.

Kaynak	Kullanılan ÇKKV Yöntemi	Yapılan Çalışmanın Konusu
Başçetin ve Kesimal, (1999)	AHP	Dekapaj için en uygun yükleme-taşıma sisteminin belirlenmesi
Karadoğan vd., (2001)	AHP	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Samanta vd., (2002)	AHP	Açık işletme ekipman seçimi
Bascetin (2003)	AHP	Dekapaj kazısı için yükleme taşıma siteminin seçimi
Kazakidis vd., (2004)	AHP	Sondaj teknolojisi yatırım analizi, tahkimat tasarımı, tünel tasarımı, kuyu lokasyon seçimi ve madencilikte risk planlaması
Bascetin (2004)	AHP	Cevher nakliyat sistemi seçimi
Ataei (2005)	AHP	Üretim tesisi için yer seçimi
Yavuz vd., (2008)	AHP	Tahkimat türü seçimi
Dey ve Ramcharan, (2008)	AHP	Üretim yeri seçimi
Mohsen vd., (2009)	AHP	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Alpay ve Yavuz (2009)	AHP ve YAGER	Yeraltı üretim yöntemi seçimi

Çizelge 2.1 (devam). AHP yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları.

Kaynak	Kullanılan ÇKKV Yöntemi	Yapılan Çalışmanın Konusu
Azadeh vd., (2010)	AHP	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Safari vd., (2010)	AHP	Cevher hazırlama tesisi yeri seçim
De-shun ve Kai-li, (2011)	AHP	Kömür madenleri için bir risk sınıflama sistemi seçimi
Kluge ve Malan, (2011)	AHP	Tahkimat sistemi seçimi
Gupta ve Kumar, (2012)	AHP	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Bogdanovic vd., (2012)	AHP ve PROMETHEE	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Ersoy (2013)	AHP	İş kazası nedenlerinin belirlenmesi
Badri vd., (2013)	AHP	Risk yönetimi planlaması
Kursunoğlu ve Onder (2014)	AHP	Vantilatörler için en uygun fan seçimi
Nolan ve Kecojevic, (2014)	AHP	Üretim yöntemi seçimi
Kizil vd., (2014)	AHP	Üretim yeri seçimi
Kurşunoglu ve Onder (2015)	AHP	Vantilatörler için en uygun fan seçimi
Hyun vd., (2015)	AHP	TBM tünelciliğinde yeni bir risk yönetim sistemi belirlenmesi
Shen vd., (2015)	AHP	Madencilik firmalarının yeşil tedarik zinciri yönetimi sürecine dâhil olmaları için önemli olan etkenlerin belirlenmesi
Baylan (2015)	AHP	Mermer sektörüdeki en önemli sorunların belirlenmesi
Yavuz (2015)	AHP ve YAGER	Yeraltı üretim yöntemi seçimi

2.2. TOPSIS Yönteminin Madencilik Sektöründe Kullanımı

Madencilik sektöründe TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar aşağıda detaylı incelenmiştir.

Yavuz ve Alpay, (2008) Kayseri ilinin Pınarbaşı ilçesindeki bir kromit ocağında gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada ocak için uygulanabilir en elverişli üretim yöntemini, önceden tespit ettikleri çeşitli jeomekanik özellikler yardımıyla belirlemeye çalışmışlardır. Değerlendirme yöntemi olarak TOPSIS yöntemini

seçtikleri çalışmalarında belirledikleri ana kriterler; dış etkenler, iç etkenler, söz konusu ocakta teknolojinin uygulanma imkanının bulunup bulunmaması ve maddi yeterliliktir. Çalışmaları sonucunda maden için en elverişli yöntemin ara katlı göçertme yöntemi olacağı sonucuna kanaat getirmişlerdir.

Li vd., (2011) TOPSIS yöntemini kullanarak 4 farklı yeraltı üretim yöntemiyle üretim yapan kömür ocağında bir risk değerlendirmesi çalışması yapmışlardır. Çalışmalarında belirledikleri 10 ana kriter; havalandırma sisteminin seviyesi, ocak havasının miktarı, ocaktaki gaz akışı, güvenlik sistemi puanlaması, ocakta gazın birikmesi, gazın drene edilebilmesi, ocak havasındaki tozun konsantrasyonu, kömürün kendiliğinden yanma zamanı, gaz patlaması, emisyon gazının ortalama oranıdır. Çalışmada söz konusu 4 kömür ocağı için bir risk sıralaması yapılmış olup, çalışmacılar bu yöntemin uygulanabilirliğinin diğer ocaklar için de kolay, basit ve anlaşılır olduğunu vurgulamışlardır.

Kun vd., (2013) gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, ocak için en uygun LTH seçimi işlemini çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ve TOPSIS yöntemleri yardımıyla yapmışlardır. Çalışmada çeşitli ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiş olup, belirlenen ana kriterlere kısaca değinmek istenirse bunlar; ekonomik özellikler, operasyonel özellikler, teknik özellikler ve ticari özelliklerdir. Kurulan modelin sonuçları incelendiğinde en önemli alt kriterin yatırım kriteri olduğu ve söz konusu mermer ocağı için en seçilebilecek en elverişli LTH'nin kapasitesinin 25-30 ton arası olan tip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Çizelge 2.2'de tez çalışması kapsamında incelenen madencilik sektöründe TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmaların bir özeti sunulmuştur.

Çizelge 2.2. TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları.

Kaynak	Kullanılan ÇKKV Yöntemi	Yapılan Çalışmanın Konusu
Yavuz ve Alpay, (2008)	TOPSIS	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Li vd., (2011)	TOPSIS	Yeraltı kömür ocağı için risk değerlendirmesi
Kun vd., (2013)	AHP ve TOPSIS	Lastik tekerlekli yükleyicilerin (LTH) seçimi

2.3. Bulanık AHP Yönteminin Madencilik Sektöründe Kullanımı

Madencilik sektöründe Bulanık AHP yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmalar şu şekilde verilebilir.

Yavuz (2008) çalışmasında, bir mermer ocağında işleme tesisi yeri şeçim işlemi için Bulanık AHP yöntemininden yararlanmıştır. İşletmenin ekonomik durumu, üretilen cevher miktarı, üretilen mermerin pazar oranı ve dış etkenlerin ana kriterler olarak belirlendiği çalışmada, Denizli'nin söz konusu tesis için en uygun lokasyon olduğunu tespit etmiştir.

Naghadehi vd., (2009) çalışmalarında İran'daki Jajarm boksit madeni için en uygun yeraltı üretim yöntemi seçimi işlemini Bulanık AHP yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. 13 ayrı ana kriterin (cevherin eğimi, cevherin şekli, kalınlığı, tavanının RMR değeri, tabanın RMR değeri, teknoloji kullanımı, cevher derinliği, cevher devamlılığı, cevherin RMR değeri, cevher tenörü, suya doygunluğu, üretim ve kazanım oranı) belirlendiği çalışmada, cevherin derinliğinin, kalınlığının ve şeklinin, üretim yöntemi seçimini etkileyen en önemli parametreler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yavuz (2011) Bulanık AHP yöntemi yardımıyla açık işletmede kullanılacak kamyonların seçimini, TKİ'nin teknik ihale şartnamesinde yer alan kurallara göre oluşturduğu modellle gerçekleştirmeye çalışmıştır. Çalışmada ana kriterler olarak ocakta kullanılacak kamyonların süspansiyon sistemleri, motorlarının markası, yokuş çıkma kapasiteleri, kasalarının teknik parametreleri, yük taşıma kapasiteleri, tam yüklü bir şekilde boşaltma zamanları ve teslim süreleridir. Söz konusu kriterler için iki ayrı alternatif arasında seçim işlemi yapılmıştır.

Shariati vd., (2013) Bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak yapmış oldukları çalışmada, İran-Tahran'da bulunan bir bakır madeni için en uygun yeraltı üretim yöntemi seçimini yapmışlardır. Damarın şekli, damar derinliği, cevherin, tabanın ve tabanın RMR değerleri, damar kalınlığı, damarın eğimi ve tenörü kriterlerinin ana kriterler olarak belirlendiği çalışmada üretim yöntemi seçiminde en

etkili olan kriterin damarın eğimi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Söz konusu ocak için uygulanacak üretim yöntemi ise kazı-dolgu üretim yöntemi olarak belirlenmiştir.

Nezarat vd., (2015) çalışmalarında, Bulanık AHP yöntemi yardımıyla İranda'da yer alan Golab tüneli için jeolojik risklerin ağırlıklarını, oluşturdukları bir risk değerlendirme modeli ile belirlemeye çalışmışlardır. Risklerin önceden belirlenebilirliği, riskin oluşturacağı maliyet, riskin ortaya çıkma olasılığı, riskin ortama çıkma zamanı, belirsizlik durumu ve mevcut süreç üzerindeki etkileri kriterlerinin ana kriterler ve bunların alt kriterlerinin belirlendiği çalışmada, tünel yüzeyinde yer alan süreksizliklerin modelde ağırlığı en yüksek riskler olduğunu tespit etmişlerdir.

Verma ve Chaudhari, (2017) Hindistan'ın Madhya Pradesh ve Maharashtra bölgelerindeki yeraltı ve açık manganez madenlerinde belirlenen risk önceliklerini temel alarak oluşturdukları hiyerarşiyi Bulanık AHP yöntemi yardımıyla çözerek, en önemli parametrenin iş sağlığı ve güvenliği analistlerinin ocaklardaki mevcut tehlikeleri kolayca görebilmeleri olduğunu, ancak böylece istenmeyen iş kazaları veya olumsuz durumlara karşı hazırlıklı olunabileceğini vurgulamışlardır.

Balusa ve Gorai, (2019) Hindistan'ın Andhra eyaletinde yer alan ve yeraltı üretim yöntemiyle uranyum madeni üretimi yapmakta olan Tummalapalle madeninde 16 kriter ve 54 alt kriteri göz önünde bulundurarak oluşturdukları hiyerarşi ile üretim yöntemi seçim işlemini Bulanık AHP yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Söz konusu kriterlere göre yapılan seçim işleminde en uygun üretim yönteminin oda-topuk yöntemi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çizelge 2.3'te tez çalışması kapsamında incelenen madencilik sektöründe Bulanık AHP yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmaların bir özeti sunulmuştur.

Çizelge 2.3. Bulanık AHP yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları.

Kaynak	Kullanılan ÇKKV Yöntemi	Yapılan Çalışmanın Konusu
Yavuz (2008)	Bulanık AHP	Mermer işleme tesisi yerinin seçimi
Naghadehi vd., (2009)	Bulanık AHP	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Yavuz (2011)	Bulanık AHP	Açık ocak kamyon seçimi
Shariati vd., (2013)	Bulanık AHP ve TOPSIS	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Nezarat vd., (2015)	Bulanık AHP	Jeolojik risklerin belirlenmesi
Verma ve Chaudhari, (2017)	Bulanık AHP	Risk planlama çalışması
Balusa ve Gorai, (2019)	Bulanık AHP	Yeraltı üretim yöntemi seçimi

2.4. Bulanık TOPSIS Yönteminin Madencilik Sektöründe Kullanımı

Madencilik sektöründe Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Eleren ve Ersoy, (2007) çalışmalarında, mermer ocaklarında üretimdeki alternatif kesme yöntemleri seçim işlemini kurdukları model yardmıyla, Bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Belirledikleri ana kriterler verimlilik, işletmenin mevcut sermayesi, jeolojik özellikler, çevreye olacak etkileri, birim üretim maliyeti, güvenlik, üretim kalitesi, ilk yatırım giderleri, üretim hızı, işçilik giderleri, kalifiye eleman, hazırlık çalışmaları, karmaşıklık, topoğrafik faktörler ve yaygınlıktır. Söz konusu ocaklarda en uygun kesme yöntemlerinin sırasıyla kollu kesicilerle kesim, elmas tel kesme makinasıyla kesim ve kimyasal yöntemlerle kesim olarak belirlemişlerdir.

Gligoric vd., (2010) yapmış oldukları çalışmada, bir maden ocağında kuyu yeri seçimi işlemi için Bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Modelde ana kriterler olarak nakliye sisteminin uygunluğu, nakliye sürecindeki maliyetler, kuyu sürme ve işletme giderleri olarak belirlenmiş ve 6 farklı alan içerisinden en uygun yerin seçimini yapmışlardır.

Fouladgar vd. (2012), İran-Ghomroud bölgesinde yer alan su taşıma tüneli için en önemli risk parametrelerini belirlemek amacıyla Bulanık TOPSIS yöntemi yardımıyla

bir risk değerlendirme modeli oluşturmuşlardır. Çalışmalarında çevresel etkenler, güvenlik ile ilgili etkenler ve sağlıkla ilgili parametreleri ana kriterler olarak ve bunların alt kriterlerini belirledikleri çalışmalarında, söz konusu tünel için alternatifler yani risk faktörleri arasından kaya düşmesinin ve meydana gelebilecek olası göçüklerin en önemli risk faktörleri olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yazdani-Chamzini vd., (2012) İran-Zagros dağlarının yüksek bölgelerinde bulunan bazı şehir merkezlerine su transferi sağlayabilmek amacıyla açılan Ghomroud tünelinde kullanılacak tünel açma makinasının belirlenmesi için bir model oluşturmuşlardır. Kaya kütlesi geçirgenliği, yeraltı suyunun kontrolü, arın duraylılığı, güvenlik katsayısı, risk seviyesi, yüzey oturması, tane boyut dağılımı, TBM kazı hızı ve maliyet başlıkları altında 9 farklı ana kriterden oluşan modelin çözümü Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri yardımıyla yapılmıştır. Karar vericiler ile yapılan değerlendirmeler sonucunda, en etkin kriterin maliyet olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Safari vd., (2012) İran'ın Tahran ili Sangan ilçesinde yer alan açık işletme üretim yöntemi ile üretim yapmakta olan bir demir madeninde bu çalışmadan önce 2010 yılında gerçekleştirmiş oldukları çalışmayı daha da geliştirerek cevher hazırlama tesisi yeri seçim işlemini Bulanık TOPSIS metodunu kullanarak gerçekleştirmişlerdir. 14 kriter belirleyerek kurdukları hiyerarşiye göre optimum yer seçimi işlemini tamamlamışlardır.

Mahdevari vd., (2014) İran-Kerman'daki yeraltı üretim yöntemiyle üretim yapmakta olan bir kömür ocağı için en riskli etkenleri oluşturdukları bir model ile tespit etmeye çalışmışlardır. Yöntem olarak Bulanık TOPSIS yönteminin seçildiği çalışmada, belirlenen ana kriterler; jeomekanik riskler, mekanik riskler, elektrik sistemi ile ilgili riskler, kişisel risk unsurları, çevresel risk unsurları, sosyal risk unsurları, jeokimyasal riskler, kimyasal riskler, kültürel ve yönetsel risklerdir. Yapılan analiz işlemi sonucunda en riskli etmenlerin ocak havalandırma sisteminin durması, eğimli bölgelerde vagonların birbirinden ayrılması, ocakta grizu patlaması, göçük meydana gelmesi, arındaki ve tavandaki olası duraysızlık problemleri, ahşap tahkimat, taş vs. paçalarının düşmesi, tehlikeli gazların emisyonu, kömür tozu ve zehirli gazlar, yetersiz eğitim ve yönetim sistemi anlayışı olduğu tespit edilmiştir.

Rahimdel vd., (2014) çalışmalarında, İran-Golegohar'deki bir demir madeninde birincil kırıcı seçimi işlemini, oluşturdukları modelde Bulanık TOPSIS yöntemi kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Söz konusu maden için önerilen alternatifler yani kırıcılar; çift mafsallı kırıcı, çift merdaneli kırıcı, darbeli kırıcı, çekiçli kırıcı, düşük hızlı kırıcı, tek mafsallı kırıcı, döner kırıcı ve besleyici kırıcı olup bu alternatifler arasından en uygun olanının döner kırıcı olduğunu tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve Alp, (2016) çalışmalarında, iş kazalarına neden olan faktörleri değerlendirerek en riskli sektörleri belirlemeye yönelik gerçekleştirdikleri çalışmalarında, ülkemizde en fazla iş kazasının meydana geldiği 5 farklı sektörde çalışmakta olan, deneyimi yüksek uzmanlara yönelik uyguladıkları anket çalışmaları ile Bulanık TOPSIS yöntemini uygulamışlardır. Önleyici iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin yetersizliği, denetim yetersizliği, iş teftişinin yetersizliği, eğitim yetersizliği, risk değerlendirmesinin yetersizliği, bakım yetersizliği ve çalışanların yetersizliği olacak şekilde belirledikleri 7 ana kriter ile oluşturdukları modelde en riskli sekötürlerin inşaat sektörü ve kömür madenciliği sektörü olduğunu belirtmişlerdir.

Samantra vd., (2017) çalışmalarında, Hindistan'da bulunan bir kömür madeninde, her biri sektörde 10 yıldan daha fazla deneyimli uzmanlardan alınan görüşler yardımıyla ve sınırlı mali bütçe içerisinde uygun bir güvenlik yönetimi süreci belirlemeye çalışmışlardır. Bulanık TOPSIS yönteminin uygulandığı çalışmada belirlenen ana kriterler; finansal riskler, operasyonel riskler ve bakım riskleri kriterleridir.

Javanshirgiv ve Safari, (2017) İran'ın Tebas şehrinin güneybatısında yer alan Kamar Mahdi florit madeninde gerçekleştirdikleri çalışmalarında 14 ayrı kriter belirleyerek oluşturdukları hiyerarşiyi Bulanık TOPSIS yöntemi ile çözerek ambarlı ayak üretim yönteminin en optimum seçim olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çizelge 2.4'te tez çalışması kapsamında incelenen madencilik sektöründe Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmaların bir özeti sunulmuştur.

Çizelge 2.4. Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları.

Kaynak	Kullanılan ÇKKV Yöntemi	Yapılan Çalışmanın Konusu
Eleren ve Ersoy, (2007)	Bulanık TOPSIS	Mermer ocaklarında en uygun kesme yönteminin belirlenmesi
Gligoric vd., (2010)	Bulanık TOPSIS	Maden kuyusu yeri seçimi
Fouladgar vd., (2012)	Bulanık TOPSIS	Tünel projesindeki riskli parametrelerin belirlenmesi
Yazdani-Chamzini vd., (2012)	Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS	Tünel açma makinesi (TBM) seçimi
Safari vd., (2012)	Bulanık TOPSIS	Cevher hazırlama tesisi yeri seçimi
Mahdevari vd., (2014)	Bulanık TOPSIS	Risk yönetimi planlaması
Rahimdel vd., (2014)	Bulanık TOPSIS	Birincil kırıcı seçimi
Yılmaz ve Alp, (2016)	Bulanık TOPSIS	Kazalara neden olan faktörlerin önem oranının belirlenmesi
Samantra vd., (2017)	Bulanık TOPSIS	Güvenlik yöntemi belirlenmesi
Javanshirgiv ve Safari, (2017)	Bulanık TOPSIS	Yeraltı üretim yöntemi seçimi

2.5. Diğer ÇKKV Yöntemlerinin Madencilik Sektöründe Kullanımı

Tez çalışmasında bu başlık altında, önceki başlıklar altında bahsedilen yöntemler kadar sıklıkla kullanılmayan veya birkaç ÇKKV yönteminin birlikte kullanıldığı çalışmalar incelenmiştir.

Soltanmohammadi vd., (2010) yapmış oldukları bir çalışmada, açık işletme üretim yöntemiyle çalışacak olan bir demir madeninin tasarım aşamasında en uygun basamak yüksekliğinin belirlenmesi işlemini oluşturdukları bir model yardımıyla VIKOR yöntemiyle belirlemişlerdir. Çalışmada belirlenen ana kriterler işletme maliyetleri, güvenlik katsayısı, madenin üretim planlaması, üretimdeki olası kayıplar, ocaktaki ekipmanların işe uygunluğu ve kullanılabilirliği olup, söz konusu kriterlere göre maden için en uygun basamak yüksekliğinin 10 m olarak belirlemişlerdir.

Mobtaker ve Osanloo, (2013) son 100 yıl içerisinde kapanan toplam 140 demir madeninden alınan veriler yardımıyla, kapatılma nedenlerini, VIKOR yöntemini yardımıyla incelemişlerdir. Cevherin satış fiyatı, üretim miktarı ve cevherin satış

olanağı olarak belirlenen ana kriterlere göre oluşturulan modelde, söz konusu madenlerin en önemli kapatılma nedenini rezerv tükenmesi olarak belirlemişlerdir.

Gelvez ve Aldana, (2014) Kolombiya'da yeraltı üretim yöntemiyle işletilmekte olan bir kömür ocağında, üretim yöntemi seçimi işlemi için oluşturdukları hiyerarşiyi, AHP ve VIKOR yöntemlerrini kullanarak çözmüşlerdir. Ana kriterler olarak, kömür damarının jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri, kömür damarının mekanik özellikleri, teknolojik etkenler ve ekonomik parametreler olarak belirledikleri çalışmada, VIKOR yöntemine göre en uygun üretim yöntemini kazı-dolgu üretim yöntemi olduğunu, AHP yöntemine göre ise geleneksel uzunayak üretim yöntemi olduğunu belirlemişlerdir.

Bakhtavar (2015) İran'ın doğusunda bulunan Tabas bölgesindeki bir yeraltı kömür ocağında kullanılmak üzere mekanize kesici-yükleyici sisteminin seçimini oluşturduğu bir hiyerarşi ile belirlemeye çalışmıştır. VIKOR yönteminin kullanıldığı çalışmada, makinanın kullanılabilir toplam kesme gücü, makinanın ağırlığı, makinenin uzunluğu, damar kalınlığı, makinanın gücü ve kesici tambur çapı kriterleri ana kriterler olarak kullanılmıştır. Söz konusu ocak için mekanize kesici-yükleyici sistemi seçimi sürecinde en önemli kriterin makinanın gücü ve damar kalınlığı olarak belirlenmiştir.

Hayati vd., (2015) İran'ın Zencan eyaletindeki Sanandaj-Sirjan bölgesinde yer alan Angouran kurşun ve çinko madeninde blok boyutlarının optimizasyonunu oluşturdukları hiyerarşi ile VIKOR yöntemini kullanarak tespit etmeye çalışmışlardır. 9 ana kriter ve 6 ayrı alternatiften oluşan hiyerarşiye göre söz konusu madendeki optimum blok boyutunun (10×10×10 metre) olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Zhou vd., (2016) Çin'deki Xiaolongtan kömür ocağında gerçekleştirdikleri bir çalışmada, madencilik faaliyetlerinin sona ermesinin ardından, üretim yapılan sahanın tekrar rehabilite sürecini oluşturdukları bir hiyerarşi ile, VIKOR ve Bulanık VIKOR yöntemleri yardımıyla incelemişlerdir. Toprağın pH değeri, toprağın nemi, rehabilitasyon süresi, maliyet, çevre etkisi, toprak kalınlığı, azot içeriği, duraylılık, kriterlerinin ana kriterler olarak belirlendiği çalışmada, söz konusu saha için alternatifler arasında en uygununun çim plantasyon olduğu, seçim işleminde en etkili kriterin ise toprağın pH değeri olduğunu belirlemişlerdir.

Gul vd., (2019) literatürde bir boşluk olarak gördükleri yeraltı üretim yöntemiyle üretim yapan bakır ve çinko madeninde bir vaka incelemesi yaparak bir yeraltı madenciliği ortamının tehlikelerini değerlendirmek için uzman görüşlerine başvurmuşlar ve yeni bir risk değerlendirme metodolojisi önermişlerdir. Yöntem olarak Bulanık VIKOR'u tercih ettikleri çalışmalarının literatürde yeraltı metal madenciliğinde daha önce yapılmamış bir çalışma olduğuna dikkat çekmişler, hassasiyet analizi ile modeli ayrıca değerlendirmişlerdir.

Çizelge 2.5'te tez çalışması kapsamında incelenen madencilik sektöründe VIKOR yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmaların bir özeti sunulmuştur.

Çizelge 2.5. VIKOR yöntemi kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları.

Kaynak	Kullanılan ÇKKV Yöntemi	Yapılan Çalışmanın Konusu
Soltanmohammadi vd., (2010)	VIKOR	Açık işletme basamak yüksekliği seçimi
Mobtaker ve Osanloo, (2013)	VIKOR	Madenlerin kapatılma nedenlerinin belirlenmesi
Gelvez ve Aldana, (2014)	VIKOR ve AHP	Yeraltı üretim yöntemi seçimi
Bakhtavar (2015)	VIKOR	Yeraltı ekipman seçimi
Hayati vd., (2015)	VIKOR	Optimum blok boyutu seçimi
Zhou vd., (2016)	VIKOR ve BulanıkVIKOR	Üretim yapılan sahanın rehabilitasyon yöntemi seçimi
Gul vd., (2019)	Bulanık VIKOR	Risk planlama çalışması

Hudej vd., (2013) yapmış oldukları çalışmada PROMETHEE, ELECTRE, AHP VE VIKOR yöntemlerini kullanarak çözümledikleri hiyerarşi yardımıyla, Slovenya'daki Velenje kömür ocağında açılacak olan bir kuyu için en uygun yer tespitini gerçekleştirmişlerdir. 4 farklı yer alternatifi arasından seçim yaptıkları çalışmalarında, termik santral ile çalışabilme verimi, madencilik çalışmalarında altyapı koşulları bakımından verimi, hidrojeolojik koşullar bakımından verimi, ilerleme verimi, jeoteknik koşullar bakımından verimi, yerleşim yeri ve inşaat yatırımları kriterlerini ana kriterler olarak belirlemişlerdir. Söz konusu kriterler içerisinde en etkin olan kriterin yerleşim yeri ve inşaat yatırımları kriteri olduğunu belirtmişlerdir.

Wang ve Tu, (2015) Çin'de yeraltı üretim yöntemiyle üretim yapan bir kömür ocağında kullanılacak mekanizasyon sistemi seçimi işlemi için AHP ve Bulanık PROMETHEE yöntemlerini kullanmışlardır. Oluşturulan hiyerarşide teknik faktörler, ekonomik faktörler ve ergonomik faktörler ana kriterler olarak belirlenmiş ve bu kriterler içerisinde en yüksek önem derecesine sahip kriterin teknik faktörler kriteri olduğuna değinmişlerdir. Alternatifler arasından söz konusu kömür ocağı için en elverişli mekanizasyon sisteminin, önceden belirlenmiş hat boyunca kesim yapan kesici-yükleyici sistemi olduğunu tespit etmişlerdir.

Balusa ve Singam, (2018) PROMETHEE yöntemini kullanarak gerçekleştirdikleri bir çalışmda, bir boksit madeni için en uygun yeraltı üretim yöntemi seçimini yapmışlardır. Oluşturdukları hiyerarşide belirlenen ana kriterler; derinlik, tenör, cevher yatağının şekli, damar kalınlığı, kazanım oranı, taban kayacın RMR değeri, tavan kayacın RMR değeri, cevherin RMR değeri, üretim miktarı, teknoloji kullanımı düzeyi, cevherin tek düzeliği ve üretimdeki kayıplar olup tavan kayacın RMR değeri ve tenör kriterleri seçim işleminde en önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Çalışmalarının sonucunda geleneksel kazı-dolgu üretim yönteminin söz konusu maden için en uygun üretim yöntemi olduğuna değinmişlerdir.

Çizelge 2.6'da tez çalışması kapsamında incelenen madencilik sektöründe PROMETHEE yöntemi kullanılarak yapılan başlıca çalışmaların bir özeti sunulmuştur.

Çizelge 2.6. PROMETHEE yöntemi kullanılan ÇKKV çalışmaları.

Kaynak	Kullanılan ÇKKV Yöntemi	Yapılan Çalışmanın Konusu
Hudej vd., (2013)	PROMETHEE, ELECTRE, AHP ve VIKOR	Maden kuyusu yeri seçimi
Wang ve Tu, (2015)	AHP ve Bulanık PROMETHEE	Yeraltı ekipman seçimi
Balusa ve Singam, (2018)	PROMETHEE	Yeraltı üretim yöntemi seçimi

Merad vd., (2004) Fransa-Lorraine'de yer alan ve üretim faaliyetleri sona ermiş bir yeraltı demir madeninde ELECTRE yöntemini kullanarak yapmış oldukları bir çalışmada, tasman hareketini değerlendirmişlerdir. Yüzeyin duraylılığı ve madenin

çökmeye karşı olan duraylılığı kriterlerini ana kriterler olarak ve bunların alt kriterlerini belirledikleri çalışmalarında, en önemli kriterin yüzey duraylılığı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Stanujkic vd., (2013) ufalama işlemlerinde öğütücü seçimi için Sırbistan'daki bir tesiste GRA yöntemi ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, ana kriterler olarak yatırım maliyetleri, enerji maliyetleri, öğütme işlemi giderleri, bakım maliyetleri, zaman kullanımı, değerli minerallerin kullanımı ve cevherin uygunluğu kriterlerini kullanarak oluşturdukları hiyerarşi ile gerçekleştirdikleri seçim sürecinde, en önemli kriterin öğütme işlemi giderleri kriteri olduğu ve bilyalı değirmenin tesiste kullanım için en uygun değirmen türü olduğunu tespit etmişlerdir.

Bodziony vd., (2016) bir açık işletmedeki üretim sürecinde kullanılacak nakliye kamyonları seçimini ELECTRE yöntemi yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Oluşturdukları hiyerarşide kamyonların teknik özellikleri, ekonomik kriterler, işletme ve güvenlik kriterlerini ana kriterler olarak belirlemişler ve bu kriterler içerisinde en önemli kriterleri sıraysıyla kamyonların teknik özellikleri ve ekonomik kriterler olduğunu tespit etmişlerdir. Model yardımıyla 7 ayrı alternatif yani nakliye kamyonu içerisinden seçim yapmışlardır.

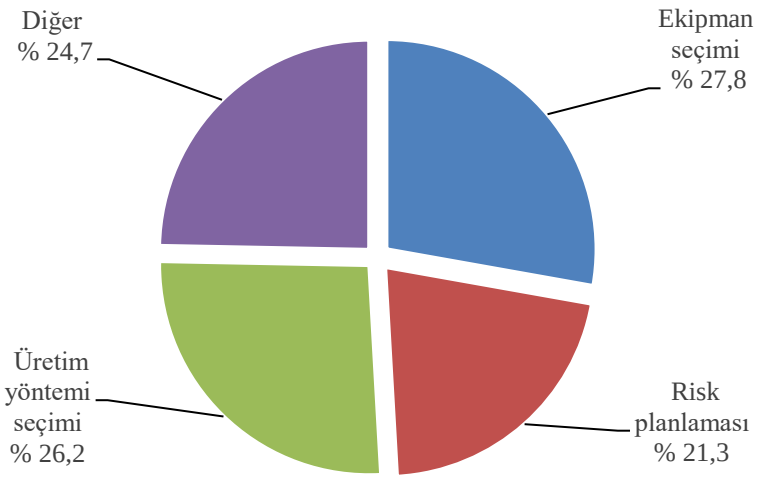
Bakhtavar ve Lotfian, (2017) çalışmalarında, İran-Tebriz'de yer alan, açık işletme üretim yöntemiyle çalışamakta olan bir bakır madenindeki cevher hazırlama tesisinin yerinin belirlenebilmesi için oluşturdukları bir hiyerarşide, belirledikleri ana kriterler kurulacak olan tesisin atık barajına olan yakınlığı, kurulacak olan tesisin ana güç kaynağına olan yakınlığı, kurulacak tesisin kırıcıya olan yakınlığı, arazinin yeterliliği, tesisin olası taşkınlara karşı güvenilirliği ve tesisinocakta patlatma yapılan yerlere olan uzaklık kriterleridir. Bulanık AHP ve Bulanık GRA yöntemlerini kullandıkları çalışmalarında önceden belirledikleri 6 ayrı yer arasından 2 yerin seçimini yapmışlardır.

Çizelge 2.7'de tez çalışması kapsamında incelenen GRA ve ELECTRE çalışmalarının bir özeti sunulmuştur.

Çizelge 2.7. GRA ve ELECTRE yöntemleri kullanılarak yapılan ÇKKV çalışmaları.

Kaynak	Kullanılan ÇKKV Yöntemi	Yapılan Çalışmanın Konusu
Merad vd., (2004)	ELECTRE	Risk yönetimi planlaması
Stanujkic vd., (2013)	GRA	Değirmen seçimi
Bodziony vd., (2016)	ELECTRE	Açık ocak ekipman seçimi
Bakhtavar ve Lotfian, (2017)	Bulanık AHP ve Bulanık GRA	Cevher hazırlama tesis yeri seçimi

Şekil 2.1'de doktora tez çalışması kapsamında literatür taraması olarak değerlendirilen ve detaylı olarak incelenen toplam 61 çalışmanın madencilik sektüründe ÇKKV yöntemlerinin uygulandığı konulara göre genel bir özet dağılımı grafik üzerinde gösterilmiştir.

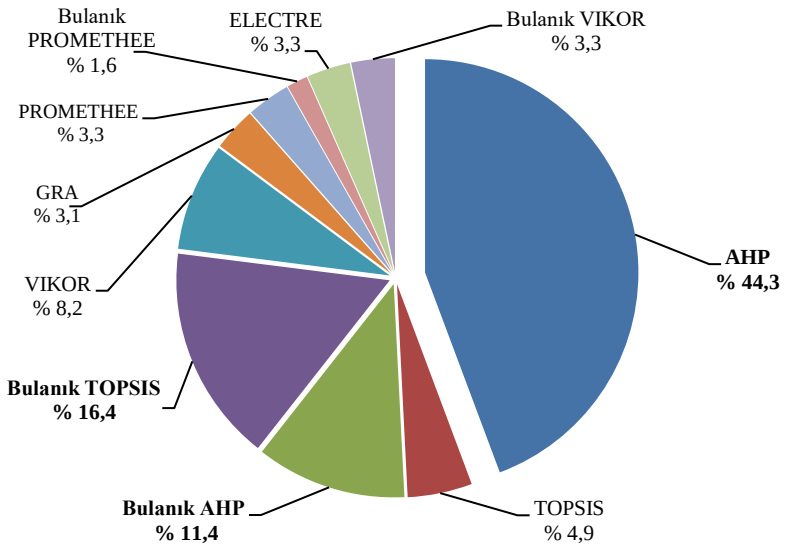


Şekil 2.1. Madencilik sektöründeki ÇKKV çalışmalarının konulara göre dağılımları.

Şekil 2.1'de grafik incelendiğinde madencilik sektöründe ÇKKV yöntemlerinin sırasıyla en çok ekipman seçimi, üretim yöntemi seçimi, diğer seçim işlemleri ve risk planlaması süreçlerinde kullanıldığı görülmüştür.

Şekil 2.2'de ise, tez çalışması kapsamında detaylı incelenen toplam 61 çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemlerinin oransal dağılımı gösterilmiştir.

Şekil 2.2'deki grafik incelenerek değerlendirme yapılacak olunursa söz konusu ÇKKV yöntemlerinde en çok AHP yönteminin, Bulanık TOPSIS yönteminin ve Bulanık AHP yönteminin tercih edildiği göülrmektedir. Tez çalışması kapsamında da bu üç yöntem seçilerek analizler yapılmıştır.



Şekil 2.2. ÇKKV yöntemlerinin kullanım sıklığı.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

İnsanlar günlük hayatlarında, mesleki veya kişisel problemler karşısında hep bir karar verme durumuyla karşı karşıya kalmışlardır. İnsanlar her zaman, karşılarına çıkan seçenekleri, seçim kriterlerine göre karşılaştırır, sıralar ve seçerler. Bu seçimle elde edilmek istenen özellikler genellikle çok çeşitlidir ve bu çeşitlilik farklı kriterlerin değerlendirmeye sokulmasını gerektirmektedir. Karar verme süreci, belli bir hedefi elde edebilmek veya ulaşabilmek amacıyla mevcut imkanlar ve şartlara göre mümkün olabilecek çeşitli alternatiflerden en uygun olanını seçmektir (Öztürk, 2004). Bu süreç içinde mevcut tüm alternatifler, faaliyetler, seçenekler, olasılıklar, stratejiler içinden amaç veya amaçlara uygun ve mümkün bir veya birkaçı seçilir. Ortaya çıkan problemin karar problemi olabilmesi için aşağıdaki şartları birlikte taşıması gerekmektedir:

- Birçok davranışın olması,
- Her davranış sonucunda farklı bir durumla karşılaşılması,
- Ulaşılmak istenen birtakım hedeflerin olması (Tekeş, 2002).

Yalnızca bir davranış şeklinin olması halinde ise bir karar verme sürecinden bahsedilememektedir. Çünkü bu durumda sadece tek bir çözüm bulunmaktadır. İşte ancak böyle durumlar oluşturunca karar verici problemin yapısını bir model olarak ifade edebilmektedir (Tütek ve Gümüşoğlu, 2000). Etkin ve verimli karar verme iyi bir yönetimin temel unsurlarından birisidir. Çünkü bu verimli karar alma süreci, örgütün problemlerin üstesinden nasıl geldiğini, amaçlarına nasıl ulaştığını ve elindeki imkanları nasıl kullandığını gösterir (Daft, 1991).

Güner (2005) “seçenekler arasından seçim yapmak” şeklinde, Alkan (2006) “mevcut verileri değerlendirerek durumu kavrama ve alternatif seçeneklerin getireceği sonuçları gözden geçirerek en uygun seçimi yapmak” şeklinde, Yetim (2003) “bir seçenek kümesinden en az bir ölçüte veya amaca göre en uygunun seçimi” şeklinde karar vermeyi tanımlamışlardır. Karar verme işleminin gerçekleştirilebilmesi için karar verici veya vericiler, karar ortamı, kriterler, alternatifler ve bir metot seçilmesi gereklidir.

Çağımızda artık karar verme süreçlerinde kaydadeğer gelişmeler olmaktadır. Modern toplumların sosyal yapılarının karmaşıklığı ve insanın sahip olduğu bilginin artmasıyla birlikte insanlar ya karar verme sürecinde bilgiye ulaşamamış ya da istedikleri bilgiye ulaşmamışlardır (Despic ve Simonovic, 2000). Karar verme sürecinde alınacak kararlar tek başına ya da bir grupla birlikte alınabilir. Birlikte alınan kararlarda katılımcıların farklı görüşlerinin sanki tek bir kişinin görüşüymüş gibi bir anlam almasını veya birden çok kişinin gerçekten katılmasını belirtir (Demir vd., 1985; Koçel, 2003; Hwang ve Lin, 1987). Eğer bir karar verme problemi ile karşılaşılırsa yapılacaklar;

- Problemin belirlenmesi,
- Kriterlerin belirlenmesi,
- Alternatiflerinden birinin seçimi,
- Alınan kararın uygulama süreci,
- Alınan karar sonuçlarının gözlemlenmesi olarak söylenebilir (Göksu, 2008).

Karar problemlerini çözerken kalite, tecrübe etkenleri çözüm süreçlerine katmak zordur. Oysa karar vericiler, genelde bu etkenleri sezgisel olarak göz önünde bulundurmaktadır. Bir diğer zorluk ise, problemlerin birden fazla ölçütü barındırabilmesidir. Çözüm süreci sonucunda problemde yer alan faktörlerin ağırlıkları elde edilmekte böylece sonucun ortaya çıkmasında hangi ölçüde payları olduğu belirlenebilmektedir (Keçeci, 2006). Bir karar verme problemi üç farklı durumda tanımlanabilmektedir (Yetim, 2003).

- Belirlilik olduğu bir durumunda karar verme: Böyle bir durumda modeldeki tüm bileşenler yani alternatiflerin oluşturabileceği tüm koşullar bilindiğinden sonuçlar da bellidir.

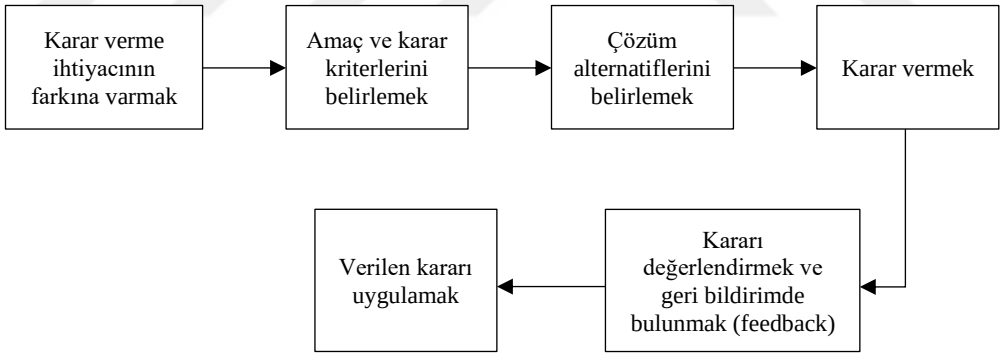
- Risk olduğu bir durumda karar verme: Böyle bir durumda alternatifler ile ilgili koşullar bilinmemekte sadece tahmin edilebilmektedir.

- Belirsizlik olduğu bir durumda karar verme: Böyle bir durumda ise ne alternatiflerin sayıları ne alternatiflerin şartları ne de olasılıkları bilinmektedir.

Karar verme sürecinde eğer sadece bir değişken (kriter) varsa alternatif olarak buna kolaylıkla seçim işlemi yapılabilir. Ancak karar problemindeki kriter sayısı birden fazla ise, bu durumda karar verme işlemi güçleşebilmektedir. Karar verme problemlerinde kriter sayısı çok olduğunda, bu problemlere çözüm üretebilme için çeşitli bilimsel metotlar ortaya konulmuştur. Bu çözüm metotları çok kriterli karar verme metotları olarak adlandırılmaktadır (Göksu, 2008).

3.1. Karar Verme Süreci

Karar, birden ortaya çıkmamakta, çeşitli aşamalardan geçerek zamanla gerçekleşen bir süreçtir. Genel anlamda süreç, belirli bir amaca ulaştıran bir dizi eylemlerin ürünüdür (Karakaya, 2003). Karar süreci ise karar verme işlemlerinin sırasıyla gerçekleştirilmesini, karar verme ise karar vericinin farklı alternatifler ile karşılaşması durumunda bu alternatifler arasından kendi çıkarlarına en uygununu seçmesi olarak tanımlanabilir (Tekin, 2004). Karar vericilerin bir problemle karşılaşmaları durumundaki bir karar verme süreci Şekil 3.1'de gösterildiği üzere altı aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 3.1. Karar verme süreci (Daft, 1991).

Karar verme sübjektif bir süreçtir ve kendi içinde belirsizlikler içerebilmektedir. Klasik karar verme yöntemleri, belirsiz ve kesin olmayan durumları ele almada yetersiz kaldığından bu gibi durumlarda bulanık karar verme yöntemlerini kullanmak uygundur (Karakaşoğlu, 2008). İşte artık bu aşamada bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı devreye girmektedir.

3.2. Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi

Karar verme yöntemleri çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Karar verme yöntemleri, kriter sayısı açısından tek kriterli ve çok kriterli karar verme yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

3.2.1. Tek kriterli karar verme yöntemleri

Tek kriterli karar verme süreci adından da anlaşılacağı üzere yalnızca tek bir kritere göre karar verilmesidir. Yani alternatiflerin değerlendirme sürece sadece tek bir kritere göre yapılmaktadır. Doğrusal programlamanın, tek kriterli karar vermeye örnek olduğu söylenilebilir. Burada doğrusal programlamada faydayı en yükseğe çıkarabilmek yeni kar maksimizasyonu için giderleri en aza indirme yani maliyetlerin minimizasyonu istenen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Doğrusal programlamadan yararlanılarak karar vermeye yönelik örnekler verilmek istenirse; üretim yapan bir işletmenin planlamacısının her üründen ne kadar üretilmesi gerektileceği konusunda bir karar alması, bir bankanın yatırım uzmanının fonları hangi yatırım enstrümanına ne kadar dağıtması gerektiği konusunda karar alması, insan kaynakları uzmanının hangi saatlerde kaç personeli çalıştırması gerektiği konusunda karar alması, bir şirketin pazarlama direktörünün elinde bulunan reklam bütçesini hangi reklam medyası için ve hangi oranlarda dağıtması gerektiği konusunda bir karara varması, bir içecek firmasının lojistik müdürünün hangi fabrikalardan hangi şehirlere ne kadarlık partiler halinde ürün taşınamacağı konusunda bir karara varması örnekleri verilebilir (Ulucan, 2004).

3.2.2. Çok kriterli karar verme yöntemleri

Genel olarak çok amaçlı (kriterli) karar verme teknikleri, çok sayıda, birbirinden bağımsız ve farklı şekillerde ifade edilen kriterleri dikkate alır (Ustasüleyman, 2009). Örneğin yatırım yapmayı planlayan biri, yatırım işlemi getirisinin yanı sıra riskini de karar sürecine dâhil etmek isteyebilir. Aynı şekilde bir ürün almayı isteyen bir müşteri, çoğu zaman sadece fiyata göre karar vermeyecek, teknoloji, garanti, tasarım, kullanım kolaylığı gibi kriterleri de değerlendirmeye alacaktır. Ayrıca bir işveren yeni personel alımında kararını verirken, başvuran adayları sadece deneyimlerine göre değil,

eğitimine, istediği ücrete kişisel özelliklerine göre de değerlendirebilir. Bu şekilde çok kriterli karar verme konusuna birçok örnek verilebilir (Ulucan, 2004). ÇKKV yöntemleri günümüzde birçok çalışmada uygulanabilmektedir.

Çok kriterli karar verme, her biri farklı etkileri temsil eden önceden belirlenmiş kriterlere göre en uygun çözümü belirleme işlemi şeklinde tanımlanabilmektedir (Greco vd., 2016). Bu süreçte kullanılan söz konusu yöntemler, çoklu hedeflerin var olması durumunda karar verebilme sürecini değerlendirerek, bir karar vericinin ölçülebilir veya ölçülebilir olmayan birden fazla ölçüt arasından seçim yapabilmesine olanak sağlayabilmektedirler. Bu hedefler genellikle çelişkili olup, elde edilecek çözüm büyük ölçüde karar verici ve/veya vericilerin tercihlerine bağımlıdır ve mutlaka bir uzlaşma olmalıdır (Pohekar, 2004; Yeşilkaya, 2018).

Bu tür problemlerde alternatifler arasından seçim yapılabilmesi için çok sayıda kriterin bir arada değerlendirilmelidir (Jahanshahloo vd., 2006). Burada mevcut alternatifler arasından en iyi alternatifin seçim işlemi gerçekleştirilir.

Literatürde kriterlere bağlı olarak alternatiflerin değerlendirilmesi ve en iyi olanın seçimi çok kriterli karar verme süreci olarak tanımlanmaktadır. ÇKKV birden fazla birbiriyle çatışan amaçların gerçekleştirilmek istendiği problemlerin çözümü içim yapılan genel bir adlandırmadır (Zionts, 1979).

ÇKKV yönteminde izlenen adımlar sıralanmak istenirse:

- Konu ile ilgili kriterlerin ve alternatiflerin belirlenme işlemi,
- Kriterlerin kısmi önem derecelerinin hesaplanması,
- Her bir alternatifin tüm kriterler bazında değerlendirilmesi ve alternatifler sıralanması şeklindedir (Ballı, 2005). ÇKKV sürecinde sıkça kullanılan kavramlar eğer kısaca açıklanmak istenirse:

Alternatifler: Bir problemdeki tercih seçenekleridir. Ele alınan problemlerde yerine göre birkaç, yerine göre çok daha fazla sayıda alternatif olabilir. Bu alternatifler içerisinden amaca en uygun olanı seçilmektedir.

Kriter ve öznitelik: Kriter ve öznitelik kavramları bazı farklar içerse de literatürde sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılırlar. Öz nitelikler kriterlerin temel alt gruplarıdır. Kriterler, alternatiflerin temel özellikleri, kaliteleri veya verimlilik parametreleri olarak tanımlanırlar ve karar vericinin değer yargılarına bağlı olarak şekil alırlar.

Amaçlar: Kriterlerin, karar vericilerin arzuları ve beklentilerine göre yönlendirilmiş şeklidir.

Hedefler: Amaçların daha da somut olacak şekilde, belirli değerlere dönüşmüş şeklidir (Menteş, 2000).

Karar matrisi: ÇKKV problemlerinde genellikle değişik alternatifler, olaylar ve bunların sonuçları bir matris biçiminde ifade edilmektedir (Doğan, 1985). Söz konusu matris Şekil 3.2'deki gibi ifade edilebilir. Denklem (3.1)'deki gibi gösterilir.

	C_1	C_2	…	C_n
A_1	x_{11}	x_{12}	…	x_{1n}
A_2	x_{21}	x_{22}	…	x_{2n}
A_m	X_{n1}	X_{n2}	…	X_{mn}

Şekil 3.2. ÇKKV sürecinde kullanılan matris.

$$W = [w_1, w_2, \ldots\ldots, w_n] \tag{3.1}$$

Burada;

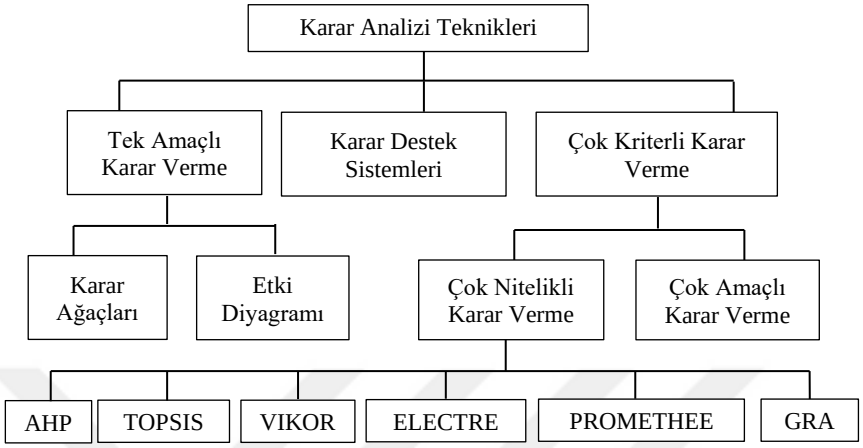
A1, A2,....., A_m : Karar vericinin aralarından seçim yapmak durumunda olduğu alternatifleri,

C1, C2,…..,C_n : Alternatiflerin performansını gösteren kriterleri,

x_{ij} : A_i alternatifinin C_j kriteri için önem veya öncelik derecesini,

w_j : C_j kriterinin ağırlığını ifade etmektedir.

Şekil 3.3'te görüldüğü gibi çok kriterli karar vermede, alternatiflerin birden fazla kritere göre sıralayabilen birden fazla teknik kullanılabilir (Mutlu ve Sarı, 2017).



Şekil 3.3. Karar analizi tekniklerinin sınıflandırılması (Zhou vd., 2006; Mutlu ve Sarı, 2017).

Şekilde sayılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi, İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği (TOPSIS), VIKOR Yöntemi, ELECTRE Yöntemi, PROMETHEE Yöntemi, Gri İlişkisel Analiz (GRA) yöntemleri dışında; Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP), Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği (BTOPSIS), Bulanık VIKOR (BVIKOR), Bulanık PROMETHEE (BPROMETHEE) yöntemleri de aynı yöntemlerin bulanık mantık desteğiyle çözümlenen diğer alternatif yöntemlerdir (Mutlu ve Sarı, 2017).

Söz konusu yöntemler aynı probleme aynı varsayımlar olacak şekilde ve aynı karar vericilerle dahi uygulandığında, farklı sonuçlar verebilmektedirler. Bunların nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yöntemlerin hesaplamalarda ağırlıklarının farklı kullanılabilmesi,
- En iyi çözümü elde etme yaklaşımlarının farklı algoritmalara dayandırılabilmesi,
- Pek çok algoritmanın, amaçları ölçeklemeye gitmesi,

- Bazı algoritmaların ise, bünyelerinde hangi çözümün seçileceğini etkileyen ek parametreler barındırması,

- Karar vericilerin bilgi süreçlerinde, deneyimlerimde olan farklılıklar olduğu söylenilebilir (Zanakis vd., 1998).

3.3. Bulanık Mantık Kavramı

Günlük hayatta bilgi ve verinin kesinlik taşımadığı pek çok durum için ne yazık ki modelleme yapılamamaktadır. Dolayısıyla karar verme süreci, kesin olmayan ve sözel olarak ifade edilmiş bilgiye dayandırılmak zorunda kalınabilmektedir (Doğan ve Şahin, 2003). İşte bu ve bunun gibi durumlarda bulanık küme teorisi ön plana çıkmaktadır.

Sonucu tam olarak kestirilemeyen, her insan tarafından aynı şekilde ifade edilemeyen sübjektif veriler içeren, belki soyut olarak ifade edilebilebilme durumu olan her duruma ‘‘belirsizlik’’ denir. İnsanlar ve kurumlar doğru kararlar verdiği sürece gelişme göstermişler ve başarılı olmuşlardır. Kararlar, belirlilik ya da belirsizlik altında verilebilir. Aslında insan hayatı da her zaman belirsizliklerle doludur. Bu gibi durumları birer örnekle ifade etmek istersek; bir insanın işe girmesi ya da girmemesi, yapmayı planladığı bir işe başlaması ya da başlamaması, almak istediği bir ürünü alması ya da almaması, bir tercih yapmak durumunda kaldığında ne yönde karar vereceği, bir malı hangi firmadan alacağı, vs. gibi örnekler sayılabilir. Bu tür belirsizliklere klasik mantıkta bir çözüm bulmak oldukça güç olup bazı zamanlarda ise hemen hemen olanaksızdır. Belirsizlik altında kararların verildiği bulanık ortamlar çoğunlukla insan yargılarının söz konusu olduğu durumlarda oluşur. Diğer bir ifadeyle insan yargıları belirsizliği de beraberinde getirir. Çünkü insan yargıları sayısal ifadeler değildir. İşte bulanıklık kavramı da belirsizlik olarak tanımlanmış ve bu belirsizlikleri ifade edebilmek amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Klasik mantıkta bir durum ya doğrudur ya yanlıştır ya vardır ya da yoktur, yani ikili bir mantık vardır. Fakat bulanık mantıkta farklıdır. Bulanık mantıkta doğru ile yanlışın arasında birçok durum bulunabilmektedir (Göksu, 2008).

Bulanık kavramı ilk olarak Azerbaycan asıllı Lütfü Askerzade Zadeh tarafından irdelenmiştir. 1960'lı yıllarda Bulanık Küme Teorisi adını verdiği bilimsel bir yaklaşım geliştirmiştir. Yöntem, insan düşünce ve yargılarının üyelik dereceleri veya fonksiyonları kullanılarak sayısallaştırılması esasına dayanmaktadır Zadeh bulanık mantığın genel özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir;

- Bulanık mantık, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanmaktadır.

- Bulanık mantıkta bilgi dilsel ifadeler (büyük, küçük, çok az vb.) olarak ifade edilir.

- Bulanık mantıkta her şey [0-1] aralığında belirli bir derecede gösterilmektedir.

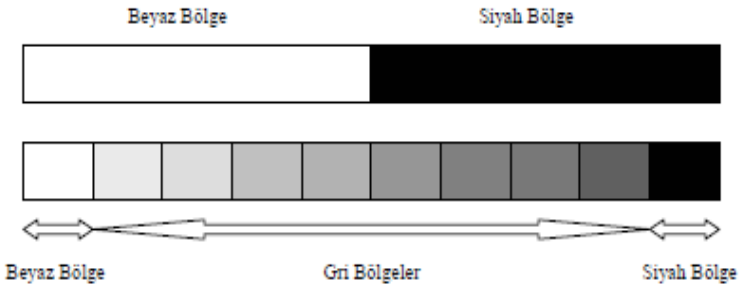
- Bulanık çıkarım işlemi, dilsel ifadelerin birbirleri arasında tanımlanan kurallar ile gerçekleştirilmektedir.

- Mantıksal olan tüm sistemler bulanık olarak ifade edilebilmektedir.

- Bulanık mantık, matematiksel modelin elde edilmesi zor olan sistemler için elverişlidir (Zadeh,1965).

1970'li yıllardan sonra ise yöntem özellikle doğuda Japonya'da yaygınlaşmıştır. Japonların bulanık mantığı teknolojik cihaz yapım ve isleyişinde kullandığı bilinmektedir. Bulanık mantık ile kontrol konusunda gerçekleştirilen ilk uygulama 1974'de Mamdani tarafından buhar makinasının kontrolüdür. Mamdani, Zadeh'in dil bilimsel kural yaklaşımının bilgisayar tarafından kolaylıkla işlenen bir formda sağlandığını göstermiştir (Tiryaki ve Kazan, 2007). Batı dünyasının ise o günlerde hala ikili mantık olarak da adlandırılan Aristo mantığını kullanmakta olduğu görülmüştür. Aristo mantığında olaylar evet-hayır, siyah-beyaz, 0-1 vb. gibi ikili esasa dayanmaktadır. Bu iki değer arasına eğer bir kesinlik yoksa karar verilememektedir (Şen, 2001). Örneğin Şekil 3.4'te kesin küme ile bulanık küme arasındaki fark sunulmuştur. Kesin kümelerde sadece siyah ve beyaz bölgeler bulunurken, bulanık kümelerde siyah ve beyaz bölgelerin yanı sıra birde gri bölgelerin bulunduğu görülmektedir. Siyah bölgeler bir elemanın kümeye tam üye olma, beyaz bölgeler

kümeye üye olmama, gri bölgeler ise kümeye kısmi üye olma durumunu belirtmektedir (Ecer, 2007).



Şekil 3.4. Kesin küme ile bulanık küme ayrımı (Kahya, 2003).

Karar aşamasında tahmin ve belirsiz bilgilere başvuran insan muhakemesine paralel bir uyum gösteren bulanık mantık teorisi, özellikle belirsizlik ve bulanıklığı matematiksel olarak ifade edebilmek ve birçok problemin özünde varolan bu tür hususların üstesinden gelebilmek üzere tasarlanmıştır (Zhang ve Zou, 2007). Bulanıklık kesin olmayan belirsiz durumları konu edinmesine rağmen çok güçlü bir matematik teoriye dayanmaktadır (Chen ve Hang, 1992).

Bilime büyük katkı sağlayan, sınıf ya da grupları kesin sınırlamalar içine sokmayan bulanık küme teorisinin, kesin küme teorisinin önüne geçmesine sebep olan faktörlerden bahsedilecek olunursa:

- Dilsel belirsizlikler ölçülebilmiş, bu belirsizlikler ampirik çalışmalarda veri olarak kullanma imkânı sunmuş ve elde edilen sonuçların daha anlamlı olmuştur.

- Karmaşıklığı yönetebilme konusunda daha somut adım atılmıştır.

- Pek çok alanda problemlerin çözümlerine katkı sunan bulanık küme teorisi, dille ifade edilen kelime ve cümlelerin anlamlarıyla ilgilenmiştir (Ecer, 2007).

Böylece dilsel belirsizliğin olduğu problemler, matematiksel olarak ifade edilebilmiş, bulanık sayılar, üçgensel bulanık sayılar, yamuk bulanık sayılar, çan şekilli bulanık sayılar vb. olarak tanımlanmıştır. Ancak bunlar içerisinde yaygın olarak üçgensel bulanık sayılar kullanım alanı bulmuştur. Bulanık küme teorisi, belirsizlik durumlarının da karar modeline dahil edilebilmesine imkân tanımaktadır. Belirsizlik

içeren problemlerinin çözümünde Bulanık ÇKKV yöntemlerinden yararlanılabilmektedir. Bulanık ÇKKV yöntemlerinde, kriter değerleri ve kriter önem ağırlıkları dilsel değişkenlerle ifade edilerek bulanık sayılara dönüşümü yapılmaktadır (Wang ve Elhag, 2005).

Farklı dilsel değerlendirmeler yapmak, ağırlıkları oluşturmak ve en iyi seçime karar vermek için bir Bulanık ÇKKV yöntemine gereksinim duyulmaktadır. Çoklu kriterler altındaki bulanık karar verme metodu en uygun olacak alternatifi seçebilmek için dilsel değerlendirmelerin yapılmasına ve ağırlıkların belirlenmesine gereksinim duyulmaktadır (Chen, 2001). Bulanık ÇKKV yöntemleri, bulanık sayıların karşılaştırılmasını gerektirmektedir. Bulanık sayıların karşılaştırılması ise genellikle zordur. Şüphesiz iyi olarak nitelendirilebilecek bir yöntem, tüm bu faktörleri göz önünde bulunduran olacaktır. Bulanık ÇKKV yöntemleri, bulanık sayıları kullanarak karar vermeye yardımcı olan yöntemler olarak ortaya çıkmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2003).

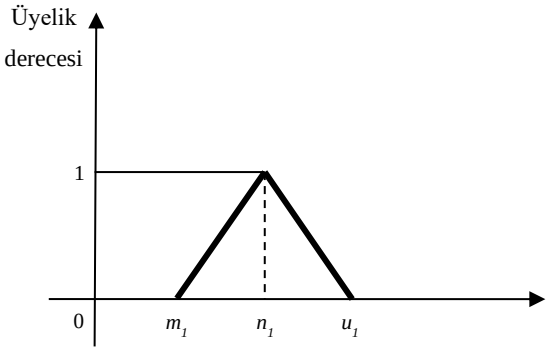
Bulanık ÇKKV yöntemlerinin temel özelliklerinden bahsedilecek olunursa bunlar:

- Dilsel değişkenler kullanılarak alternatiflerin sıralanması işlemini kolaylaştırmaktadır.
- Nitel ve nicel kriterleri bir araya getiren formlar uygulanabilir.
- Analizin zorluk derecesi kriter sayısından fazla etkilenmemektedir.
- Yeni alternatifler bulunması, arzu edilen sonuca ulaşılacağı varsayımıyla teşvik edilmekte ve yeni alternatifler süreci belirlemektedir (Liang, 1999).

3.3.1. Üçgensel bulanık sayılar

Bulanık sayı türlerinden üçgen bulanık sayılar, işlem kolaylığı sağlamaları ve sezgisel yöntemlerle oluşturulabildiklerinden ötürü en çok tercih edilendir (Sanchez ve Gomez, 2003). Üçgensel bulanık sayılar (m_1, n_1, u_1) gibi üçlüler ile gösterilirler. Bu parametreler sırasıyla alınabilecek en küçük değeri, alınabilecek en yüksek değeri ve en büyük değeri temsil ederler (Çitli, 2006). $\mu_A(x): R \rightarrow [0,1]$ olmak üzere üçgensel

bulanık sayılar A = (m_1, n_1, u_1) şeklinde ifade edilir (Yong, 2006). Burada R genel küme, A, R'nin bulanık alt kümesini temsil eder. Üçgensel bulanık bir sayı Şekil 3.5'teki gibi grafiksel olarak gösterilebilir.



Şekil 3.5. Üçgensel bulanık sayıların üyelik fonksiyonu gösterimi (Mutlu ve Sarı, 2017).

3.3.1.1. Üçgensel bulanık sayılarda işlemler

$m_1 \leq n_1 \leq u_1$, $m_2 \leq n_2 \leq u_2$ olmak üzere, A (m_1, n_1, u_1) ve B (m_2, n_2, u_2) bulanık sayıları verilmiş olsun (Ertugrul ve Nakkasoglu, 2006).

Toplama İşlemi: Sıralı üçlülerdeki toplama işlemine benzer şekilde bir şekilde uygulanır. Birinci bileşenle birinci bileşen, ikinci bileşenle ikinci bileşenle ve üçüncü bileşenle de üçüncü bileşen toplanarak işlem tamamlanır (Denklem (3.2)).

$$A + B = (m_1 + m_2, n_1 + n_2, u_1 + u_2) \tag{3.2}$$

Çıkarma İşlemi: Sıralı üçlülerdeki çıkarma işlemine benzer şekilde yapılmaktadır. Birinci bileşenden üçüncü bilesen, ikinci bileşenden ikinci bileşen ve üçüncü bileşenden de birinci bileşen çıkarılarak yapılır (Denklem (3.3)).

$$A - B = (m_1 - u_2,\ n_1 - n_2,\ u_1 - m_2) \tag{3.3}$$

Çarpma işlemi: Söz konusu işlem denklem (3.4)'teki gibi yapılır.

$$A\ X\ B = (m_1.m_2, n_1.n_2, u_1.u_2) \tag{3.4}$$

Bölme işlemi: A ve B'nin her ikisinin de pozitif olduğu durumlarda denklem (3.5)'teki gibi yapılır.

$$A / B = (m_1/u_2, n_1/ n_2, u_1/m_2) \tag{3.5}$$

A negatif B pozitif olduğu durumlarda ise denklem (3.6)'daki gibi yapılır.

$$A / B = (m_1/m_2, n_1/ n_2, u_1/u_2) \tag{3.6}$$

Üçgensel Bulanık Sayının Tersi: Söz konusu işlem denklem (3.7) kullanılarak gerçekleştirilir.

$$A^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{n_1}, \frac{1}{m_1}\right) \tag{3.7}$$

3.3.1.2. Normalize edilmiş bulanık sayı

Bir bulanık kümenin temsili sembolünün üstünün çizilmesi ile ifade edilmektedir (Akman ve Alkan, 2006). $\tilde{n}$, üçgen bir bulanık sayı ve $\alpha \in [0,1]$ için $n_l^{\alpha} > 0$, $n_u^{\alpha} \leq 1$ oluyorsa $\tilde{n}$' ye normalize üçgen bulanık sayı olarak tanımlanmaktadır (Chen, 2000). Yani diğer bir ifadeyle de normalize edilmiş üçgen bulanık sayı 0 ile 1 değerleri arasında bir değerleri alabilmektedir (Ecer, 2007).

3.3.1.3. Bulanık matris

En az bir elemanı bulanık sayı olan matrise bulanık matris denir. $\tilde{n}_{ij}$ ($\forall$ i, j) bulanık sayıyı temsil etmek üzere $\widetilde{D}$ bulanık matrisi Şekil 3.6'daki gibi gösterilir (Chen, 2000):

$$\widetilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \ldots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

Şekil 3.6. D˜ bulanık matrisi.

3.3.1.4. Vertex metodu

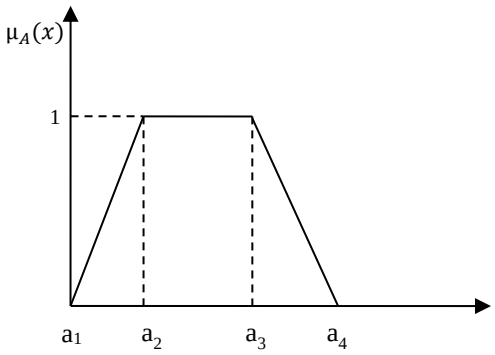
$\widetilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ iki üçgen bulanık sayı olsun. Aralarındaki uzaklığı hesaplamak için kullanılan vertex denklem (3.8)'deki gibi tanımlanmaktadır (Chen, 2000):

$$d(\tilde{m},\tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \qquad (3.8)$$

Chen, vertex metodu ile aslında iki bulanık sayı arasında bir öklit uzaklığı belirtmişlerdir. Öklit uzaklığının hesaplanmasıyla bulanık sayılar kesin değerlere dönüşebilir (Wang ve Elhag, 2005).

3.3.1.5. Yamuksal bulanık sayılar

Yamuksal bulanık sayılar (a_1, a_2, a_3, a_4) şeklinde dörtlüler halinde ifade edilirler. Burada [a_2, a_3] aralığı büyüklüğün kesinlikle gösterilebildiği sayıları ifade eder. a_1 ve a_4 sırasıyla alt ve üst sınırlar olarak ifade edilir (Gülcan, 2012). Yamuksal bulanık sayıların genelleştirilmiş grafik gösterimi Şekil 3.7'deki gibi yapılabilmektedir.



Şekil 3.7. Bulanık yamuksal sayılarda üyelik fonksiyonu.

3.4. Çalışmada Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Bu kısımda doktora tez çalışmasında kullanılan ÇKKV yöntemleri ve kullanılan ölçekler detaylı olarak incelenecektir.

3.4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi; Thomas Saaty tarafından ilk olarak 1970'lerde tasarlanan, 1977 yılında da yine kendisi tarafından geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiş bir ÇKKV yöntemi tekniğidir. AHP, daha çok seçeneklerin açıkça bilinmekte olduğu ancak karar vermede etkisi olan koşulların matematiksel olarak ifade edilemediği durumlarda tercih edilmektedir (Kurşunoğlu ve

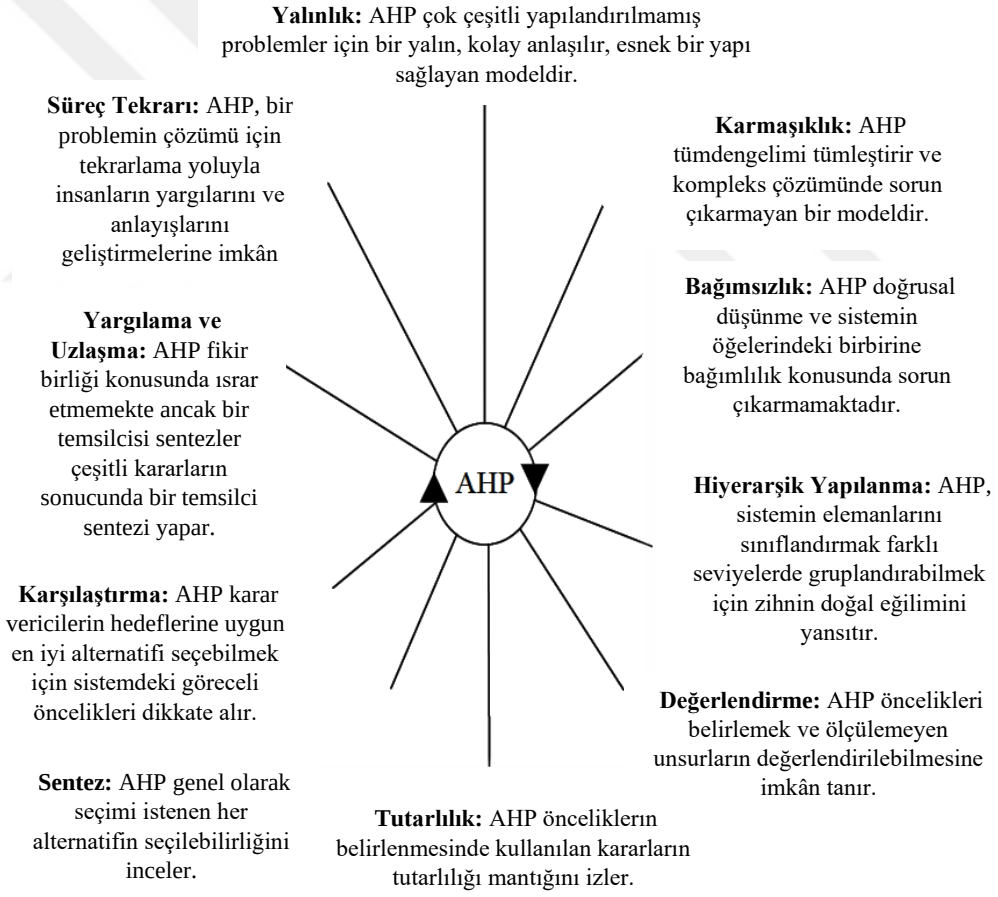
Önder, 2014). AHP, ilgili problemi amaç-ölçütler-alt ölçütler-seçenekler hiyerarşisi kurmak suretiyle çözmeye olanak sağlar. AHP, genel olarak, problemi parçalara ayırma ve hiyerarşi oluşturma, karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrisinin oluşturulması ve önceliklerin sentezlenmesine dayanır (Saaty, 1977; Saaty, 1980).

AHP, insanların içgüdüsel yani sezgisel mekanizmasını kullanarak karar almaya çalışmaktadır. Örnek vermek gerekirse; yeterince hafif ve el ile kaldırılabilecek türden bir dizi nesnenin en ağırdan en hafife doğru sıralanmak istendiğini ve ağırlıkları ölçmek için bir cihazın olmadığı durum kabul edilmiş olsun. Bu durumda insanın aklına gelecek ilk yöntem, nesnelerin göreli ağırlıklarını kestirmek olacaktır. Bunun en etkin yolu da nesneleri ikişer ikişer ele alarak birbirlerine göre ağırlıklarını tahmin etme yoluna gitmek olacaktır. Bütün nesneler için bu işleme devam edildiğinde, nesnelerin ağırlıklarına ilişkin bir sıralama mümkün olabilir. Ancak nesnelerin hem ağırlıkları hem de parasal değerleri acısından bir sıralama yapılması isteniyorsa işte burada durum değişmektedir. O zaman öncelikle parasal değer ile ağırlık kriterleri karşılaştırılarak hangi kritere daha fazla önem verildiğinin belirlenmesi ardından da bu kriterler bakımından bütün nesneler karşılaştırılarak bir sıralama yapılması gerekir. Bu örnekte hedef, nesnelerin sıralanması; ağırlık ve parasal değer kriterleri ise sıralamada etkilileyen kriterlerdir. İşte burada AHP'nin temelde gerçekleştirmeye çalıştığı hedef te, insanoğlunun doğal olarak uyguladığı kriterlerin önem derecelerini belirleme ve ikili karşılaştırmalarla, karar verme sürecini matematiksel bir tabanda açıklayabilmektir (Kurşunoğlu, 2014).

AHP genel bir ölçüm teorisi olup genel olarak AHP, tümdengelimli ve tümevarımlı bir düşünceyle tüm bilgilerin kıyas kullanılmaksızın bir araya getirilmesine olanak tanımaktadır. Sonuca varabilmek için birçok faktörü eşzamanlı değerlendirmekte, proje risk analizinde kullanılabilecek esnek ve kolay anlaşılır bir yol sunmaktadır. Risk faktörlerini değerlendirmek için uzman görüşüne başvuran ve yapılan tahminlerde bir anlaşmayı varmayı öngören bir tekniktir. Bu nedenle, yöneticilerin ortak akıl kullanımına dayalı kararlar vermesine olanak tanımaktadır (Gürer, 2008). AHP karar verme durumunda olan insan için en iyi seçeneği belirlemenin yanında, seçenekler arasında sıralama yapmaya olanak tanımaktadır. Bu yöntem hem nicel hem de nitel faktörleri dikkate alması, kolay kullanılır olması ve basit uygulanabilir olması

nedeniyle çok karmaşık problemlerde bile kolaylıkla uygulanabilir. AHP esnek ve kolay uygulanabilir olması yönüyle karar vericiye çok büyük bir kolaylık sağlamasıyla ön plana çıkmaktadır (Güner, 2005). AHP'de tecrübe ve bilgi de en az kullanılan veriler kadar önem taşımaktadır.

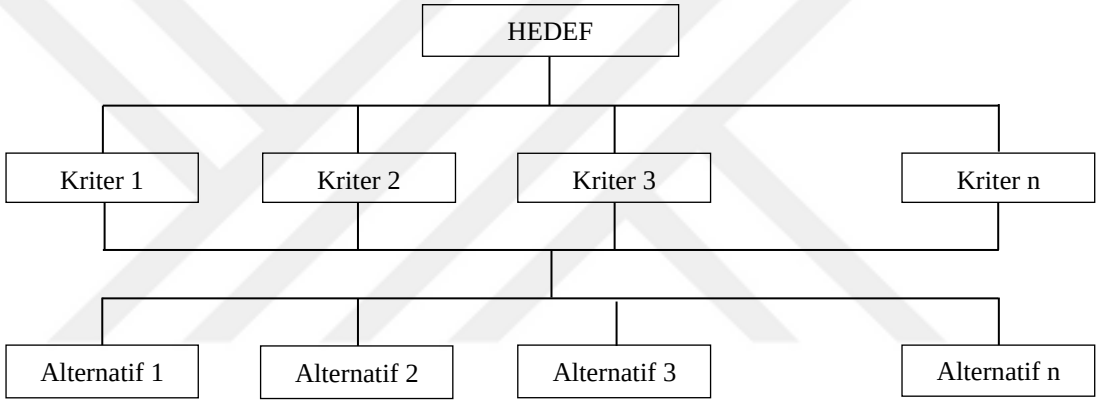
AHP yöntemi özet olarak, çok sayıda karar alternatifini çok sayıda kritere ve alt kriterlere göre değerlendirebilen insan yargılarının da katılabildiği matematiksel bir karar verme yöntemi olarak tanımlanabilir. Problemde amaç belirlendikten sonra, problem hiyerarşik olarak modellenir. Hiyerarşinin en tepesinde problemin amacı alt katmanlarda alternatifleri değerlendireceğimiz kriterler ve alt kriterler bulunur. En alt katmanda ise önceliklendireceğimiz karar alternatifleri bulunmaktadır (Baylan, 2015). AHP yönteminin belirlenen başlıca 10 avantajı genel olarak Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8. AHP yönteminin belirlenen başlıca 10 avantajı (Saaty, 1996).

Şekil 3.8 incelendiğinde, literatüre göre AHP'nin öne çıkan en önemli 10 avantajı yalınlık, süreç tekrarına olanak tanıması, yargılama ve uzlaşma, karşılaştırma yapılabilmesi, alternatiflerin sentezinin yapılabilmesi, tutarlılığın hesaplanabilmesi, yapısında herhangi bir karmaşıklık içermiyor oluşu, doğrusal düşünme sisteminden bağımsız olması, hiyerarşik yapılanmaya imkân tanıması ve ölçülemeyen unsurların değerlendirilebilmesi avantajlarıyla ön plana çıktığı görülmüştür.

AHP genel olarak dört uygulama adımından oluşmaktadır. Sürecin ilk aşamasında tepeden başlanılarak karar hiyerarşisi oluşturulur. Bu amaçla da birinci seviyede amaç, orta seviyede kriterler ve alt kriterler, en düşük seviyede ise alternatifler bulunmaktadır (Saaty, 2008). Şekil 3.9'da AHP yönteminin hiyerarşik yapısı verilmiştir.



Şekil 3.9. AHP yönteminin hiyerarşik yapısı.

Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra, ikinci aşamada Çizelge 3.1'de gösterilen ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak, ikili karşılaştırma işlemleri yapılır.

Çizelge 3.1. İkili karşılaştırma matrisi (Vargas, 1990).

	Kriter 1	**Kriter 2**	**…....**	**Kriter n**
Kriter 1	W_1 <>W_1	W_1<>W_2	….....	W_1<>W_n
Kriter 2	W_2<>W_1	W_2<>W_2	….....	W_2<>W_n
.	.	.		.
			….....	
.	.	.		.
Kriter n	W_n<>W_1	W_n<>W_2	….....	W_n<>W_n

Bu iki ölçütün/kriterin birbiriyle karşılaştırılması anlamına gelmekte ve karar vericinin yargısına dayanmaktadır. Kriterlerin kendi aralarında önem dereceleri belirlenirken Çizelge 2.1'deki Saaty'nin önem derecesi ölçeği kullanılmaktadır. Uzlaşma gerektiğinde iki ardaşık yargı arasına düşen ara değerler de isteğe bağlı olarak kullanılabilir. İkili karşılaştırmada, karar ölçütlerinin önem ağırlıkları ve alternatiflerin her bir ölçüt açısından önemi belirlenmektedir (Şengül vd., 2012).

Çizelge 3.2. Önem derecesi ölçeği (Saaty 1980).

Önem Derecesi	Tanımı
1	Eşit önemli
3	Orta derecede önemli
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Kesin önemli

Üçüncü aşamada ise, karşılaştırılan her bir kriterin, önceliğinin (göreceli öneminin) hesaplanmasına sentezleme (normalize) denilmektedir (Günden ve Miran, 2008). Bu aşamada normalizasyon işlemi yapılmaktadır. Böylece normalize edilmiş matris elde edilir. Son aşamada ağırlıklar hesaplandıktan sonra ayrıca Tutarlılık oranının (CR) hesaplanması gerekmektedir. CR'nin hesaplanabilmesi için öncelikle matrisin en büyük özvektörünü λ_{max} hesaplamak gerekmektedir. Tutarlılık oranının bulunmasından bir önceki adım tutarlılık göstergesinin (CI) hesaplanmasıdır. Söz konusu değerlerin hesabı için denklem (3.9) ve denklem (3.10) kullanılır.

i=1,2,3,…,n ve j=1,2,3,…,n olmak üzere;

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{w_i}}{n} \tag{3.9}$$

$$\mathrm{CI} = \frac{\lambda_{\max} - \mathrm{n}}{\mathrm{n}-1} \tag{3.10}$$

CI değeri hesaplandıktan sonra, elde edilmesi gereken başka bir değer de Rassallık Endeksi (RI)'dir. Bu değerin hesaplanmasında farklı matris boyutları için RI değerleri

kullanılmaktadır (Saaty, 1990). Farklı matris boyutları (n) için RI değerleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Rassallık indeksleri (Saaty, 1980).

N	1	2	3	4	5
RI	0.00	0.00	0.60	1.00	1.10
n	6	7	8	9	10
RI	1.20	1.30	1.40	1.50	1.50
n	11	12	13	14	15
RI	1.50	1.50	1.60	1.60	1.59

En son aşamada ise CI değeri RI değerine bölünerek CR değeri elde edilmektedir. Buna göre tutarlılık oranı (CR) genellikle %10 veya daha küçükse matrisin tutarlı olduğu kabul edilir (Wind ve Saaty, 1980; Saaty vd., 2003). Ayrıca en büyük öz değer matris boyutuna eşit ise ($\lambda max = n$) karşılaştırma matrisi tutarlı olarak ifade edilmektedir (Shrestha vd., 2004; Arslan, 2010).

Günümüzde büyük boyutlu ve karmaşık problemlerin çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözümü her ne kadar zaman alıcı olsa da geliştirilen paket programlar işleri kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle bu programlardan yararlanmak bir gereklilik olmuştur. AHP yöntemi temel alınarak geliştirilmiş bir karar verme yazılımı olan Expert Choice yazılımı birçok alanda kullanılmakta ve araştırmacılara büyük kolaylıklar sağlayabilmektedir. Expert Choice araştırmacıya sağladığı kolaylıklar, anlaşılabilir yapısı, duyarlılık analizini kolaylıkla yapmaya imkân vermesi nedeniyle oldukça kullanışlı bir program olarak öne çıkmaktadır. Expert Choice yazılımı ile amaç belirlemek, kriter ve alternatifleri belirlemek doğru ve kesin bir süreç olup, modelin hiyerarşisinin kolaylıkla kurulumu için araştırmacıyı destekler, ikili karşılaştırmalar yoluyla karar vermeye yol gösterir. Expert Choice araştırmacının kararlarını sentezler ve kriter ağırlıklarının değişiminin sonuca nasıl etki ettiğini sorgular. Amaç, alternatifler ve kriterler seçilir ve hiyerarşik yapı oluşturulur. Karmaşık karar problemi olması durumunda, tanımlanan her alternatif, kriter ve amaç doğrultusunda Expert Choice tarafından ikili karşılaştırmalarla değerlendirilir. Bu yolla, en karmaşık, yönetilemeyen karar modelleri bile basitleştirilir ve anlaşılır hale getirilir. Expert Choice yazılımının duyarlılık grafikleri, sonuçları hızlı ve kolay bir şekilde test ederek sonuçla ilgili bir belirsizliği ortadan kaldırmaktadır. Değerlerde

herhangi bir değişiklik yapıldığı takdirde, Expert Choice değerlerdeki değişikliğin sonuca olan etkisini hızlı bir şekilde gösterebilmektedir (Kurşunoğlu, 2014). Bu doktora tez çalışmasında kurulan modelin ilk aşaması olan AHP ile çözümünde Expert Choice yazılımından yararlanılmıştır.

3.4.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Bulanık AHP) Yöntemi

Bulanık analitik hiyerarşi prosesi, ÇKKV süreçlerinde, özellikle belirsizlik ya da sübjektiflik bulunması durumunda Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin yetersiz olmasından dolayı, bulanık mantık ile analitik hiyerarşi prosesinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş, insani düşünce tarzına daha yakın bir yöntemdir. Keskin değerlerin kullanıldığı AHP'den farklı olarak, Bulanık AHP'de kıyaslama oranları bir değer aralığında verildiğinden ötürü daha rahat hareket imkânı sağlamaktadır (Bender ve Simonovic, 2000).

Bulanık AHP süreci ile bulanık mantık ve dilsel değişkenlerin kullanımını birleştiren bir süreç ortaya konmuştur. Kesin değerlerle değerlendirme yapmak yerine, aralıklı değerlendirme yapmak daha güvenilir olacaktır.

Literatürde yer alan çeşitli yazarlar tarafından ortaya konmuş olan birçok Bulanık AHP metodu bulunmaktadır. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile ilgili ilk çalışma Van Laarhoven ve Pedrycz, (1983) tarafından yapılmıştır (Tüysüz, 2004). Daha sonra Buckley (1985), Boender vd. (1989), arkasından Chang (1996) ve Cheng (1996) tarafından bulanık analitik hiyerarşik proses yaklaşımı ele alınmıştır (Üzgün, 2006). Chang, ise karşılaştırmalarda ilk defa üçgen bulanık sayıları kullanarak Bulanık AHP'nin uygulanması için yeni bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu yaklaşımların her biri için farklı çözüm algoritmaları ortaya konmuştur (Çizelge 3.4).

Literatür taramaları değerlendirildiğinde bu yöntemler içerisinde en çok Chang (1996)' nın tercih edildiği görülmüştür. Bu yöntemde kesim seviyelerine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu yöntem yapay derece değerlerini kullanmasının yanında basit seviye sıralaması ve karma toplam sıralaması ile öne çıkmaktadır. Bu yöntemin en avantajlı yanı hesap gereksiniminin az olması ve klasik AHP'nin adımlarını izleyerek

ilave işlem gerektirmemesidir. Dezavantajı ise sadece bulanık üçgen sayıların kullanılmasıdır (Güner, 2005).

Çizelge 3.4. Bulanık AHP yöntemlerinin karşılaştırılması.

Kaynak	Yöntemin Ana Özelliği	Avantaj (A) ve Dezavantajları (D)
Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)	• Saaty'nin AHP yönteminin üçgen bulanık sayılarla genişletilmiş şeklidir. • Bulanık ağırlıkların ve bulanık performans skorlarının bulunmasında Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yöntemi kullanılır.	(A) Karar vericilerin görüşleri karşılaştırma matrisi ile modellenebilir. (D) Doğrusal denklemlerde her zaman bir çözüm yoktur. (D) Küçük bir problem için bile çok fazla sayısal hesaplama gerektirir. (D) Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.
Buckley (1985)	• Saaty'nin AHP yönteminin ikizkenar yamuk bulanık sayılar ile birlikte genişletilmiş şeklidir. • Bulanık ağırlıkları ve bulanık performans skorlarını elde etmek için geometrik ortalama yöntemi kullanılır.	(A) Bulanık duruma genişletmek kolaydır. (A) Karşılıklı karşılaştırma matrisine tek bir çözümü garanti etmektedir. (D) Çok fazla sayısal hesaplama gerektirir.
Boender vd. (1989)	• Van Laarhoven ve Pedryez'in modelinin geliştirilmiş şeklidir. • Yerel önceliklerin normalizasyonunda daha sağlam yaklaşım sunmaktadır.	(A) Çok sayıda karar vericinin görüşleri modellenebilir. (D) Çok fazla sayısal hesaplama gerektirir.
Chang (1996)	• Sentetik derece değerleri • Basit seviye sıralaması • Birleşik toplam sıralama	(A) Daha az sayısal hesaplama gerektirir. (A) Klasik AHP'nin adımlarını izler ve ek işlemler gerektirmez. (D) Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.
Cheng (1996)	• Bulanık standartlar geliştirir. • Performans skorlarını üyelik fonksiyonlarıyla gösterir. • Toplam ağırlığın hesaplanmasında entropi kavramlarını kullanır.	(A) Sayısal hesaplama ihtiyacı çok fazla değildir. (D) Entropi olasılık dağılımı bilindiği zaman kullanılır. Yöntem hem olasılık ve hem de olabilirlik ölçülerine dayanır

Faktör ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla ikili karşılaştırma matrisleri düzenlenir ve çalışmada bu karşılaştırmalar Çizelge 3.5'te verilen üçgen bulanık sayılar kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 3.5. Faktör karşılaştırmada kullanılan bulanık sayılar (Saaty, 2008).

Sözel Değişken	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit derecede önem	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1/)
Orta derecede önem	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
Kuvvetli derecede önem	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
Çok kuvvetli derecede önem	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
Mutlak derecede önem	(7,9,11)	(1/11,1/9,1/7)

Bu bulanık sayılar Prakash tarafından Saaty'nin 1-9 önem yelpazesi temel alınarak geliştirilmiştir (Prakash, 2003).

3.4.2.1. Bulanık AHP yöntemi algoritması

Bu çalışmada geleneksel Bulanık AHP yöntemlerinin dezavantajlarının geçerli olmadığı ve hesaplamaların bulanık sayıların kesişimi yöntemiyle yapıldığı "Chang'in Bulanık AHP Algoritması" esas alınmıştır.

X nesneler kümesi ve G bir hedef kümesini oluşturur. Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine göre, belirlenen her hedef için gi değerleri belirlenir. Böylece, her bir nesne için m genişletilmiş analiz değerleri denklem (3.11)'deki gibidir.

$$M_{gi}^{1}, M_{gi}^{2}, \dots, M_{gi}^{m}, \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{3.11}$$

Burada verilen tüm M_{gi}^{j} $(j = 1,2, \dots m)$ değerleri bulanık sayılardır. Chang'in genişletilmiş analiz yönteminin adımları aşağıda sunulmuştur.

1.Adım: Bulanık yapay büyüklük değeri, i. nesneye göre denklem (3.12)'deki gibi tanımlanır.

$$\mathrm{S_i} = \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{m}} \mathrm{M_{gi}^{j}} \otimes \left[\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}} \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{m}} \mathrm{M_{gi}^{j}}\right]^{-1} \tag{3.12}$$

$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ ifadesini elde etmek için, m değerleri üzerinde bulanık sayılarda toplama işlemini belirli bir matris için denklem (3.13)'teki gibi gerçekleştirilir.

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j , \sum_{j=1}^{m} m_j , \sum_{l_j}^{m} u_j\right) \quad (3.13)$$

$\left[\sum_{j=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$, ifadesini elde etmek için $M_{gi}^{j}(j = 1,2,\dots,m)$ değerleri üzerinde denklem (3.14)'teki gibi bulanık toplama işlemi yapılır.

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i , \sum_{i=1}^{n} m_i , \sum_{l_j}^{n} u_i\right) \quad (3.14)$$

ve denklemdeki vektörün tersi denklem (3.15)'teki gibi hesaplanır.

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i} , \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i} , \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right) \quad (3.15)$$

2.Adım: $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki üçgen bulanık sayıdır.

$M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ifadesinin olasılık derecesi denklem (3.16)'daki gibi tanımlanır.

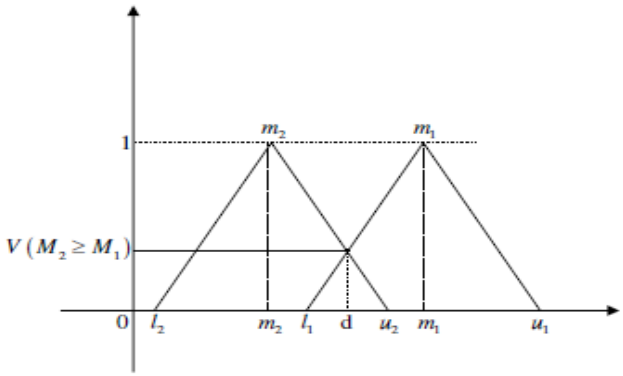
$$V\ (M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x}\left[min\left(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)\right)\right] \quad (3.16)$$

ve denklem (3.17)'deki gibi ifade edilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d)$$

$$= \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & diğer \end{cases} \quad (3.17)$$

Burada $V(M_1 \geq M_2)$ ifadesi $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ üçgen bulanık sayılarının kesişim noktasının ordinatıdır. Diğer bir ifadeyle üyelik fonksiyonunun değeridir.M_1ve M_2'yi karşılaştırmak için $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerinin her ikisinin de bulunması gerekmektedir. Üçgen bulanık sayılarının kesişimi Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10. $\boldsymbol{M_1}$ve $\boldsymbol{M_2}$ Üçgen bulanık sayılarının kesişimi (Chang, 1996).

3. Adım: Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin k konveks sayıdan $M_I (I = 1, 2, \dots, k)$ daha büyük olması denklem (3.18)'deki gibi tanımlanabilir;

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k)$$

$$= V\,[(M \geq M_1)\ ve\ \ (M \geq M_2) ve \dots ve\ (M \geq M_k)]$$

$$= \min V(M \geq M_i),\ \ i = 1, 2, 3, \dots, k \qquad (3.18)$$

$k = 1,2, \dots, n; k \neq i$ için $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olarak alınırsa, ağırlık vektörü denklem (3.19)'daki gibi elde edilmiş olur.

$$W^i = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \qquad (3.19)$$

Burada $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ elemandan oluşur.

4.Adım: Yukarıda verilen ağırlık vektörü normalize edildiğinde denklem (3.20)'deki vektör bulunur.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \qquad (3.20)$$

Artık bu W ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir (Çetin, 2016).

3.4.2.2. Bulanık AHP'de tutarlılık

Literatür incelendiğinde, bulanık analitik hiyerarşik proseste tutarlılık oranı ile ilgili çok fazla bir bilgiye rastlanmamıştır. Ancak Kwong ve Bai (2003)'de tutarlılığın hesaplanması için bulanık sayıların durulaştırma işleminden sonra, AHP'de olduğu gibi hesaplanacağından söz etmiştir. Ancak literatürde değerlendirme sonucunda, çalışmalarda tutarlılığın hiç kontrol edilmediği görülmüştür. Chang tarafından önerilen genişletilmiş analiz yönteminde tutarlılığın hesaplanması bazı durumlarda maalesef mümkün bile görülememektedir. Bulanık AHP sonucunda toplam ağırlık vektöründe bazı kriterlerin ağılıkları sıfır çıkmaktadır. Tutarlılık indeksi hesaplarken, durulaştırılmış ikili karşılaştırma matrisi ile ağırlık vektörü çarpılıp, bulunan vektörün ağırlık vektörünün de her bir elemanına tek tek bölünmesi gerekmektedir. Ağırlık vektörünün elemanlarından birisi sıfır olduğu durumlarda, sayının sıfıra bölünmesi durumu ortaya çıkmaktadır ki, lakin bu durum matematikte tanımsızlık olarak açıklanmaktadır (Göksu, 2008).

3.4.3. Bulanık TOPSIS Yöntemi

Bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Bulanık TOPSIS, hem nitel hem de nicel karar kriterlerinin değerleriyle ilgilenmektedir. Bulanık TOPSIS, esnek bir yapı bünyesinde barındırmaktadır (Chen vd., 2006). Bulanık İdeal Çözümlere Yakınlık Yoluyla Tercihlerin Sıralanması Tekniği (Bulanık TOPSIS) yönteminde ise ideal çözüm için gerekli olan yakınlık bulunurken hem pozitif ideal çözüme uzaklık hem de negatif ideal çözüme uzaklık birlikte değerlendirilmektedir. Sonuçta yapılacak tercih sıralaması, uzaklıkların karşılaştırılması sonucu elde edilmektedir. Yani en iyiden (pozitif ideal) en kötü (negatif ideal) noktaların mesafelerini ortaya koyarak alternatifleri sıralayan bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır (Ignatius vd., 2012). Bulanık TOPSIS yöntemi, bulanık ortamlarda grup kararı vermeye yardımcı olan bir yöntem olup, yöntemin uygulanabilmesi için karar vericilere, karar kriterlerine ve alternatiflere ihtiyaç duyulmaktadır. Karar vericiler, karar kriterleri ve alternatiflerle ilgili düşüncelerini sözel olarak ifade ederler. Bulanık TOPSIS yönteminin temelinde karar vericilerin alternatifleri değerlendirirken kullandıkları karar kriterlerinin farklı ağırlıklara sahip olabilmesi yatmaktadır. Bulanık TOPSIS yönteminde, karar vericilerin karar kriterleri ve alternatifler hakkındaki değerlendirmeleri üçgen veya

yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek her bir alternatifin yakınlık katsayısı hesaplanır. Hesaplanan yakınlık katsayıları yardımıyla alternatifler sıralanmaktadır. Yöntem, alternatiflerin değerlemesinde ortaya çıkan sübjektifliğin grup kararı vermede ortaya çıkardığı sorunları ortadan kaldırmakta ve daha doğru kararlar verme imkânı sağlar. Klasik TOPSIS yönteminde, performans değerleri ve kriterlerin ağırlıkları kesin sayılar olarak verilmekte olup, bu yüzden, ağırlıkların ve nitel ölçümlerin belirlenmesinde insan algılamasından ortaya çıkan belirsizliği dikkate almamaktadır. Kesin verilerin, gerçek hayatta karşımıza çıkan uygulamaları modellemede yetersiz kalmasından dolayı sübjektif nitelikler ve niteliklerin ağırlıkları çoğu zaman sözel değişkenler ile ifade edilir (Yong, 2006). Değerlendirmeler, karar vericinin öznel yargılarına daha uygun olmaktadır. Literatürde birçok yazar tarafından ortaya atılmış farklı Bulanık TOPSIS yöntemleri mevcut olup, önerilen bu yöntemlerin karşılaştırılması Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Bulanık TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırması.

Kaynak	Kriter Ağırlığı	Bulanık Sayı Çeşidi	Sıralama Yöntemi	Normalizasyon Yöntemi
Chen ve Hwang (1992)	Bulanık Sayılar	Yamuk	Lee ve Li'nin genel ortalama yöntemi	Doğrusal normalizasyon
Chen (2000)	Bulanık Sayılar	Üçgen	Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümler (1,1,1) ve (0,0,0) olarak alınmıştır.	Doğrusal normalizasyon
Chu (2002)	Bulanık Sayılar	Üçgen	Liou ve Wang'ın (1992) sıralama yöntemi	Yenilenmiş Manhattan uzaklığı
Tsaur vd. (2002)	Kesin Değerler	Üçgen	Zhao ve Govind'in (1991) ağırlık merkezi yöntemi	Vektör normalizasyonu
Zhang ve Lu (2003)	Kesin Değerler	Üçgen	Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümler (1,1,1) ve (0,0,0) olarak alınmıştır.	Manhattan uzaklığı
Chu ve Lin (2003)	Bulanık Sayılar	Üçgen	Kaufmann ve Gupta'nın (1988) önerdiği ortalama yöntemi	Doğrusal normalizasyon
Chen (1996)	Bulanık Sayılar	Yamuk	Bulanık pozitif ideal çözüm maksimum değerler ve negatif ideal çözüm minimum değerler olarak alınmıştır.	Doğrusal normalizasyon

Literatür taraması değerlendirildiğinde bu yöntemler içerisinde en çok Chen (2000) tarafından geliştirilen Bulanık TOPSIS yönteminin kullanıldığı görülmüştür. Doktora tez çalışmasında da bu yöntem tercih edilmiştir. Aynı yöntem için literatürdeki çalışmalar incelendiğinde 3, 5 veya 9'lu ölçek de kullanılabilmektedir. Doktora çalışmasında Bulanık TOPSIS uygulamasında kullanılan dilsel değerler ve bu dilsel değerlerin üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları Çizelge 3.7'de ve Çizelge 3.8'de sunulmuştur.

Çizelge 3.7. Karar kriterlerinin ağırlıklarının değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları.

Sözel Değişken	Bulanık Sayı Karşılığı Ölçek
Çok düşük	(1, 1, 1)
Düşük	(0,2, 0,33, 1)
Orta	(0,14, 0,2, 0,33)
Yüksek	(0,11, 0,14, 0,2)
Çok yüksek	(0,09, 0,11, 0,14)

Çizelge 3.8. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları.

Sözel Değişken	Bulanık Sayı Karşılığı Ölçek
Çok düşük	(1,1,1)
Düşük	(1,3,5)
Orta	(3,5,7)
Yüksek	(5,7,9)
Çok yüksek	(7,9,11)

3.4.3.1. Bulanık TOPSIS yöntemi algoritması

1. Adım: K tane karar vericiden oluşan ve $\breve{x}_{ij}^{K}$' nin i. alternatifin kriter değerini gösterdiği bir grupta alternatiflerin kriter değerleri denklem (3.21) ile hesaplanır.

$$\breve{x}_{ij} = \frac{1}{K}\left[\breve{x}_{ij}^{1}(+\breve{x}_{ij}^{2}(+)\ldots(+)\breve{x}_{ij}^{K}\right] \tag{3.21}$$

2. Adım: Her kriter için K tane karar verici tarafından belirlenen ağırlıkları tek bir değere indirgemek için, $\breve{w}_{ij}^{k}$ denklem (3.22)'deki gibi hesaplanabilir.

$$\breve{w}_j = \frac{1}{K}\left[\tilde{w}_j^1(+)\,\tilde{w}_j^2(+)\,\ldots\,(+)\tilde{w}_j^K\right] \tag{3.22}$$

burada, $\breve{w}_j^K$ j. karar vericinin önem ağırlığını göstermektedir. Bu çalışmada kriterlerin ağırlıkları Bulanık AHP yöntemi ile dönüşüm yapılmıştır.

3. Adım: Bulanık karar matrisinin hesaplanması: Tüm kriter ve alternatifler için tek bir değer elde edildikten sonra karar problemi matris formatında denklem (3.23)'teki gibi gösterilir.

$$\widehat{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \widetilde{W} = [\tilde{w}_1 \;\; \tilde{w}_{21} \ldots. \;\; \tilde{w}_n] \tag{3.23}$$

Burada $\tilde{x}_{ij} = (\forall\, \mathrm{i}, \mathrm{j})$ ve $\widetilde{W}_j \;\; j = (1,2,\ldots.,n)$ dilsel değişkenler olmak üzere üçgen bulanık sayılar olup, $\widetilde{D}$ bulanık karar karar matrisini, $\widetilde{W}$ ise bulanık ağırlıklar matrisini gösterir.

4. adım: Bulanık karar matrisinin normalize edilmesi: Karar matrisinin oluşturulmasından sonraki adım karar matrisinin normalize edilmesi işlemidir. Bulanık karar matrisi normalize edilir ve normalize bulanık karar matrisi $\tilde{R}$ elde edilmektedir:

Bulanık karar matrisinde elde edilen normalize edilmiş bulanık karar matrisi denklem (3.24)'teki gibi ifade edilebilir.

$$\tilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]_{mxn} \tag{3.24}$$

Burada *B* ve *C*, fayda ve maliyet kriterleri olmak üzere:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j}, \frac{b_{ij}}{c_j}, \frac{c_{ij}}{c_j}\right), j \in B, c_j = \max c_{ij}\,, j \in B \tag{3.25}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right), j \in C, a_j = \min a_{ij}\,, j \in C \tag{3.26}$$

şeklinde hesaplanır. Burada, $r_{ij}, (\forall i, j)$ normalize edilmiş üçgen bulanık sayılardır.

5. Adım: Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş matrisin hesaplanması: Normalize bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonra, her bir karar kriterinin farklı önem ağırlığına sahip olabileceği dikkate alınarak ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi şu şekilde oluşturulur: Her bir karar kriterinin farklı ağırlıkları göz önünde bulundurularak ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi denklem (3.27) ve denklem (3.28)'deki gibi hesaplanır.

$$\tilde{V} = \left[\tilde{v}_{ij}\right]_{mxn} \; i = 1,2,\ldots\ldots,m \quad j = 1,2,\ldots\ldots,n \tag{3.27}$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(.)\tilde{w}_j \tag{3.28}$$

6. Adım: Bulanık pozitif ideal çözüm (BPİÇ, A*) ve bulanık negatif ideal çözüm (BNİÇ, A^-) hesaplanması: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra Bulanık pozitif ideal çözüm (BPİÇ, A*) ve bulanık negatif ideal çözüm (BNİÇ, A^-) hesaplanması işlemi denklem (3.29) ve (3.30)'daki gibi tanımlanır:

$$A^* = (\tilde{v}_1{}^*, \tilde{v}_2{}^*, \ldots\ldots, \tilde{v}_n{}^*) \tag{3.29}$$

$$A^- = (\tilde{v}_1{}^-, \tilde{v}_2{}^-, \ldots\ldots, \tilde{v}_n{}^-) \tag{3.30}$$

Burada, $\tilde{v}_j{}^* = (1,1,1)\; ve\; \tilde{v}_j{}^- = (0,0,0) \quad j = (1,2,\ldots\ldots n)$'dir. Yani karar kriteri sayısı kadar (1,1,1) ve (0,0,0) vardır kabul edilmektedir.

7. Adım: Daha sonra, her alternatifin pozitif ideal çözüm (A*) ve negatif ideal çözüme (A^-) olan uzaklıkları hesaplanır:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^{n} d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j{}^*), i = 1,2,\ldots\ldots m \tag{3.31}$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j{}^-), i = 1,2,\ldots\ldots m \tag{3.32}$$

Burada d_v iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı gösterir. İki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık vertex yöntemi yardımıyla hesaplanabilir (Chen, 2000).

Burada $d_v(\breve{a}, \breve{b})$ $\breve{a}$ ve $\breve{b}$ olarak verilen iki bulanık sayı arasındaki uzaklıktır ve bu uzaklığın ölçümü için kullanılacak eşitlik denklem (3.33)'te verilmiştir.

$$d_v(\breve{a}, \breve{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - b_1]^2 + [(a_2 - b_2]^2 + [(a_3 - b_3]^2} \qquad (3.33)$$

8. Adım: Pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme göre uzaklıklar belirlendikten sonra, alternatiflerin sıralamasını belirleyebilmek için her alternatife ilişkin yakınlık katsayıları (CC_i) hesaplanır. Yakınlık katsayısı, bulanık pozitif ideal çözüme A^* ve bulanık negatif ideal çözüme A^- uzaklığı aynı anda dikkate alır. Her alternatifin yakınlık katsayısı denklem (3.34)'teki gibi hesaplanır:

$$(CC_i) = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}\ ,\ i = 1,2, \ldots . m \qquad (3.34)$$

$A_i = A^*$ ise $CC_i = 1$ olacağı ve $A_i = A^-$ ise $CC_i = 1$ olacağı açıktır. Diğer bir ifade ile i CC_i değeri 1'e yaklaştıkça, alternatif A_i pozitif ideal çözüme daha yakın ve negatif ideal çözümden daha uzak olacaktır. CC_i'nin dereceli sıralamasına göre, tüm alternatiflerin sıralaması belirlenebilir ve olası alternatifler arasından en iyi olanı seçilebilmektedir. Yakınsaklık katsayıları 0 ile 1 arasında bir değer alır ve yakınlık katsayısı ile alternatiflerin sıralaması yapılmaktadır. Yakınlık katsayısının büyük olması alternatifin karar vericiler tarafından tercih edilmesinin bir göstergesi olarak tanımlanabilir (Chen, 2000; Wang ve Chang, 2007; Awasthi ve Chauhan, 2012; Ateş vd., 2006).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Havzaların Tanıtımı

Genel bir tanımlama ile 'bölge, mıntıka' anlamında kullanılan havza morfolojik, hidrolojik, jeolojik, sosyolojik ve ekonomik özelliklere göre farklı sınırları tanımlayan bir kavramdır (Tüzün, 2010). Burada önemle vurgulanması gereken nokta, oluşturulan risk sınıflamasının genel bir yaklaşımdan ziyade havza bazında olması, her havzanın bir bütün olarak değerlendirilmesidir. Bu çalışmanın amacı kapsamında; Türkiye'de üretimin ve iş kazalarının yoğunlaştığı, daha çok yeraltı üretim yöntemiyle kömür üretimi yapan işletmelerin bulunduğu havzalar dikkate alınmıştır. Hiyerarşide havzalar (alternatifler); Soma havzası (SH), Zonguldak havzası (ZH), Kütahya havzası (KH), Beypazarı havzası (BH), Ermenek havzası (EH) ve Trakya havzası (TH) olarak belirlenmiştir.

Çalışmada Türkiye genelinde belirlenen 6 ayrı havzada, ruhsatlı olarak üretim yapan, uygulama çalışması için izin alınabilen 39 yeraltı kömür ocağı tek tek ziyaret edilmiş, buradaki toplam 191 karar vericinin (üst düzey yöneticiler, maden mühendisleri, üretim mühendisleri, daimî nezaretçiler ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanları) anket yoluyla görüşlerine başvurulmuştur. Ek-A'da çalışmada kullanılan anket uygulamasının bir örneği sunulmuştur.

Anket verileri kullanılarak Expert Choice yazılımda kurulan hiyerarşi ile ÇKKV yöntemlerinden AHP tekniği kullanılarak, Microsoft Excel programında ise oluşturulan hiyerarşi ile ÇKKV yöntemlerinden Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS teknikleriyle modeller oluşturulmuştur. İş sağlığı ve güvenliği açısından etkisinin bulunduğu tahmin edilen 5 ana kriter ve 26 alt kriterden oluşan hiyerarşik yapıya sahip modeller yardımıyla, sahalar çok riskliden az riskliye doğru sınıflandırılmıştır. Her bir ana kriter ve alt kriterin mevcut risklerin ortaya çıkmasındaki önem dereceleri (risk puanları) hesaplanmıştır. Ayrıca her bir havzaya yönelik en riskli unsurlar belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının hemen hemen tamamı konum olarak il merkezine uzak hatta çoğunun il merkezine kilometrelerce uzaklıktaki

ilçelerde ve/veya köylerde olması, bazı ocaklara izin alınma aşamasında çıkan sorunlardan ötürü tekrar tekrar gidilmek zorunda kalınması, Zonguldak havzası gibi engebeli yollarda ocaklara ulaşım sıkıntısı, havzaların ders dönemi dışında (üniversitede görevlendirme aşamasında) sadece yaz aylarında veya ara dönemlerde ziyaret edilebilmesi gibi birçok sorunla karşılaşılmış, ve toplamda bu doktora tez çalışması için yaklaşık 20.000 km kadar yol kat edilmiştir.

Ocaklardan veri toplama aşaması tamamlandıktan sonra analiz aşamasına geçilebilmiştir. Çizelge 4.1'de doktora tez çalışması kapsamında ziyaret edilen havzalari kodları ve Aksaray iline olan uzaklıkları sunulmuştur.

Havzalar için yapılan kodlamada; Soma havzası SH koduyla, Zonguldak havzası ZH koduyla; Kütahya havzası KH koduyla, Ermenek havzası EH koduyla, Trakya havzası TH koduyla ve Beypazarı havzası ise BH koduyla belirtilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Proje kapsamında ziyaret edilen havzalar ve Aksaray'a uzaklıkları.

Havza	Kod	Aksaray'a Uzaklığı (Km)
Trakya Havzası	TH	950
Soma Havzası	SH	700
Zonguldak Havzası	ZH	510
Kütahya Havzası	KH	455
Beypazarı Havzası	BH	350
Ermenek Havzası	EH	350

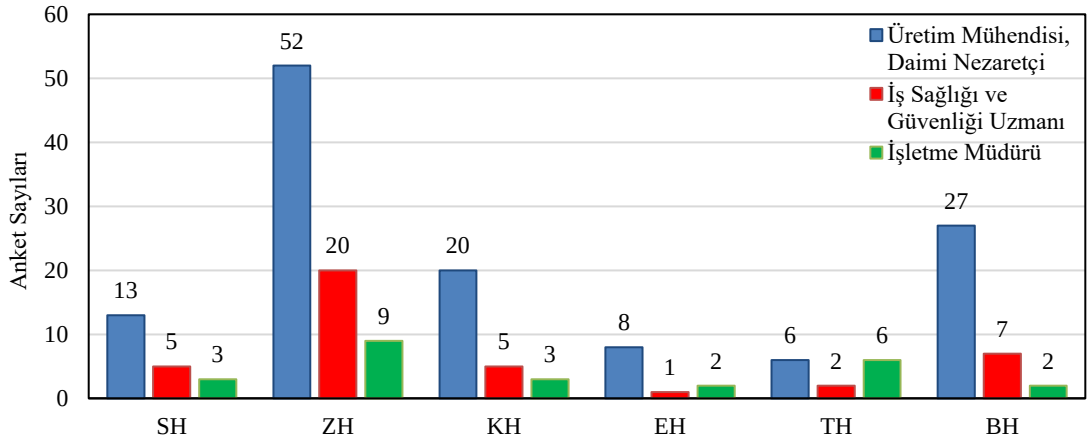
Her havza ziyareti kapsamında gidilen ocakların desandre ve/veya kuyu koordinatları GPS okumaları, Garmin marka GPS ile kayıt altına alınmıştır (Şekil 4.1). Yapılan bu GPS okumaları neticesinde elde edilen koordinat bilgileri Google Earth Pro programına aktarılmış, ArcGIS programında çizilen haritalarda ziyaret edilen havzalardaki ocakların konumları, her ocak için ayrı ayrı kodlama yapılarak gösterilmiştir. EK-B'de havza ziyaretlerinde yeraltı kömür ocaklarında çalışan karar vericilere yapılan anket uygulaması için gerekli olan Aksaray Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu uygunluk kararı sunulmuştur. Çalışmada firma isimleri ve anketi dolduran kişilerin isimlerinin kesinlikle paylaşılmayacağı taahhüttü ile ilgili

resmi izin yazısı, her ziyaret esnasında anket uygulaması öncesi firma sorumlusuna gösterilmiştir. Söz konusu resmi izin yazısı ise EK-C'de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Ocakların koordinatlarının belirlenmesinde kullanılan Garmin marka GPS cihazı.

Havzalarda yer alan yeraltı kömür ocakları için yapılan kodlama işlemi ise SH2 (örneğin Soma havzasında yer alan 2 numaralı ocağı belirtiyor), ZH9 (örneğin Zonguldak havzasında yer alan 9 numaralı ocağı belirtiyor), KH3 (örneğin Kütahya havzasında yer alan 3 numaralı ocağı belirtiyor) gibi kodlarla isimlendirilmiştir. Şekil 4.2'de tüm havzalarda teknik personele uygulanan toplam 191 anketin, ocaklarda çalışanların görevlerine göre dağılımları sunulmuştur ve Şekil 4.3'te çalışma kapsamında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının bulunduğu havzaları belirten ArcGIS programında çizilen harita sunulmuştur.



Şekil 4.2. Havzalarda teknik personele uygulanan anket sayılarının ocaklarda çalışanların görevlerine göre dağılımları.



Şekil 4.3. Doktora tez çalışması kapsamında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının bulunduğu havzalar.

4.1.1. Soma havzası

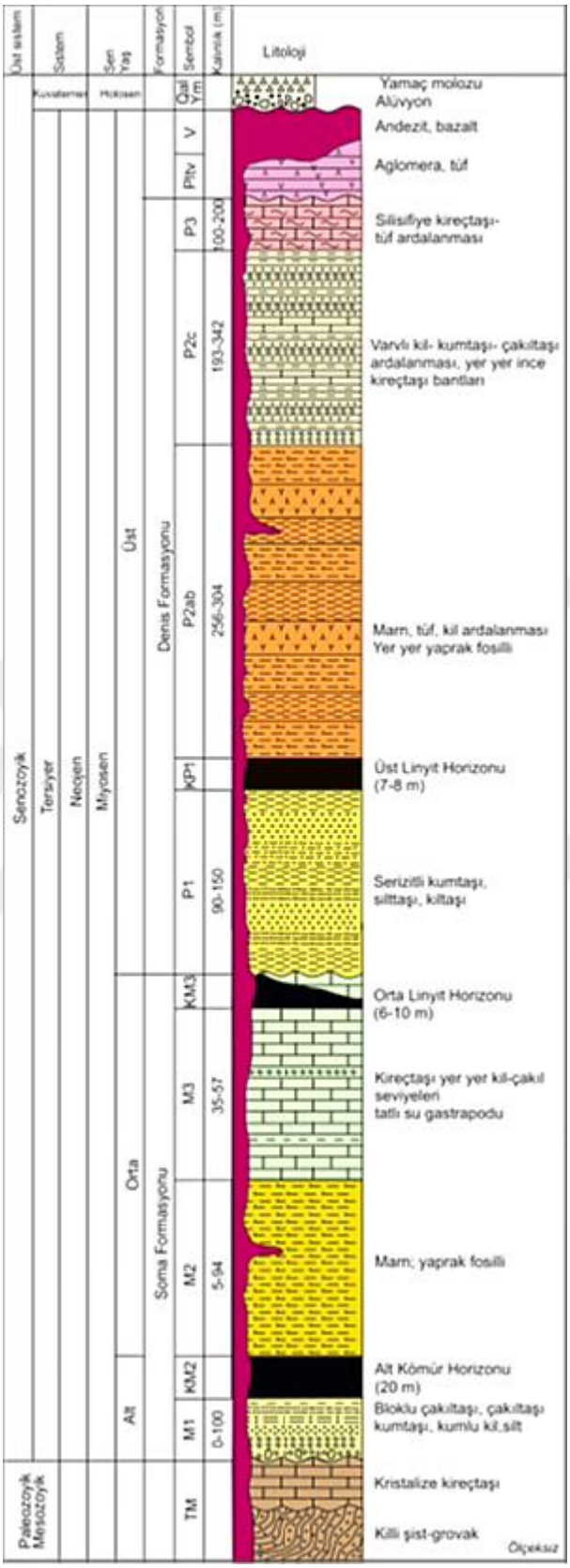
4.1.1.1. Soma havzasının jeolojisi

Soma havzasında Paleozoyik-Güncel zaman aralığında oluşmuş olan kaya toplulukları ve alüvyal sedimanlar mostra vermektedir. Havzayı Paleozoyik yaşlı grovaklar ile Mesozoyik kristalize kireçtaşları oluştururken, bu birimleri ekonomik linyit düzeylerini içeren Neojen sedimanlar uyumsuz olarak örtmektedir. Kırkağaç, Soma ve Bakırçay grabenlerine ait Pliyo-Kuvaterner kaya toplulukları ve modern grabenleri dolduran alüvyonlar bölgedeki en genç jeolojik oluşumlardır (İnci vd., 2001; İnci vd., 2003).

Soma havzası içinde yer almakta olan birimler değişik araştırmacılar tarafından da ayrıntılı olarak ayrıca incelenmiştir (Chaput, 1936; Kleisorge, 1939, 1941; Arni, 1942; Göktunalı, 1959; Brinkman vd., 1970; Nebert, 1978; İnci, 1998a, 1998b, 2002; İnci vd., 2001, 2003; Arpalıyiğit, 2004; Dirik vd., 2010, Hökerek, 2015).

Soma Eynez kömür havzasını oluşturan kaya toplulukları stratigrafik olarak alttan üste doğru (i) Neojen öncesi kayaçlar, (ii) Neojen çökelleri ve (iii) Neojen sonrası çökeller şeklinde açıklanmıştır. Soma havzasına ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit Şekil 4.4'te sunulmuştur.

Neojen Öncesi Birimler: Soma Eynez kömür havzasının en yaşlı olan birimlerini, aynı zamanda havzanın da temelini Paleozoyik yaşlı grimsi mavi-kahverengimsi gri grovak, meta-kumtaşı, arkoz, şist ve konglomeralar oluşturmaktadır. Soma batısında küçük bir alanda (Gelenbe) Eosen kırıntılı ve karbonat kayaları da mostra vermektedir. Paleozoyik kayaları arasında yer yer koyu renkli merceksel ve bantlı kireçtaşları bulunmaktadır. Brinkmann vd., (1970) grovak kompleksi kayaları «grovak-şist serisi» adı altında flişe benzeyen klastik kayalarla düşük metamorfik kayaların nöbetleşmesi olarak tanımlar. Kleinsorge (1941) Soma kömür havzası dolaylarındaki grovak kompleksini Karbonifer ve Permo-Karbonifere dahil etmiştir. Brinkmann vd., (1970) bu yaşlandırmayı doğrularken, grovak-şist serisinin sedimantasyonunun Karbonifer'de başlayıp, Permiyen ortasına kadar devam ettiğinden bahsetmişlerdir.



Şekil 4.4. Soma havzasına ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Tan vd., 2010; Hökerek, 2015).

Mesozoyik birimler 400 metre kalınlığa kadar ulaşabilen, açık griden koyu griye kadar değişen yer yer kırmızımsı renkli, kalın katmanlı veya masif kireçtaşı-dolomitik kireçtaşları ile temsil edilmektedirler.

Neojen Kaya Birimleri: Soma Eynez kömür havzasında birçok araştırma yapmış olan Nebert (1978), linyit içeren Neojen çökellerini alt ve üst seri olacak şekilde ikiye ayırmıştır. Alt seri Miyosen yaşlı olup «M» sembolü ile gösterilirken, üst seri de Pliyosen yaşlıdır ve «P» sembolünü taşımaktadır. Bu iki serinin her biri ayrı ayrı olmak üzere kapalı bir sedimantasyon devresinin ürünleridir. Soma bölgesindeki Neojen yaşlı birimler «Soma Formasyonu», «Deniş Formasyonu» ve «Örtü Volkanitleri» olmak üzere üç birimden oluşmaktadır:

Soma Formasyonu: Alt-Orta Miyosen Soma Formasyonu genellikle sarı, beyaz, boz, gri renkte, ince-orta-kalın tabakalanmalı çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, linyit, yaprak fosilli marn, kireçtaşı ve az miktarda tüfit ardalanmasından oluşmaktadır. Soma Formasyonu yaklaşık 4 Km genişliğinde, yaklaşık 25-30 Km uzunluğunda yaklaşık kuzeybatı-gümeybatı gidişli bir yapısal veya morfolojik çöküntü alanında birikmiştir. Formasyon içerisindeki linyit oluşumları iki farklı seviyede gelişmiş olup bı sıralama: (1) yaklaşık 25-30 metre kalınlığındaki Alt Linyit Seviyesi ve (2) kalınlığı 0,50-2,50 metre arasında değişen kireçtaşı-marn kayaları ile ardalanan Orta Linyit Seviyesi şeklindedir.

Alt Linyit Seviyesi günümüzde açık ve kapalı ocak sistemiyle işletilen ekonomik linyit yatağıdır. Nebert (1978) Soma Formasyonu kaya düzeylerini tabandan tavana: (i) çakıltaşı-kumtaşı-kiltaşı (M1), (ii) Alt Linyit Seviyesi (KM2), (iii) marn (M2), (iv) orta linyit seviyesi (KM3), ve (v) kireçtaşı (M3) olacak şekilde tanımlamıştır. Soma Formasyonu Alt Linyit Seviyesi olan (KM2), geçici gölsel yelpaze deltası bataklık ortamında birikmiş olup, kömür oluşturan bu bataklık ortamı hızlı bir şekilde gölsel karbonat ve marn kayaları ile kaplanmıştır. Günümüzde işletilmeyen Orta Linyit Seviyesi (KM3) ise, örgülü akarsu sistemindeki sığ karbonat gölü ve göl kenarı karbonat düzlüğü bataklık ortamlarında toplanmıştır (İnci, 1998b, 2002). Çökelme ortamlarının özelliklerine bağlı olarak, Alt Linyit Seviyesi kalın ve/veya masif, çoğunlukla parlak ve yüksek kalorili (ortalama 4000-500 kcal) linyitden oluşmuş olup, Orta Linyit Seviyesi (KM3) ise ince veya kalın katmanlı, karbonat kayalarla ardalanmalı, orta veya düşük kalorili linyit içermektedir (Alan vd., 2014).

Deniş Formasyonu: Soma Neojen bölgesinin kuzey kesiminde yer alan Deniş Köyü, Deniş Formasyonuna adını vermektedir. Nebert "Üst Seri" olarak da adlandırdığı Deniş Formasyonu'nu (P) litolojik özelliklerini baz alarak beş formasyon serisine ayırmıştır. Formasyonu, makrofosil, ostrakod ve polen tayinlerinin sonuçlarına göre Alt Pliyosen olarak yaşlandırılmıştır. Deniş Formasyonunu, Dumanlıdağ Grubu volkanitleri uyumsuz olarak üzerlemekte olduğu görülmüştür. Volkanitlerden yapılan radyometrik yaş tayinlerinde Ejima (1987) 14,1±0,7 milyon yıl ve 14,6±1,6 milyon yıl; Ercan vd., (1997) 17±0,3 milyonyıl sonuçlarına ulaşmışlardır. Bu yaş verilerine dayanılarak formasyonun yaşı Üst Miyosen olarak kabul edilmiştir. Soma Formasyonu ile Deniş Formasyonu arasında aşınma sonucu oluşmuş bir uyumsuzluk vardır. Deniş Formasyonu, tabanda Kumtaşı-Silttaşı-Alacalı Kil (P1) birimi ile başlar, tavana doğru sırasıyla Üst Kömür Horizonu (KP1), Marn-Kiltaşı-Tüf (P2ab), Konglomera-Kumtaşı-Kiltaşı (P2c) ve Silisifiye Kireçtaşı-Tüf (P3) birimleriyle son bulur. Ayrıca formasyon, alüvyal yelpaze, malzemeleri volkano klastik olan, silisli kırıntıların çökeldiği bataklık ve göl ortamlarını içeren akarsu sisteminde çökelmiştir (İnci, 2002).

Kumtaşı-Silttaşı-Alacalı Kil (P1) birimi, Nebert (1978) tarafından kum-kil serisi (P1) olarak isimlendirilmiş, tabanda kumların egemen olduğunu veya ince çakıl seviyelerinin yer aldığını, üstlere doğru ise mavi-gri renkte mikaca zengin bir kumlu kil seviyesini bulunduğunu belirlemiştir. Tan vd., (2010) ise gevşek çimentolu kumtaşı ve silttaşları ile başlayan birimin, üste doğru alacalı killer ve gri-yeşil renkli serizitli kumtaşı-kiltaşı şeklinde devam etmekte olduğunu dile getirmişlerdir. Birimin kalınlığı ortalama 150 metredir (Nebert, 1978). Bu birimin üstünde, Üst Kömür Damarı (KP1) bulunmaktadır. Soma Formasyonu ile Deniş Formasyonu arasında aşınmadan kaynaklanan bir uyumsuzluk olduğu için, P1 birimi bazen M3 birimi üzerine, bazen ise KM3 kömürü üzerine uyumsuz olarak geldiği görülmüştür (Nebert 1978). Stratigrafik konumuna göre birimin yaşı Geç Miyosen'dir (İnci 2002). Hökerek (2015) bu birimin yaşını Üst Miyosen olarak kabul etmiştir. İnci (2002) birimi alüvyal göl çökellerinin hâkim olduğu flüvyal kanal ve taşkın ovası çökelleri olarak isimlendirmiştir.

Üst Linyit Horizonu (KP1) birimi, Nebert (1978)'e göre Üst Linyit Serisi (k3) olarak isimlendirilmiştir. P1 birimlerinin en üstünde Marn-Kiltaşı-Tüf (P2ab) geçişinde yer

alır. Üst kömür horizonu kömürlü kısmın artmasına bağlı olarak, P1 biriminden gelişmiştir. Kömür kalitesi Eynez sektöründe Orta Linyit Horizonundan (KM3) daha iyi durumdadır. Linyit damarları linyit laminalı-linyit izli veya steril kil ara tabakaları ile ardalanmalar göstermektedir (Tan vd. 2010). Saha genelinde yanal devamlılık göstermemektedirler. İnci (2002) yaptığı çalışmada Üst kömür horizonun çökelme ortamını, hızlı bir şekilde gömülmüş ve volkanoklastik yelpaze çökellerince aşındırılmış örgülü nehir sistemi ve karbonatça hâkim geniş alanlar kaplamakta olan sığ göl çökelleri ile sonuçlandırılmış flüviyal kanal, taşkın ovası ve allokton turba bataklığı olacak şekilde isimlendirmiştir.

Marn-Kiltaşı-Tüf (P2ab) birimi, P1 üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Marnlar ile başlamakta ve üste doğru kiltaşı-marn ardalanması olcak şeklinde devam etmektedir. Orta-kalın tabakalı olan marnlar yer yer yaprak fosili içerebilmektedirler. Gri-bej renkli olup, sertlikleri ise ortadır (Tan vd. 2010). Birimin alt kesimlerinde açık renkli marnlar bulunmakta olup, bunların orta kesimlerde açık renkli marn ile tüf-tüfitler ile ardalanmalı oluşmaktadırlar. Üst kesimlerinde ise andezitik karaktere sahip piroklastik özellik gösteren cam tüf-tüfitler yer almaktadır (Nebert 1978). Killerin rengi gri-koyu gridir. Tüfler ince bantlar halinde marn ve kiltaşı tabakaları arasında gözlenebilmektedir. Renkleri ise, beyazdan koyu griye kadar değişim gösterebilmektedir. Birimin kalınlığı yaklaşık olarak 300 metredir (Nebert, 1978). Nebert (1959, 1978) P2 birimini sırasıyla olacak şekilde a: marn, b: ekseriyetle tüf ve c: çakıllı seviye olarak üç'e ayırmış; daha sonra ise Tüf-marn Serisi (P2) olarak isimlendirmiştir. Tan vd., (2010) ise P2 biriminin marn ve tüflü seviyelerini P2ab, çakıllı seviyelerini P2c olarak ayrı bir şekilde adlandırmışlardır. Birim keskin sınırlı olarak Üst Kömür Damarı (KP1) üzerinde bulunmaktadır (Nebert, 1978). İnci (2002) yaptığı çalışmada birimin çökelme ortamını, kömür alanının daha kuzeyinde gerçekleşmiş olan patlamalı volkanizma ile beraber benzer yaşlı olarak gelişmiş volkanoklastik yelpaze çökelleri olarak isimlendirmiştir.

Konglomera-Kumtaşı-Kiltaşı (P2c) birimi, Nebert (1978) tarafından adlandırılan P2 biriminin çakıllı üst kısımlarını temsil etmekte olup, P2ab üzerine de uyumlu gelmektedir. Varv görünümlü kumtaşı, kil ve çakıltaşı ardışığı şeklindedir. Konglomeralar iri-orta taneli, kötü boylanmalı, tabakalanmalı yer yer düzensiz, gevşek

tutturulmuş ve renkleri bej-kahverengi-gridir. Killer renkleri ise gri-yeşil, gri-bejdir. Bazı durumlarda bej, kirli beyaz renkli ince kireçtaşı bantları da görülebilmektedir. Konglomeralar kötü boylanmalı olup, oldukça gevşek tutturulmuş ve içerdiği çakıllar da yuvarlaklaşmıştır (Tan vd., 2010). Konglomera-Kumtaşı-Kiltaşı birimi altında bulunan Marn-Kiltaşı-Tüf birimi üzerine uyumlu gelmektedir. Silisifiye Kireçtaşı-Tüf birimi de Konglomera-Kumtaşı-Kiltaşı biriminin üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Tan vd., 2010). İnci (2002) yaptığı çalışmada birimin çökelme ortamını, kömür alanının daha kuzeyinde gerçekleşen patlamalı volkanizma ile eş yaşlı olarak gelişen volkanoklastik yelpaze ve alüvyal düzlük olduğunu belirtmiştir.

Silisifiye Kireçtaşı-Tüf (P3) birimi, Nebert (1978) tarafından ince çakıllı (silisli) kalker Serisi (P3) olacak şekilde isimlendirilmiştir. P2c birimleri üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Beyazımsı bej renkli silisifiye kireçtaşı, beyaz-kirli beyaz renkli tüf ardışığı şeklinde devam etmektedir. Kireçtaşları sert, ince-orta ve belirgin bir şekilde tabakalanmalıdır (Tan vd., 2010). Tüflerin yapıları gevşektir. P2ab birimi ile birlikte bu birim içerisinde yer alan çakıllar volkanik faaliyetlerle ilişkilendirilmektedir (Nebert, 1978). Kalınlığı yaklaşık 200-300 metre olarak verilmektedir (Nebert, 1978). Üzerine uyumsuz olacak şekilde volkanik birimler (P3) gelmiştir. Birim içerisindeki fosillere göre yaşının Pliyosen olabileceği vurgulanmıştır (Nebert, 1978). P3 birimi gölsel ortamda çökelmiş karbonat göl çökelleri olarak isimlendirilmiştir (İnci, 2002).

Örtü Volkanitler: Üst Miyosen yaşlı örtü volkanitler, Silisifiye kireçtaşı-tüf birimlerinin üzerine uyumsuz olarak gelmiştir. Sahada örtü volkanitler, aglomera-tüf-andezit-bazaltlardan oluşmaktadır. Andezit ve bazaltlar silisifiye kireçtaşı tüflerin arasında çoğunlukla dayklar olacak şekilde gözlenmektedir (Tan vd., 2010). Yamaç Molozu (Ym) ve Alüvyon (Qal)' dan oluşan Kuvaterner istifi de Örtü Volkanitleri' nin üzerine uyumsuz gelmektedir.

Aglomera-Tüf (Pltv) birimi, Nebert (1978) tarafından Aglomera-Tüf birimi, Deniş Formasyonu içerisinde ayrı bir litostratigrafik birim olarak belirtilmiş ve Tüf-aglomera Serisi (P4) olarak isimlendirilmiştir. Bölgede geniş yayılımlar göstermekte olduğu belirlenmiştir. Birim için Aglomera Tüf (Pltv) ismi kullanılmıştır (Tan vd., 2010). Nebert (1978) birimin tüfler ve aglomeralardan oluştuğunu, aglomera çakıllarının büyük boyutlara ulaştığını ve bunların sahanın güneyinde beliren andezit kütleleri

kökenli olduğunu belirtmiştir. Bu andezit kütleleri daha çok riyodasitik, dasitik, trakiandezitik ve andezitiktirler. Renkleri gri, sarı-beyaz olup, bazı durumlarda da kaolinize olmuşlardır. Üste doğru çakıl oranı artarak aglomeralara geçer (Tan vd., 2010). Andezit-Bazalt (V): Birim andezitik aglomera, andezit, bazalt ve tüflerden oluşmakta olup, genellikle sıkı çimentolu aglomera olarak gözlendiği belirlenmiştir. Oldukça iri ve köşeli olan materyaller andezit ve bazalttan oluştuğu gözlemlenmiştir (Hökerek, 2015).

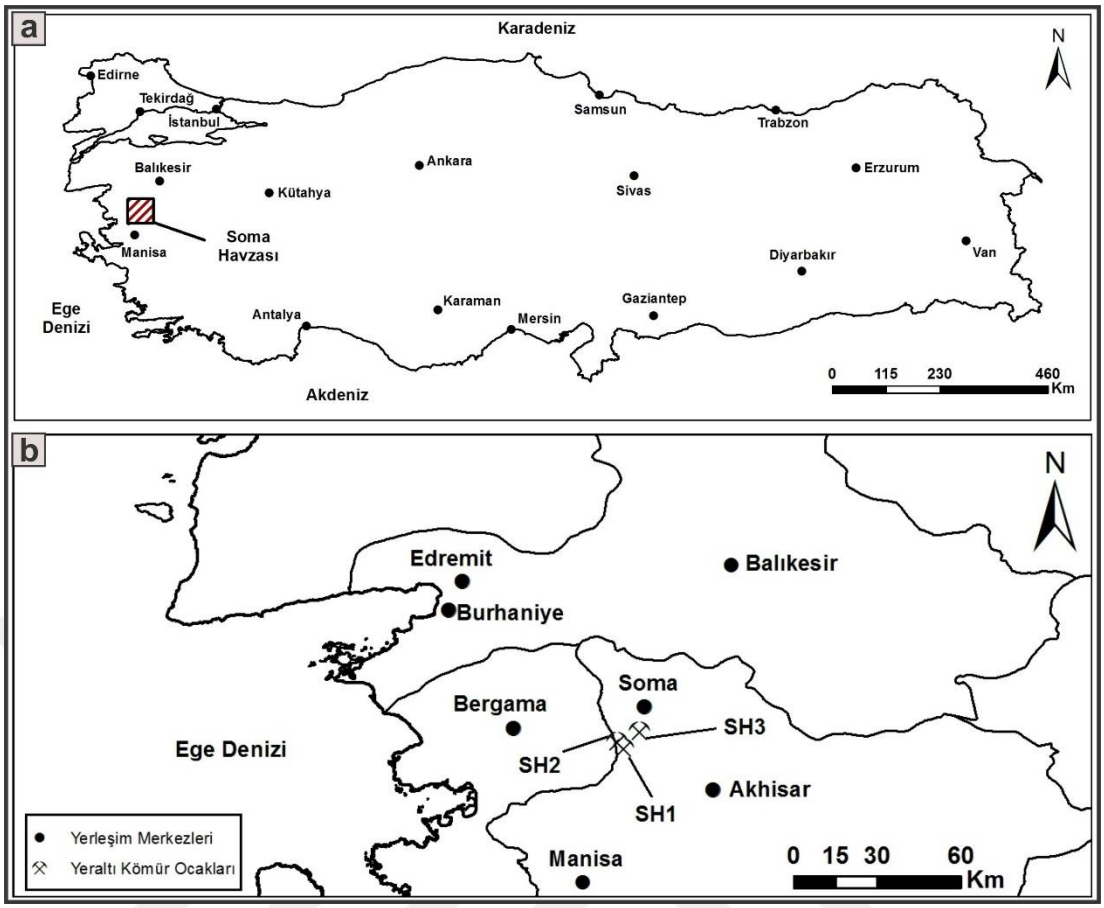
Neojen sonrası çökeller: Yamaç Molozu (Ym): Nebert (1978) gerçekleştirdiği çalışmada, Holosen oluşuklarının genç alüvyonlar ve yamaç molozu şeklinde ortaya çıktıklarını belirtmektedir. Tan vd., (2010) oldukça dik morfoloji oluşturan örtü volkanitlerinin eteklerinde döküntü ve yer yer ince örtü halinde, çok az bir bölgeyi kaplayan yamaç molozunun varlığından bahsetmişlerdir.

Alüvyon (Qal): Akarsu yataklarının su basma sınırları içinde kalan blok, çakıl, kum, kil ve siltten oluşmuş çökeller alüvyon olarak ayrılmıştır.

4.1.1.2. Soma havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri

Soma havzasında aktif üretim ruhsatı olan toplam 3 yeraltı kömür ocağı ziyaret edilmiş olup bu ocakların tümü özel ocaklardır. Şekil 4.5'te ArcGIS programında çizilen Soma havzası yer bulduru haritası ve Soma havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları verilmiştir.

Burada çalışmakta olan toplam 21 teknik personele anket uygulaması yapılmıştır (Çizelge 4.2). Ziyaret edilen ocakların tamamı Eynez köyünde bulunmaktadır. Ayrıca Elmadere köyünde de bir özel işletme ziyaret edilmiş fakat henüz üretim başlamadığından ve gerekli izin alınamadığından anket uygulamasına dahil edilmemiştir.



Şekil 4.5. a) Soma havzası yer bulduru haritası, b) Soma havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları.

Çizelge 4.2. Soma havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları.

İşletme Kodu	İşletme Türü	Anket Sayısı
SH1	Özel	10
SH2	Özel	9
SH3	Özel	2
		Toplam: 21

Şekil 4.6'da SH1 kodlu, 4.7'de SH2 kodlu ve 4.8'de ise SH3 kodlu ocakların ziyareti ile ilgili resimler sunulmuştur.



Şekil 4.6. SH1 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.7. SH2 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.8. SH3 kodlu ocak ziyareti.

4.1.2. Trakya havzası

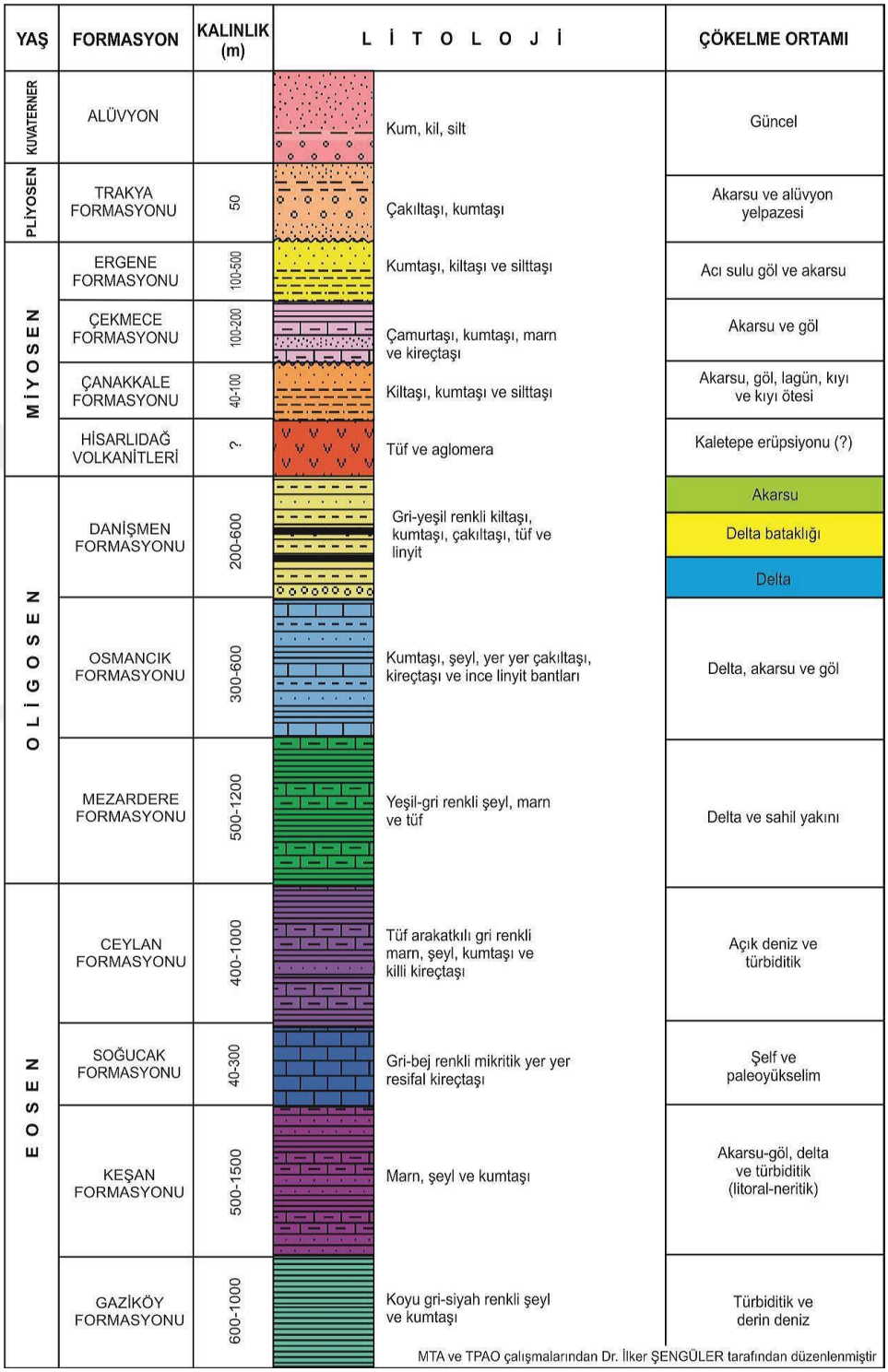
4.1.2.1. Trakya havzasının jeolojisi

Trakya havzası kömür ve hidrokarbon içeriği nedeniyle ekonomik bakımdan, ülkemizin en önemli enerji havzalarından birisi olarak ön plana çıkmaktadır. Bölgede ayrıca çeşitli madenlerin de yer alması, havzada birçok farklı jeolojik çalışmaların yapılmasına sebep olmuştur. Söz konusu havzada Paleozoyik-Üst Kretase zaman aralığındaki kayaçları temel alınmıştır. Trakya Bölgesinde gnaysların oluşturduğu Istranca masifi, doğu-batı uzanımlı olarak mostra verir ve temeli oluşturur. Üzerinde yer alan Mesozoyik birimleri; Triyas, Jura ve Kretase yaşlı kayaç topluluktan ile belirtilmektedir. Triyas' a ait şistler düşey ve yanal olarak mermerler ile geçişlidir. Metamorfik kireçtaşlarından oluşan Jura yaşlı birimler üzerinde ise konglomera, kireçtaşı, kalkerli kumtaşı, tüf ve kumtaşından oluşan Kretase yaşlı birimler bulunmaktadır (Şengüler vd., 2000). Eosen'den başlayarak hızla çöken ve hızla depolanan bir Tersiyer havzasının stratigrafisinden aşağıda bahsedilmiştir (Şekil 4.9).

Temel kayaçlarının en üstünde bulunan Çetmi Ofiyolitik Melanji üstüne Eosen çökellerinin tabanını oluşturan ince kumtaşı, silttaşı ve silisifiye tüf bulunduran koyu gri renkli şeyllerden oluşan Gaziköy Formasyonu yer alır. Daha üst kısımda ise sırasıyla; çoğunlukla kumtaşından oluşan Keşan formasyonu, gri-bej renkli mikritik kireçtaşı ve resifal kireçtaşından oluşan Soğucak Formasyonu, tüf ara katkılı gri renkli şeyl, kumtaşı ve killi kireçtaşından oluşan Ceylan Formasyonu bulunmaktadır (Şengüler vd., 2000).

Oligosen çökelleri tabanda şeyl rengi yeşil gri olup, marn ve tüflerden oluşan Mezardere Formasyonu ile başlamaktadır. Üzerinde kumtaşı, şeyl, yer yer çakıltaşı, kireçtaşı ve ince linyit bantları bulunduran Osmancık Formasyonu ile gri yeşil renkli kiltaşı, kumtaşı, çakıltaşı, tüf ve linyit içeren Danişmen Formasyonu bulunmaktadır. Herne kadar Danişmen Formasyonu, bölgede yapılan ilk çalışmalarda linyitli kumtaşları olarak isimlendirilse de formasyonun ismini ilk kez Boer (1954) ve Beer ve Wright (1960) telaffuz etmişlerdir. Fakat söz konusu isimlendirmelerde, Osmancık Formasyonu da bu birimin içine dahil edildiği görülmüştür. Ünal (1967), yaptığı çalışmada Osmancık Formasyonunu bunlardan ayrı tutarak, formasyon aşamasında

Danişmen şeylinin tanımını yapmıştır. Kasar vd., (1983), bu litolojinin homojen olmaması nedeniyle ismini, Danişmen Formasyonu olarak değiştirmişlerdir (Siyako, 2005).



Şekil 4.9. Ergene (Trakya) havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Şengüler, 2013).

Miyosen yaşlı kayaçların tabanında tüf ve aglomeralardan oluşan Hisarlıdağ Volkanitleri yer almaktadır. Bunların üzerlerinde sırasıyla, kiltaşı, kumtaşı ve silttaşı litolojisine sahip Çanakkale Formasyonu ve çamurtaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşı litolojisine sahip Çekmece Formasyonu ile kumtaşı, kiltaşı ve silttaşı litolojisine sahip Ergene Formasyonu bulunmaktadır. Trakya havzasında Pliyosen çökelleri tutturulmamış çakıl, kaba taneli çakıltaşı ile kumtaşı ve yer yer kiltaşından oluşan Trakya Formasyonu ile adlandırılır. Kuvaterner çökelleri ise gevşek tutturulmuş karbonatlı kumtaşları ve çakıltaşları ile tüm birimlerin üzerinde bulunmaktadır.

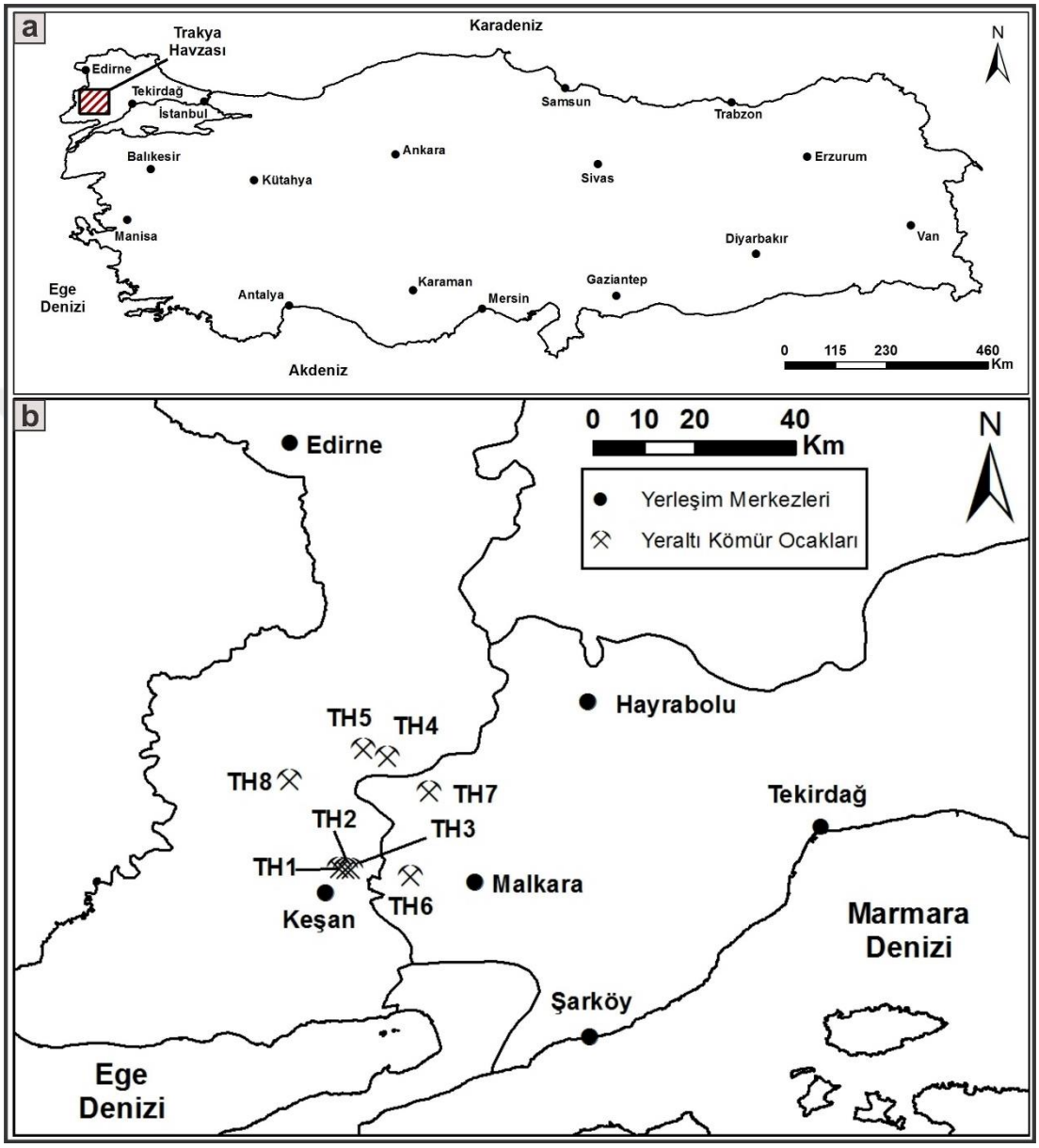
Yapılan çalışmalarda Trakya Tersiyer havzasında kömür oluşumlarının Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonu içerisinde bulunduğundan ancak son çalışmalarda Danişmen Formasyonunun yaşı Alt Miyosen'e kadar çıkarılmaktadır. Danişmen Formasyonu, daha önce yazılmış olan kömür raporlarında vurgulanan yaş ile bir karmaşa yaratmaması için "Trakya Havzası Kömür Aramaları Projesi" çalışmalarında Oligosen yaşlı olarak kabul edilmiştir (Şengüler, 2008).

Şengüler (2013) yaptığı çalışmada Trakya havzasının güneyindeki kömür oluşumlarının Keşan, Malkara, Uzunköprü ve Meriç sahaları ile anıldığından söz etmiştir. Havzanın kuzeyinde ve güneyinde yüzeyleyen linyitler, havzanın ortasına doğru tedrici olarak derinleşmekte ve havzanın orta kesimlerinde 10.000 metreye ulaşan çökel istif içerisinde, 600 metreyi aşan derinliklerde yer aldığını dile getirmiştir. Havzada regresyon ile Oligosen'de tamamen deltayik ve gölsel ortamların oluştuğunu bu ortamda çökelen birimler içerisinde Trakya havzasının kömürleri de yer aldığından söz etmiştir.

4.1.2.2. Trakya havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri

Trakya havzasında aktif üretim ruhsatı olan toplam 8 yeraltı kömür ocağı ziyaret edilmiş olup ve bu ocakların tamamı da özel firmalara ait ocaklardır. Şekil 4.10'da ArcGIS programında çizilen Soma havzası yer bulduru haritası ve Soma havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları verilmiştir.

Burada çalışmakta olan toplam 14 teknik personele anket uygulaması yapılmıştır (Çizelge 4.3). Ocaklar Edirne ili Keşan ilçesi çevresinde olup; Küçükdoğanca köyü, Yaylaköy, Doğanköy, Harmanlı köyü ve Altınyazı köyündedir.



Şekil 4.10. a) Trakya havzası yer bulduru haritası, b) Trakya havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları.

Çizelge 4.3. Trakya havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları.

İşletme Kodu	İşletme Türü	Anket Sayısı
TH1	Özel	1
TH2	Özel	4
TH3	Özel	2
TH4	Özel	2
TH5	Özel	1
TH6	Özel	2
TH7	Özel	1
TH8	Özel	1
		Toplam: 14

Şekil 4.11'de TH1 kodlu, 4.12'de TH2 kodlu, 4.13'te TH3 kodlu, 4.14'te TH4 kodlu, 4.15'te TH5 kodlu 4.16'da TH6 kodlu, 4.17'de TH7 kodlu ve 4.18'de ise TH8 kodlu ocakların ziyareti ile ilgili resimler sunulmuştur.



Şekil 4.11. TH1 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.12. TH2 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.13. TH3 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.14. TH4 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.15. TH5 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.16. TH6 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.17. TH7 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.18. TH8 kodlu ocak ziyareti.

4.1.3. Zonguldak havzası

4.1.3.1. Zonguldak havzasının jeolojisi

Zonguldak kömür havzası, ülkemizde taş kömürünün bulunduğu Pontidler'in kuzeybatı kesiminde yer almakta ve şiddetli tektonizma izleri taşıyan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimlerden oluşmaktadır.

Zonguldak kömür havzasının temelini oluşturan Silüriyen-Devoniyen yaşlı mermer ve kuvarsitlerin üzerine denizel Alt Karbonifer (Dinansiyen) kireçtaşları gelmektedir (Şekil 4.19). Bol fosilli olan bu kireçtaşlarının alt seviyeleri dolomitiktir. Üst seviyeleri ise derin denizden sığ denize geçişin izlerini taşımaktadır. Bunların üzerine de Üst Karbonifer yaşlı kömür seviyeleri bulunduran birimler gelmektedir. Genel olarak Üst Karbonifer verimli kömür damarları bulundurmakta ve denizel ara seviyeli, fliş benzeri klastiklerden oluşmaktadır.

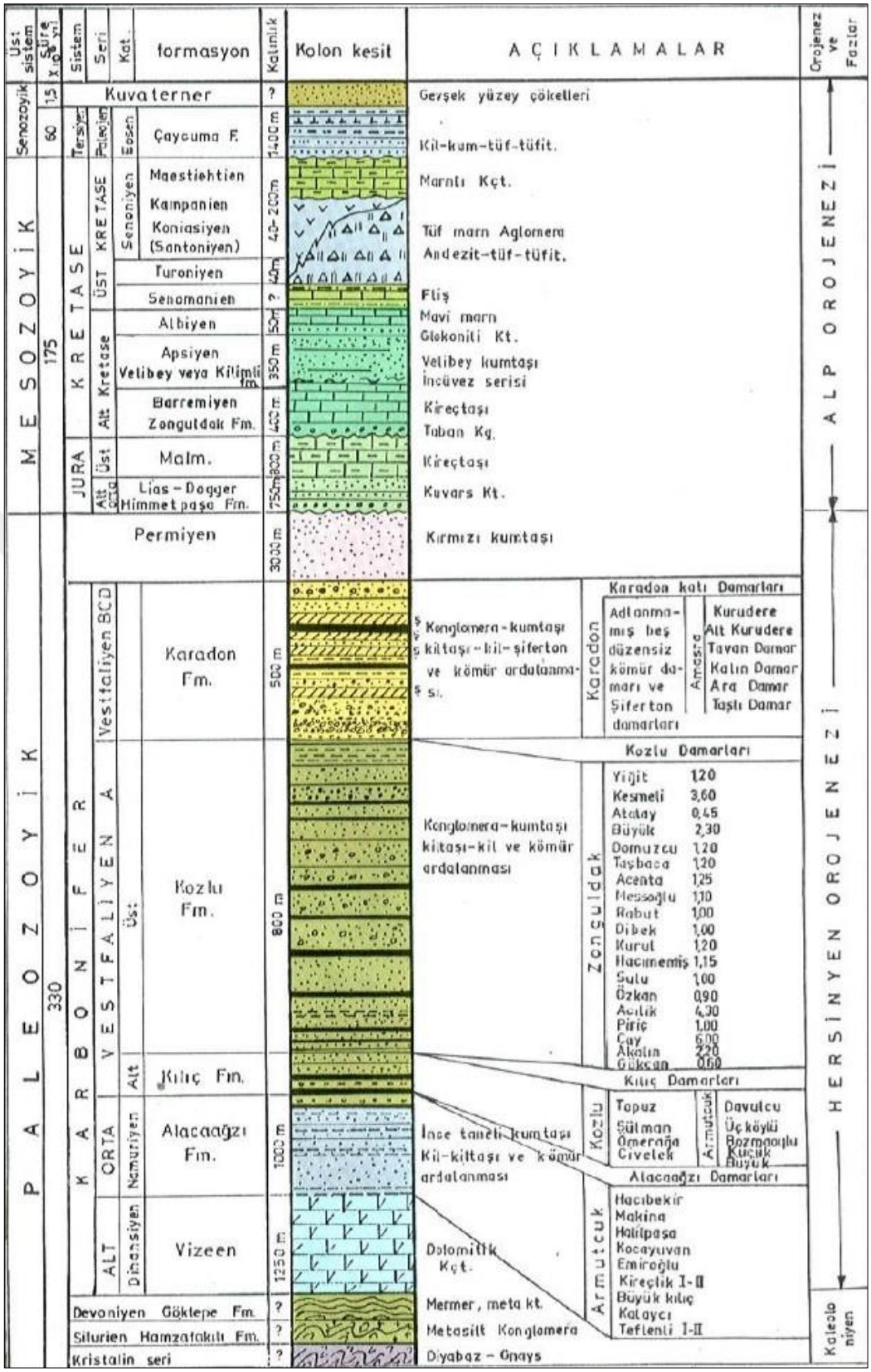
Namuriyen katı A, B ve C olmak üzere üç kattan meydana gelmektedir. A katı kömürsüz olup, denizel fosiller bulundurmaktadır. B ve C katları fosilsiz kumtaşı ve şistlerle temsil edilmektedir. Ortalama kalınlığı 1000 metre olup, yörede ‘‘Alacaağzı Katı’’ denilmekte ve işletilebilir kömür damarları ihtiva etmektedir.

Westfaliyen önce Alt ve Üst olmak üzere ikiye ayrılmakta, ayrıca Üst Westfaliyen A, B, C ve D katlarına bölünmektedir. Alt Westfaliyen yaşlı Kılıç katına ait konglomera, kumtaşı ve şistlerin içinde beş kömür damarı bulunmaktadır. İçinde ‘‘Dil seviyesi’’ adı verilen denizel sedimanlar yer almaktadır. Üst Westfaliyen’in Kozlu katı litolojik olarak Kılıç katına benzemektedir. İçinde işletilebilir 22 tane kömür damarı belirlenmiş durumdadır.

Bunlar yörenin en verimli kömür damarlarıdır. Karadon katı (B, C ve D katları) Filyos Çayı’nın batısında kırmızı kahverenkli konglomera, kumtaşı ve şistlerden oluşmakta ve işletilebilir kömür seviyesi ile konglomera, kumtaşı, şist ve refrakter killerden oluşmaktadır.

Havzada Karbonifer’den sonra gelişen tektonik hareketlerle yaşlı birimler kıvrılmış, kırılmış ve yöre karasallaşmıştır. Permiyen, Triyas ve Jura Filyos Çayı’nın batısında tamamen, doğusunda ise büyük ölçüde karasal erozyonun etkisinde kalmıştır. Ancak Karbonifer’in verimli kömür damarları senklinalin çekirdeğinde kalarak erozyondan önemli ölçüde korunmuştur. Filyos Çayı’nın doğusunda Permiyen ve Jura sedimantasyonu gelişmiştir.

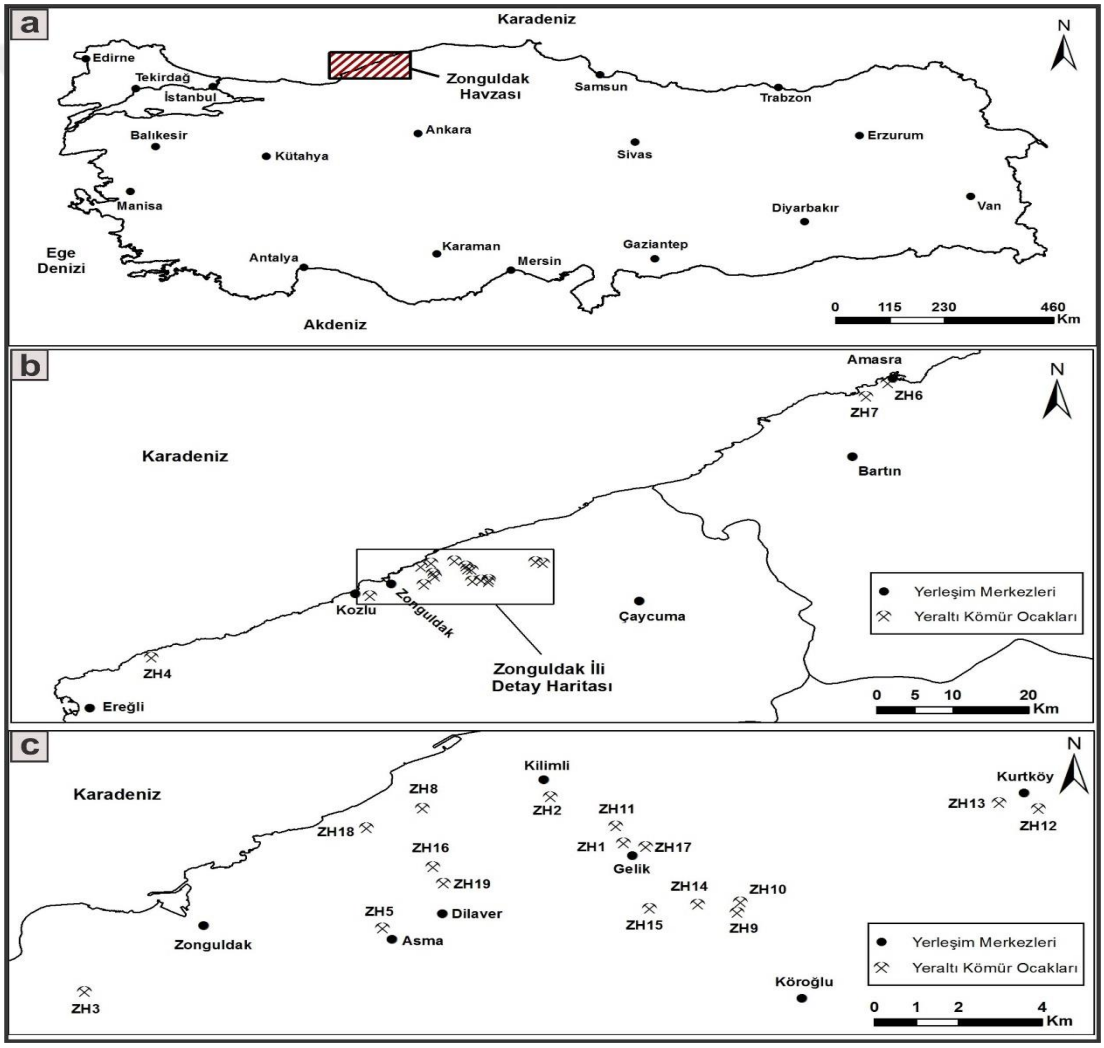
Permiyen yaşlı kırmızı kumtaşlarının üzerine Liyas-Dogger yaşlı kumtaşı-kiltaşı-marn ardalanması uyumsuz olarak gelmiştir. Bunları yine uyumsuz olarak, taban konglomeraları ile başlayan ve dolomitik kireçtaşları ile devam eden Malm birimleri izlemiştir. Yörede esas transgresyon Alt Kretase’de başlamıştır. Kretase örtü tabakaları ile Karbonifer birimlerinin arasında bir uyumsuzluk olmasına rağmen, kıvrım eksenleri her ikisinde de yaklaşık doğu-batı yönlüdür (Temur, 1998). Zonguldak havzasındaki taşkömürlerinin kalorifik değerleri 6200-7250 kcal/kg arasında değişmekte olup, jeolojik rezerv 1200 metre kotuna kadar yaklaşık yaklaşık 1,3 milyar ton olarak hesaplanmıştır. Bu rezervin %38’i (yaklaşık 503 Milyon ton) görünür rezerv olarak kabul edilmektedir (URL-1).



Şekil 4.19. Zonguldak kömür havzası genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Köksoy, 1985'den değiştirilerek alınmıştır).

4.1.3.2. Zonguldak havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri

Zonguldak havzasında aktif üretim ruhsatı olan toplam 19 yeraltı kömür ocağı ziyaret edilmiştir. Bu ocakların 6 tanesi kamuya ait olup, diğer özel firmalar ise yine kamuya ait olan bu sözleşmeli sahalarda üretim yapan firmalardır. Diğer 13 firmada özel olarak hizmet veren firmalardır. Şekil 4.20'de ArcGIS programında çizilen Zonguldak havzası haritasında ocakların konumları verilmiştir. Bu ocaklarda çalışmakta olan toplam 81 teknik personele anket uygulaması yapılmıştır. Ziyaret edilen ocaklar, Zonguldak ili merkez, Gelik ilçesi, Kilimli ilçesi, Kozlu ilçesi, Ereğli ilçesi ve bu ilçelerin köylerinde; Amasra ili merkez ve Amasra ili Gömü köyünde bulunmaktadır.



Şekil 4.20. a) Zonguldak havzası yer bulduru haritası, b) Zonguldak havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları, c) Zonguldak havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları yakın detay haritası.

Çizelge 4.4'te ise Zonguldak havzasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocakları ile ilgili bilgiler ve gerçekleştirilen anket sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.4. Zonguldak havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları.

İşletme Kodu	İşletme Türü	Anket Sayısı
ZH1	Kamu	11
ZH2	Kamu	14
ZH3	Kamu	10
ZH4	Kamu	8
ZH5	Kamu	5
ZH6	Kamu	7
ZH7	Özel	10
ZH8	Özel	1
ZH9	Özel	3
ZH10	Özel	1
ZH11	Özel	1
ZH12	Özel	1
ZH13	Özel	1
ZH14	Özel	2
ZH15	Özel	1
ZH16	Özel	1
ZH17	Özel	1
ZH18	Özel	2
ZH19	Özel	1
		Toplam: 81

Şekil 4.21'de ZH1, 4.22'de ZH2, 4.23'te ZH3, 4.24'te ZH5, 4.25'te ZH6, 4.26'da ZH7, 4.27'de ZH8, 4.28'de ZH9, 4.29'da ZH10, 4.30'da ZH11, 4.31'de ZH12, 4.32'de ZH13, 4.33'te ZH14 ve 4.34'te ise ZH17 kodlu ocak ziyareti ile ilgili resimler sunulmuştur.



Şekil 4.21. ZH1 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.22. ZH2 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.23. ZH3 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.24. ZH5 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.25. ZH6 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.26. ZH7 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.27. ZH8 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.28. ZH9 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.29. ZH10 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.30. ZH11 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.31. ZH12 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.32. ZH13 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.33. ZH14 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.34. ZH17 kodlu ocak ziyareti.

4.1.4. Kütahya havzası

4.1.4.1. Kütahya havzasının jeolojisi

Ülkemizde İç Batı Anadolu bölgesinde yer almakta olan Kütahya ili ve çevresinde, Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik dönemlerine ait birimler mostra vermektedir. Tabanındaki temel kayaları, şist ve mermerden oluşan metamorfik birimler ve bunların üzerine tektonik dokanakla yerleşmiş ofiyolitik kayaçlar oluşturmaktadır. Bunların da üzerinde ise uyumsuzlukla duran, göl ve akarsu ortamını yansıtan, volkaniklerle girik, kırıntılı ve karbonatlı kalın bir örtü istifi yer alır. Kütahya Grabeni'nin oluşum sırası ve sonrasında gelişen daha genç flüviyal çökeller graben dolgusu olarak bulunmaktadır (Özburan, 2009).

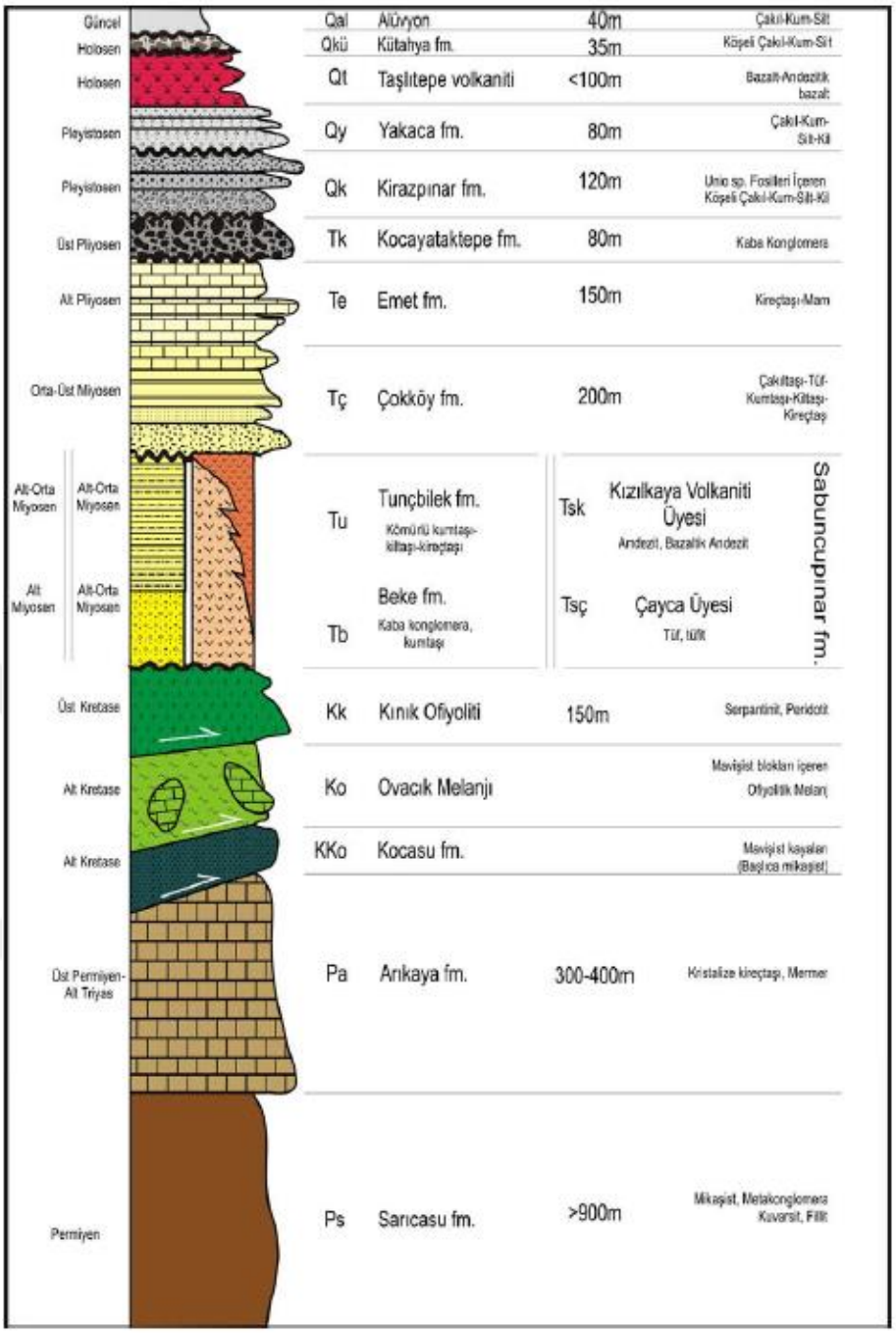
Kütahya ve çevresinde temel kayaları, tabanda Sarıcasu Formasyonuna ait şistler ve onun üzerinde uyumlu olarak Arıkaya Formasyonuna ait mermerler ile temsil edilir. Bunların üzerinde de tektonik dokanakla Neotetis'in kuzey kolu olan İzmir-Ankara Okyanusu'nun, kapanma sürecine dair farklı aşamaların kayıtlarını taşıyan, yeşilşist

ve mavişist zonu metamorfitlerin bulunduğu ofiyolitik kayaçlar (Kocasu Formasyonu, Ovacık Melanjı ve Kınık Ofiyoliti) yüzeyler. Okay (1984, 1986) tarafından iki zon olarak incelenen bölge metamorfitleri, Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonu olarak adlandırılarak, tanımlanmışlardır. Bu adlama ve tanımlama pek çok araştırmacı tarafından kabul görmüş ve kullanılmıştır. Kütahya havzası ve çevresinin genelleştirilmiş sütun kesiti Şekil 4.35'te sunulmuştur.

Havzadaki örtü kayalar, temel birimlerin üzerine uyumsuzlukla kırmızı, bordo, sarımsı ve yer yer gri renkli kaba konglomera, kumtaşı ve üste doğru kiltaşı marndan oluşan Alt-Orta Miyosen yaşlı Beke Formasyonu ile başlar. Beke Formasyonu üzerine uyumlu ve düşey geçişli olarak Tunçbilek Formasyonu gelir.

Tunçbilek Formasyonu başlıca kömür, kiltaşı, marn, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, tüf ve kireçtaşı seviyelerinden oluşur. Sabuncupınar Formasyonu birimi uyumsuzlukla üzerlemektedir. Sabuncupınar Formasyonu, çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, tüf, tüfit, marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan lav arakatkılı seviyelerden oluşmuştur. Sabuncupınar Formasyonu üzerine uyumsuzlukla çakıltaşı-tüf-kumtaşı-kiltaşı-kireçtaşı ardalanmasından oluşan Orta-Üst Miyosen yaşlı Çokköy Formasyonu gelmektedir.

Çokköy Formasyonu üzerine uyumlu bir şekilde kireçtaşı, marn seviyelerinden oluşan Emet Formasyonu gelmektedir. Bu formasyon üzerinde uyumsuz bir şekilde kaba konglomeralardan oluşan Alt Pliyosen yaşlı Kocayataktepe Formasyonu yer almaktadır. Bu konglomeratik seviye üzerine uyumsuzlukla Pleyistosen yaşlı köşeli çakıl-kum-silt-kil seviyeleri içeren Kirazpınar Formasyonu gelirken, bu formasyon üzerine uyumsuzlukla çakıl-kum ve silt-kil seviyelerinden oluşan Yakaca Formasyonu üzerlemektedir. Holosen yaşlı Taşlıtepe volkanitine ait bazalt-andezitik bazalt bileşimli volkanik kayalar Yakaca Formasyonu ile uyumlu bir şekilde mostra vermektedir. Alttaki tüm birimleri uyumsuzlukla Kütahya Formasyonunun kırıntılı çakıl-kum-silt birimleri üzerlemekte ve güncel alüvyonlar tüm havzayı uyumsuzlukla örtmektedir.



Şekil 4.35. Kütahya havzası ve çevresinin genelleştirilmiş sütun kesiti (Özburan, 2009).

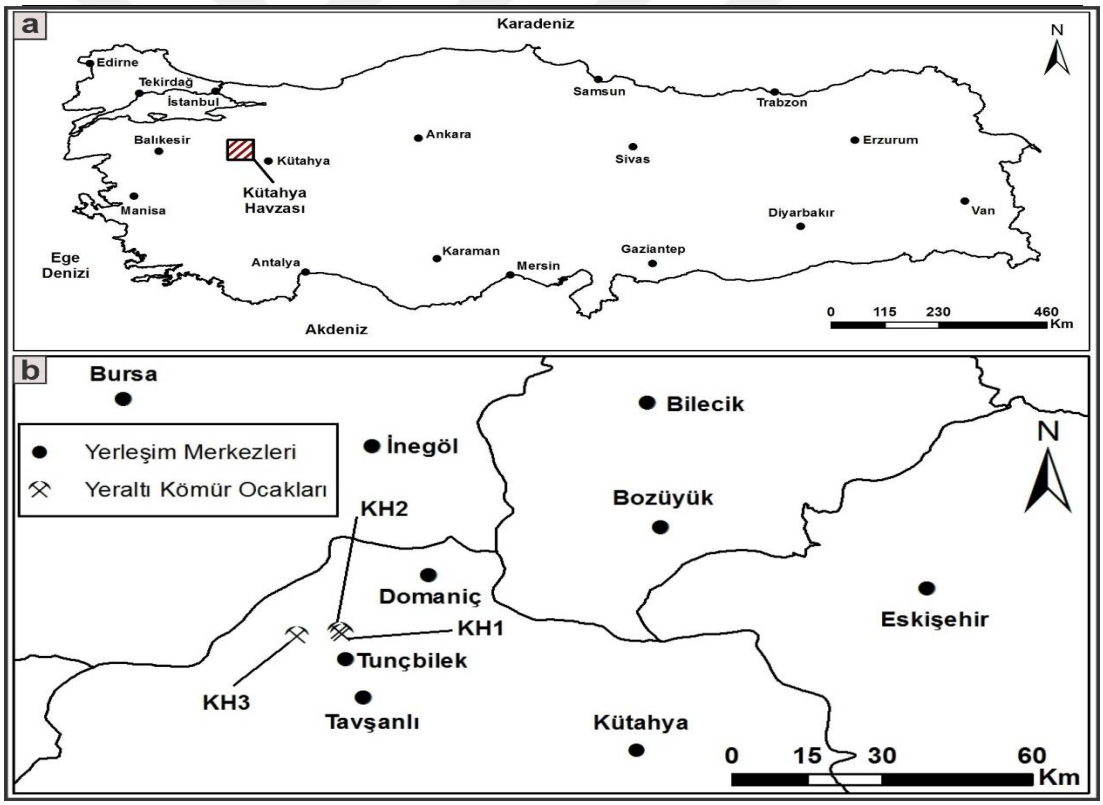
4.1.4.2. Kütahya havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri

Kütahya havzasında aktif üretim ruhsatı olan toplam 3 yeraltı kömür ocağı ziyaret edilmiş olup bu ocakların 1 tanesi kamuya ait olup diğer 2'si özel firmalara ait ocaklardır. Şekil 4.36'da ArcGIS programında çizilen Kütahya havzası yer bulduru

haritası ve Kütahya havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları verilmiştir. Burada çalışmakta olan toplam 28 teknik personele anket uygulaması yapılmıştır (Çizelge 4.5). Ziyaret edilen ocaklar Tavşanlı ilçesinin Tunçbilek beldesindedir.

Çizelge 4.5. Kütahya havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları.

İşletme Kodu	İşletme Türü	Anket Sayısı
KH1	Özel	5
KH2	Kamu	22
KH3	Özel	1
		Toplam: 28



Şekil 4.36. a) Kütahya havzası yer bulduru haritası, b) Kütahya havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları.

Şekil 4.37'de KH1, 4.38'de KH2, 4.39'da ise KH3 kodlu ocak ziyareti ile ilgili resimler sunulmuştur.



Şekil 4.37. KH1 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.38. KH2 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.39. KH3 kodlu ocak ziyareti.

4.1.5. Beypazarı havzası

4.1.5.1. Beypazarı havzasının jeolojisi

Havzadaki birimler çok genel olarak Neojen ve Neojen öncesi olarak iki gruba ayrılmıştır. Beypazarı'ndan Nallıhan'a dek uzanım göstermekte olan Neojen havzası, kuzeyden batı Pontidlerini oluşturan dağ kuşağı ile çevrilidir. Pontidlerin bu bölümü, yaşları Paleozoyik ile Tersiyer arasında değişmekte olan volkanik, metamorfik ve

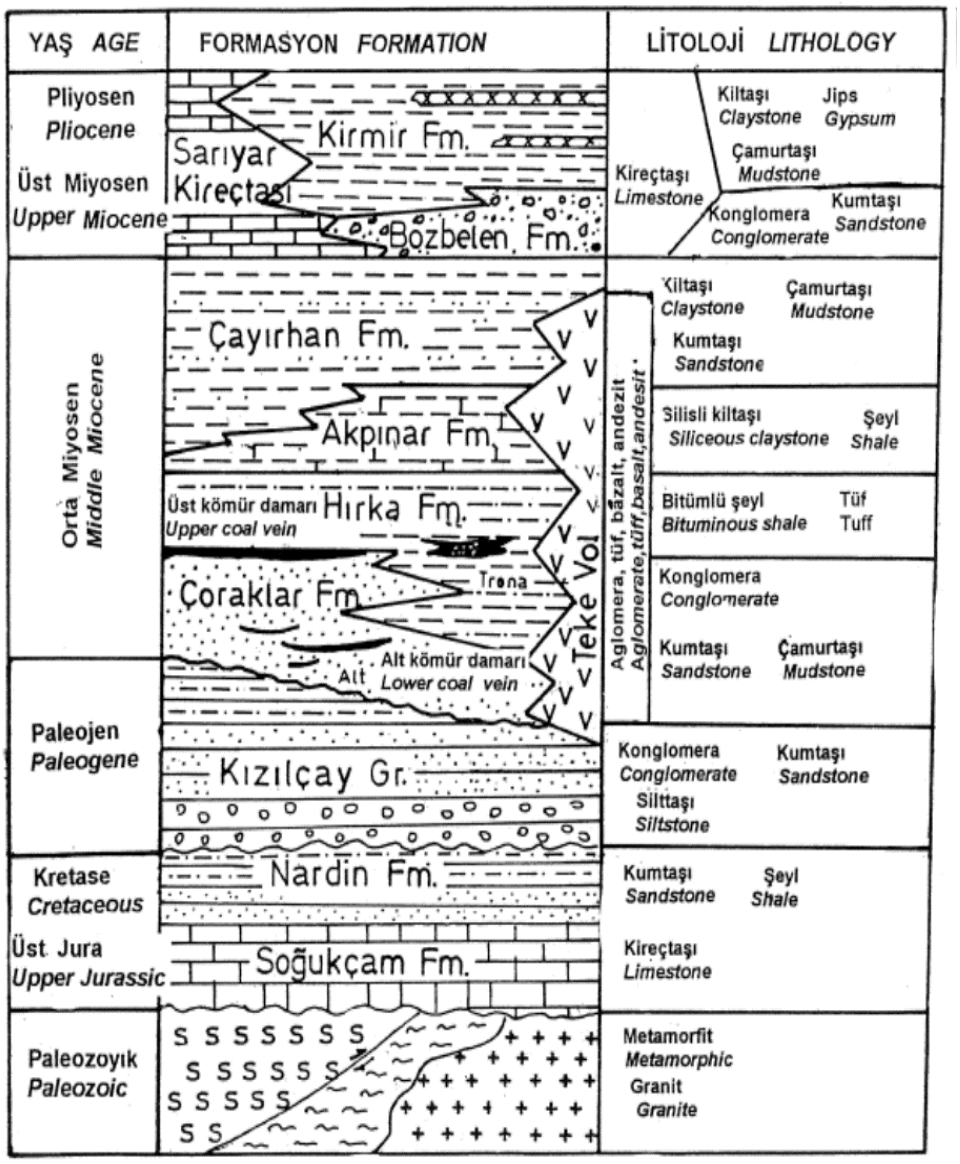
tortul kaya birimlerinden oluşmaktadır. Başlıca metamorfik, asit-plutonik ve ultrabazik kayalardan oluşan ve Orta Sakarya Kıtası olarak adlandıran masif kütle havzayı güneyden kuşatmaktadır. Beypazarı havzası kuzeydoğudan geniş yayılımlı olan Tersiyer volkanik kayaları, batıdan ise Paleosen kırıntılı kayaları ile sınırlanmıştır. Beypazarı havzasının genel stratigrafik kesiti Şekil 4.40'ta verilmiştir.

Neojen öncesi, temel kayaçlarının en yaşlısı Paleozoyik mertamorfitleri (mika şist, serisit şist, filial) ile bunları kesen granitlerdir. Bu birimler Üst Jura-Alt Kretase yaşlı türbiditik Soğukçam kireçtaşı ile örtülür (Altınlı, 1973; Varol ve Kazancı, 1981).

Soğukçam kireçtaşının üzerine uyumlu olaratan, kumtaşı-şeyl litolojisindeki Nardin Formasyonu gelmektedir. Paleosen yaşlı, karasal Kızılçay grubu, kırmızı renkli konglomera, kumtaşı ve çamurtaşlanndan oluşur ve alttaki bilimleri açısal uyumsuzlukla üstlemektedir (Göktunalı, 1963; Stchepinsky, 1942).

Neojen birimleri alttaki Neojen öncesi birimler ile uyumsuz olarak ve/veya tektonik dokanaklı olup, yanal fasiyes değişimi göstermektedir. Bu nedenle bölgesel stratigrafide farklılıklar vardır (Siyako, 1983; Yağmurlu vd., 1987). Yağmurlu vd., (1987) birbiriyle uyumlu olan 8 litostratigrafik birim ayırtlamıştır.

İlk litostratigrafi birimi olan Çoraklar Formasyonu çapraz tabakalı konglomera, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı ile yer yer şeyl, dolomitik kireçtaşı, tüf, trona ve yersel intraformasyonal breş içermektedir. Akpınar Formasyonu kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Hırka Formasyonu ince-düzenli laminalı çamurtaşı, kiltaşı, bitümlü şeyl, karbonatlı açık gri, silisli gölsel kireçtaşı, kiltaşı, marn ve tabakalı çörtlerden oluşmuştur. Teke volkanikleri Beypazarı'nın kuzeydoğusunda ve Kızılcahamam civarında geniş yüzlekler vermektedir.



Şekil 4.40. Beypazarı havzasının genel stratigrafik kesiti (Yağmurlu vd., 1988).

Çayırhan Formasyonu jipsli kiltaşı, çamurtaşı, marn, ince taneli kumtaşı ve konglomeradan oluşur. Bozbelen Formasyonu kırmızı renkli konglomera, kumtaşı ve çamurtaşından oluşur. Sarıyar kireçtaşı beyazımsı, kalın tabakalı ve mikritik olup, önceki ile hem yanal geçişli olup hem de üzerler durumundadır. Bölgedeki Miyosen tortulları yansıttıkları egemen litoloji özelliklerine dayanılarak formasyon aşamasında 8 adet ayrı kaya birimine bölünmüştür. Bunlar alttan üste doğru sıralanacak olunursa, Çoraklar, Hırka, Akpınar, Çayırhan, Bozbelen ve Kirmir Formasyonları ile Sarıyar Kireçtaşı ile Teke volkanitleridir. Belirtilen bu kaya birimleri alüvyonal ve gölsel ortamlarda depolanmış olup, yersel olarak volkanoklastik ara katkılar içermektedir.

Beypazarı Linyit Havzasının ekonomik değere sahip linyit kömürü, bitümlü şeyl, kil içeriğinin çok yoğun olması nedeniyle birçok araştırmacı tarafından çalışma yapılmıştır. Bunlar; Stchepinsky (1941), Gökmen (1965), Narin (1980), Tenekeci vd., (1983), Kayakıran ve Çelik (1986), Helvacı vd., (1988), İnci (1991), Özpeker vd., (1991), Kavuşan (1993), Tankut vd., (1995), Whateley ve Tuncalı (1995), Whateley vd., (1996), Ünal (1997), Querol vd., (1997), Karayiğit vd., (1999), Sarıışık vd., (2015)'dir.

Siyako (1982 ve 1983) çalışmalarında Beypazarı havzasındaki linyitleri, A sektörü (Çayırhan), B sektörü (Beypazarı havzasının kuzeybatısı) ve Koyunağılı sektörü olmak üzere 3 kısma ayırmıştır. Koyunağılı linyit sahasında ilk ayrıntılı çalışma, Siyako (1982) tarafından gerçekleştirilmiş olup ve bu alanda Maden Teknik Arama Müdürlüğü tarafından yapılan sondajlar değerlendirilerek Koyunağılı linyit sahasında jeolojik rezerv 86.000.000 ton olarak hesaplanmıştır. Siyako, jeolojik özelliklerden yararlanarak bölge linyitlerinin otokton olduğunu ve limnik fasiyeste geliştiğini de çalışmalarında ayrıca belirtmiştir.

Yağmurlu vd., (1988) tarafından Beypazarı linyit yataklarının geometrik yapısı ve çökelme konumu da incelenmiştir. Yaptıkları çalışmada Neojen yaşlı birimlerin, alttan üste doğru, Çoraklar, Hırka, Akpınar, Çayırhan, Bozbelen ve Kirmir Formasyonları ile Sarıyer Kireçtaşı ve Teke volkanitleri olarak değerlendirmişlerdir.

Havzada iki ayrı stratigrafik seviyede linyit tabakasının bulunduğunu, alttaki linyit tabakasının Çoraklar Formasyonunun alt kısmında ve Çayırhan linyit ocaklarında işletilen üstteki linyit tabakasının ise Çoraklar Formasyonunun üst kısmında bulunduğu ve belirgin bir dokunakla Hırka Formasyonundan ayrıldığı, Koyunağılı Linyit sahasında ise sadece üstteki linyit tabakasının bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmacılar ayrıca, alttaki linyit tabakasının yanal yönde devamsızlık göstermesi, daha düşük kükürt içeriği ve akarsu ortamında oluşması nedeniyle üstteki linyit tabakasından tümüyle farklı olduğunu, üstteki linyit tabakasının ise yanal yönde devamlılığı, daha yüksek kükürt içeriği ve playa-göl ortamının çamur düzlüğü fasiyes koşullarında oluşması nedeniyle alttaki linyit tabakasından farklı olduğu belirtmişlerdir.

Çalışmacılar ayrıca, Koyunağılı sahasında linyit tabakasının içindeki ara kesmeler nedeniyle iki ve üç tabakaya ayrıldığını belirlemişlerdir. Hırka Formasyonunun Çayırhan linyit sahasından farklı olarak çoğunlukla kalkerli çamurtaşı ve killi kireçtaşı şeklinde bulunduğunu ve bitümlü şeyl, iyi laminalı kiltaşı ile evaporitik bileşenlerin bulunmadığını belirtmişlerdir.

4.1.5.2. Beypazarı havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri

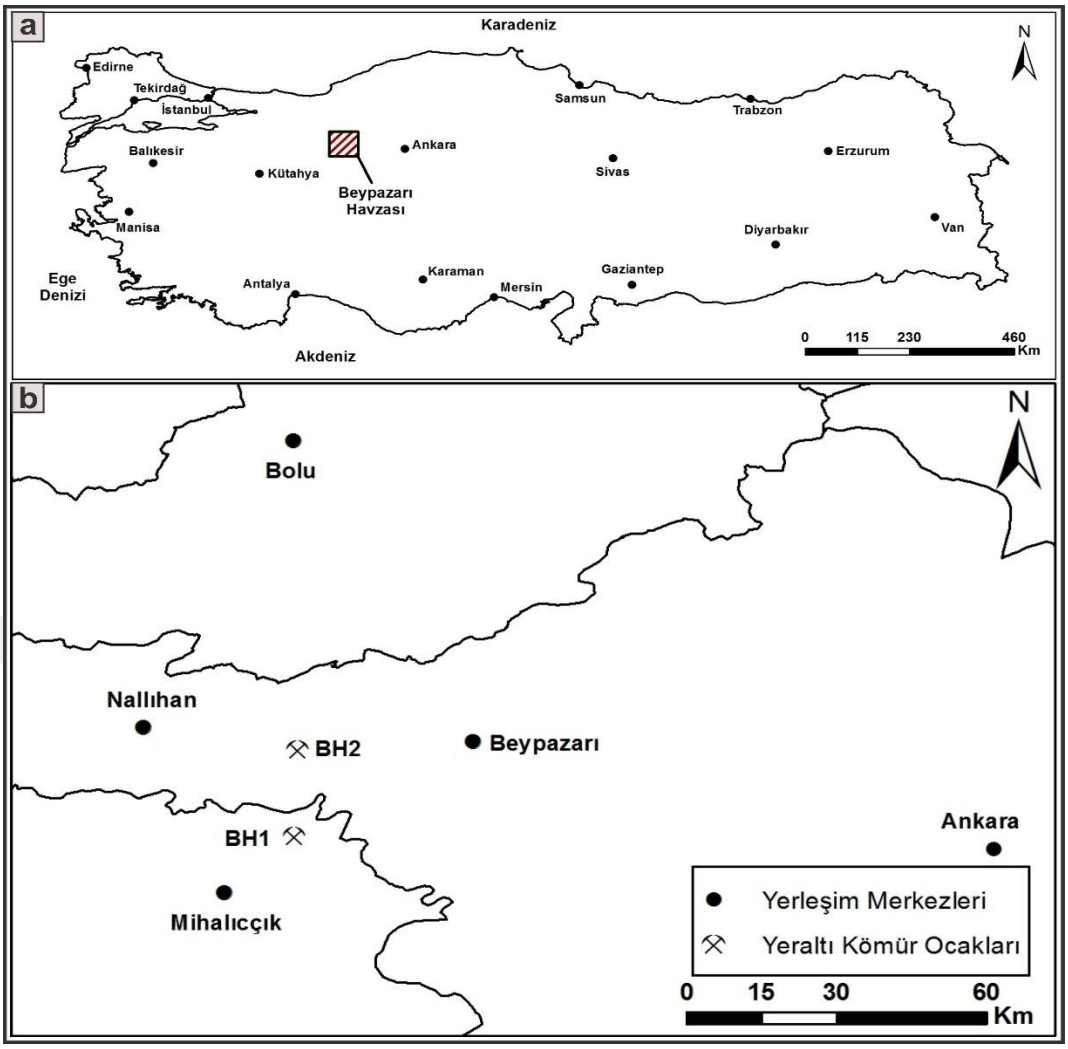
Beypazarı havzasında aktif üretim ruhsatı olan toplam 2 yeraltı kömür ocağı ziyaret edilmiş olup bu ocakların tümü özel firmalara ait ocaklardır.

Şekil 4.41'de ArcGIS programında çizilen Beypazarı havzası yer bulduru haritası ve Beypazarı havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları verilmiştir.

Ocaklar Ankara ilinin Nallıhan ilçesinde ve Eskişehir ilinin Mihalıççık ilçesi koyunağılı köyündedir. Ocaklarda çalışmakta olan toplam 36 teknik personele anket uygulaması yapılmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Beypazarı havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları.

İşletme Kodu	İşletme Türü	Anket Sayısı
BH1	Özel	9
BH2	Özel	27
		Toplam: 36



Şekil 4.41. a) Beypazarı havzası yer bulduru haritası, b) Beypazarı havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları.

Şekil 4.42'de BH1, Şekil 4.43'de ise BH2 kodlu ocakların ziyareti ile ilgili resimler sunulmuştur.



Şekil 4.42. BH1 kodlu ocak ziyareti.



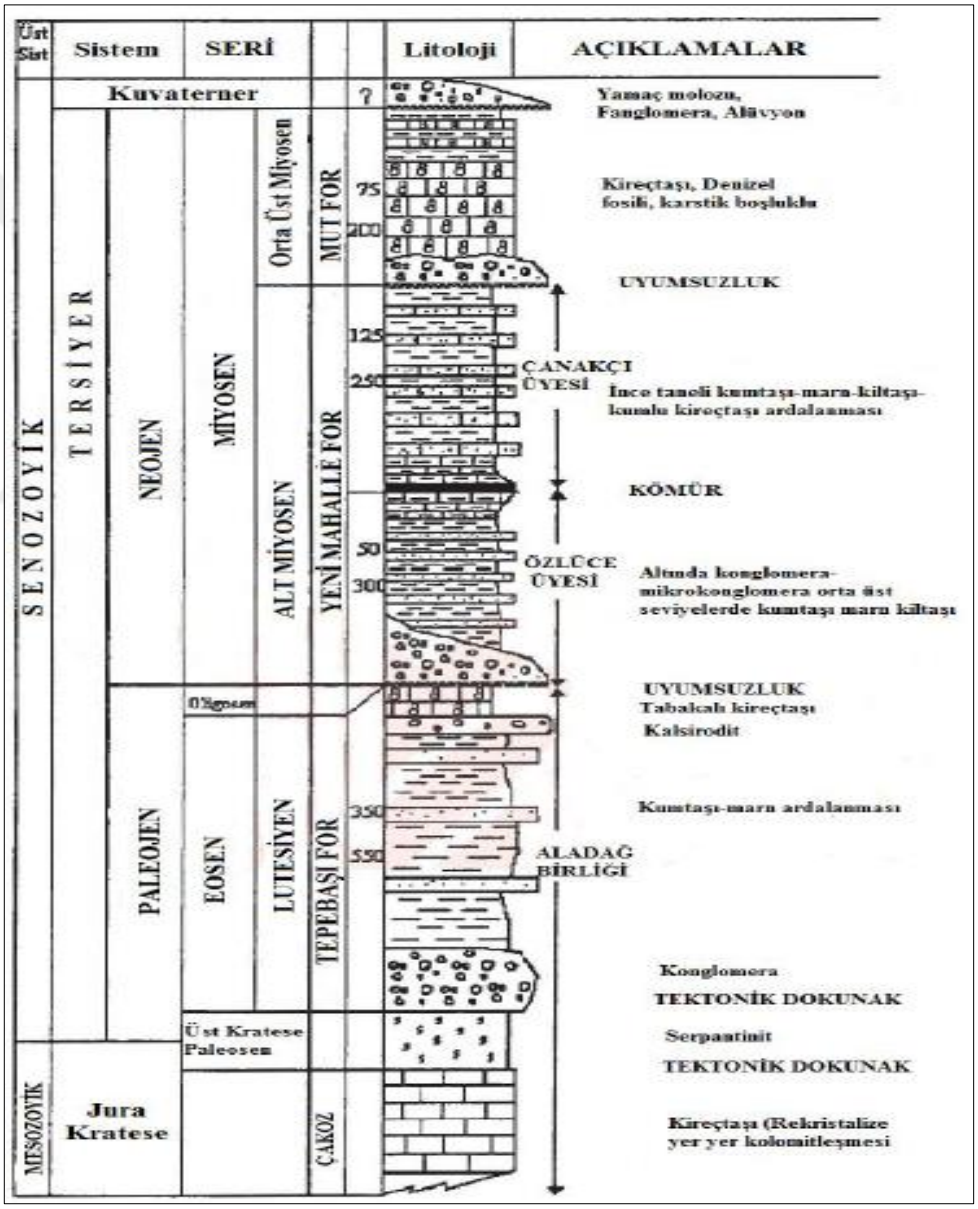
Şekil 4.43. BH2 kodlu ocak ziyareti.

4.1.6. Ermenek havzası

4.1.6.1. Ermenek havzasının jeolojisi

Ermenek havzasının stratigrafik incelemesinde, bölgede litostratigrafik olarak temel kayaçlardan örtü birimine doğru birbiriyle uyumsuz dokanağa sahip formasyonlar belirlenmiştir (Demirel, 1989). Havzada temelde Jura-Kretase yaşlı Çakozdağı Formasyonuna ait dolomatik kireçtaşı düzeyleri bulunmakta, bunların üzerinde tektonik olarak yerleşmiş ofiyolitli melaj yer alır. Bu temel birimler üzerinde Eosen yaşlı Tepebaşı Formasyonuna ait alt seviyelerde Konglemara, orta üst seviyelerde kumlu kireçtaşı, kireçtaşı- marn ardalanması içeren düzeyler bulunmaktadır. Tepebaşı Formasyonu üzerinde uyumsuzlukla Miyosen yaşlı Yenimahalle Formasyonu yer almaktadır. Ermenek'in batısında gözlenen Yenimahalle Formasyonu içinde yer yer kömürler bulunur. Oligo-Miyosen göl havzalarında oluşan göller içinde yer alan kömür alanları birbirinden alçak eşiklerle ayrılan senklinaller içinde oluşmuştur. Yenimahalle Formasyonu halen ekonomik olarak işletilen kömür damarları içermesi bakımından Ermenek havzasında önemli bir yere sahiptir. Formasyonunun kalınlığı 450-750 metre arasında değişir. Formasyonun tabanında kahve renkli konglomeratik seviyeler ile, ince çakıllı kumtaşı, silt ve marn ardalanması görülmektedir. Üst seviyelere doğru gidildikçe karbonat oranı artmakta, yer yer linyit izlerine rastlanmakta ve üst kısımda kömürün hemen altında bol fosilli, karbonatlı, killi-siltli marn görülmektedir. Yenimahalle Formasyonundan paleontolojik amaçla alınan örnekler üzerinde yapılan yaş tayini sonucu formasyonun yaşı alt-miyosen olarak saptanmıştır (Demirel, 1989; Çınar, 1999). Çanakçı çukuru yakınlarında, Kazancı kasabası ile Ermenek arasında Pamuklu (Cenne) köyünde, Tepebaşı köyü güney ve

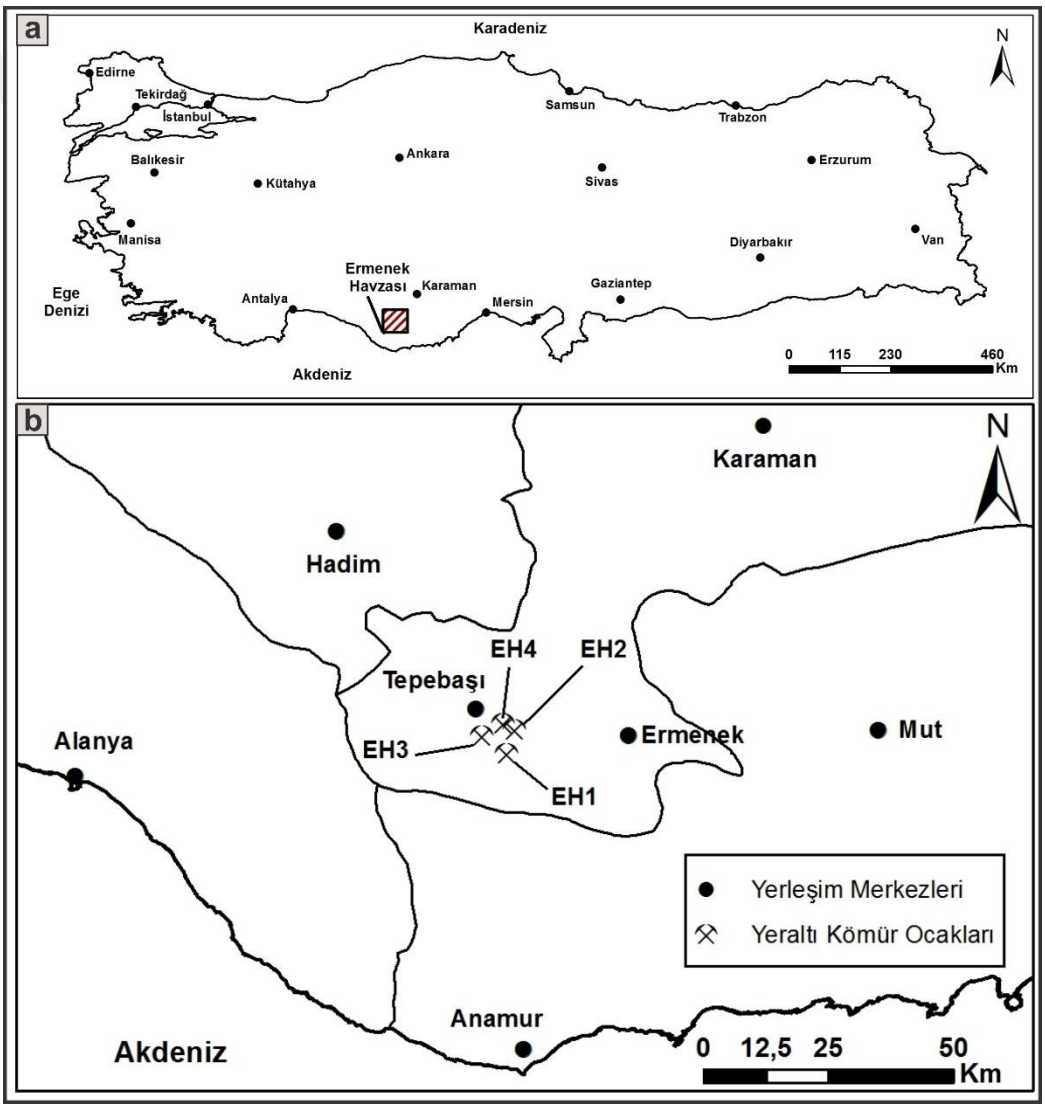
kuzeyinde ayrıca Yenimahalle köyü dolaylarına geniş bir alanda mostra vermektedir (Çınar, 1999). Fliş fasiyesinde olan formasyonun türbidit akıntıların etkili olduğu hareketli derin deniz ortamında çökeldiği ifade edilmiştir (Gedik vd., 1979). Yenimahalle Formasyonu üzerine Orta-üst Miyosen yaşlı, yer yer kumtaşı ve çakıltaşı bantları içeren resifal kireçtaşlarında oluşan Mut Formasyonu uyumsuzlukla yer almaktadır (Tokgöz, 1988). Kuvaterner yaşlı yamaç molozu, fanglomera ve alüvyonlar alttaki tüm birimleri örtmektedir (Arslansan, 1996). Şekil 4.44'te Ermenek havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti verilmiştir.



Şekil 4.44. Sahanın genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Demirel, 1989; Çınar, 1999).

4.1.6.2. Ermenek havzasında yapılan yeraltı kömür ocağı ziyaretleri

Doktora tez çalışmasında son olarak Ermenek havzasında aktif üretim ruhsatı olan toplam 4 yeraltı kömür ocağı ziyaret edilmiş olup bu ocakların tümü özel firmalara ait ocaklardır Şekil 4.45'te ArcGIS programında çizilen Ermenek havzası yer bulduru haritası ve Ermenek havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları verilmiştir. Ocaklar Hadım-Mut yolu üzerinde Elmayurdu köyünde, Boyalık köyünde, Yerbağ köyünde, Pamuklu köyünde ve Bozkaya köyündedir. Buralarda çalışmakta olan toplam 11 teknik personele anket uygulaması yapılmıştır (Çizelge 4.7).



Şekil 4.45. a) Ermenek havzası yer bulduru haritası, b) Ermenek havzası detay haritasında ziyaret edilen yeraltı kömür ocaklarının konumları.

Çizelge 4.7. Ermenek havzası anket çalışması yapılan yeraltı kömür ocakları ve anket sayıları.

İşletme Kodu	İşletme Türü	Anket Sayıs:
EH1	Özel	3
EH2	Özel	2
EH3	Özel	4
EH4	Özel	2
		Toplam: 11

Şekil 4.46’ da Ermenek kömür havzasının bir kuşbakışı görünümü sunulmuştur.



Şekil 4.46. Ermenek kömür havzasının kuşbakışı görünümü.

Şekil 4.47’de EH1, 4.48’de EH2, 4.49’da EH3 ve 4.50’de ise EH4 kodlu ocak ziyaretleri ile ilgili resimler sunulmuştur.



Şekil 4.47. EH1 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.48. EH2 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.49. EH3 kodlu ocak ziyareti.



Şekil 4.50. EH4 kodlu ocak ziyareti.

4.2. Anket Çalışmalarının Değerlendirilmesi

4.2.1. Ana kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmesi

Madencilik sektöründe iş sağlığı ve güvenliği açısından risk yönetimi süreçlerinde nicel ve nitel birçok kriter belirleyici olmaktadır. Çalışmada hiyerarşik yapının oluşturulma aşamasında, literatürdeki madencilikte çok kriterli karar verme yöntemleri

kullanılarak yapılan farklı çalışmalar incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, yeraltı kömür madenciliğinde iş sağlığı ve iş güvenliği açısından en önemli risk etmenleri belirlenmiştir. Oluşturulan risk değerlendirmesi modellerinde daha çok kömür damarının jeolojik özelliklerinin, jeoteknik özelliklerin, ekonomik parametrelerin, çevresel kriterlerin, teknolojik kriterlerin, üretimle ilgili kriterlerin ve işletme ile ilgili kriterlerin sıklıkla ana kriter olarak tercih edildiği görülmüştür. Bu incelemeler sonucunda, çalışma kapsamında oluşturulan modelde ana kiriterler:

- Kömür damarının özellikleri,
- Kaya mekaniği parametreleri,
- Demografik ve coğrafik özellikler,
- İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler,
- Teknoloji kullanımı ve düzeyi olarak belirlenmiştir.

Maden ocaklarının ve havzaların değişken özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, bazı kriterlerin nicel ölçek kullanılarak modele dahil edilmesi imkânsız olmaktadır. Bu nedenle söz konusu ocaklardaki bu değişken koşullarda çalışma deneyimi fazla olan uzmanların görüşlerinin alınması yardımıyla oluşturulan modeller daha belirleyici olacaktır (Mohsen vd., 2009). Yapılan detaylı literatür incelemesi sonucunda, ana kriterlerin belirlenmesinden sonra, çalışmayı daha ileri bir düzeye taşımak için ana kriterlerin altına ilave olarak alt kriterlerin de eklenmesiyle model hiyerarşisinde ana kriterler ve alt kriterler şekillendirilerek son halini almıştır. Modelin temel amacı Türkiye'deki kömür havzalarının iş sağlığı ve iş güvenliği açısından risk temelli sınıflandırmanın yapılmasıdır. Model yardımıyla hesaplanacak kriter ağırlıkları (risk puanları) ile alternatifler (havzalar) kendi içerisinde ayrıca sıralanabilecektir. Risk temelli sınıflandırma modeli 5 ana kriter ve 26 alt kriterden oluşmaktadır.

Çalışmada kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri:

- Üretim derinliği,
- Damar kalınlığı,
- Damar eğimi,
- Tektonizma,
- Metan içeriği,
- Kömürün kalorifik değeridir.

Kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri:

- Yan kayaçların basınç dayanımı,
- Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması,
- Arazi gerilmelerinin düzeyi,
- Yeraltı suyu varlığıdır.

Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri:

- Yerleşim yerlerine yakınlık,
- Gelir düzeyi,
- İklim,
- Çalışanların eğitim düzeyi,
- Rakımdır.

İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri:

- Rezerv miktarı,
- Üretilebilirlik,
- Maden ömrü,
- İşletme büyüklüğü,
- Kömür satış fiyatı,
- İşletme türüdür.

Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri:

- Mekanizasyon düzeyi,
- Uygun üretim yöntemi,
- Havalandırma düzeyi,
- Arge çalışmalarının düzeyi,
- İSG ekipman ve donanım kullanımı olarak belirlenmiştir.

Kömür damarının özellikleri ana kirterine ait alt kriterler şu şekilde açıklanabilir;

Üretim derinliği: Kömür üretimi derinlere indikçe, kömür damarlarının gaz içeriği, gerilme koşulları ve kömür bünyesinde birikmiş olan enerji gibi özelliklerde de artış meydana gelmektedir. Bu sebeple, ani gaz püskürmesi (degaj) olarak tabir edilen olayların meydana gelme olasılığı derinlikle birlikte (yani derin kotlarda çalışan ocaklarda) artış göstermektedir (Haifeng vd., 2013).

Kömür madenciliğinde üretim derinliğin artmasına paralel olarak gözlenen metan gazı artışı, kömür damarının kalın olması ve işçilerin genellikle deneyimsiz olmaları, kontrol sondajları ve metan drenajı yapılmadan üretime devam edilmesi halinde istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Sığ derinliklerdeki ocaklarda metan çatlaklardan atmosfere kaçabileceği için bu derinliklerde çalışan ocaklarda metan içeriği az olup, derinlik artışı ile birlikte kömürün bu geçirgenliği azalacağı için metan kömürün bünyesinde kalacaktır. Üretim yapılan derinliğin artmasıyla çalışma koşullarının zorlaşmasının çalışanlar için de ayrıca bir psikososyal risk faktörü olduğu söylenilebilir.

Damar kalınlığı: Kalın kömür damarları geçirgenliği düşük ve uçucu madde içeriği fazla olduğundan daha fazla metan içeriğine sahiptirler. Kömürün yaşı ve yoğunluğu da önemli bir etkendir. Yaşı fazla olan kömürlerde daha fazla, genç olanlarda ise daha az metana rastlanmaktadır (Kurşunoğlu, 2019). Kalın kömür damarlarında bulunan gaz miktarı ve ani püskürmeyi tetikleyecek gerilmeler yüksektir.

Damar eğimi: Damar eğimi arttıkça, kömürün tabantaşı ve ara kesmelerin oluşturduğu süreksizlik düzlemleri üzerinde kazı boşluğuna doğru kayması olasılığı da artmaktadır. Bu durum çalışanlar açısından büyük tehlike oluşturmaktadır. Yeraltında ayrıca eğimi fazla olan bölgelerde çalışma yapılırken ekipmanların kurulması ve sabitlenmesi (fren ve halat kullanılarak sabitleme işleri gibi), tahkimat sistemlerinin kurulması ve ilerletimi sürecindeki zorluklar vb. karşılaşılabilecek olumsuzluklar nedeniyle çalışanlar açısından tehlikelerin arttığı bir çalışma ortamı söz konusudur.

Tektonizma: Kömür damarlarındaki ve yan kayaçlardaki kırıklar, çatlaklar, faylar gibi jeolojik kusurlar tektonizma sonucu oluşurlar. Faylar, kırık ve çatlaklar, makaslama zonu, damar kalınlığında değişim, magmatik sokulumlar gibi tektonik yapıların oluşturduğu bölgelerde degaj olasılığı yüksektir. Çünkü, bu bölgelerde kömürün yapısında mekanik ve fiziksel değişikler meydana gelmektedir (Kurşunoğlu, 2019). Bu tür damarlarda ani degaj oluşma olasılığı da haliyle yükselmektedir. Ayrıca, söz konusu jeolojik kusurlar üretimi de etkileyeceğinden ocakta yapılacak işlerinde artmasına ve çalışanlar açısından olumsuz bir ortam oluşmasına neden olacaktır.

Metan içeriği: Metan renksiz, kokusuz bir gaz olup yoğunluğu 0,716 kg/m^3'tür. Metan patlaması, ocakta metanın hava ile karışması sonucu %5-15 oranı aralığında, %9 civarı tam yanma) meydana gelir. Ülkemizdeki kömür ocaklarında meydana gelen iş kazalarının çoğunluğunu grizu patlaması oluşturmaktadır. Grizu patlamasının en önemli bileşeni metan gazıdır. Grizu patlaması kömürlerdeki metanın ocak havası ile meydana getirdiği karışımın açık alev kaynağıyla temasıyla oluşmaktadır. Doğal koşullardaki metan, basınç altında duraylı bir dengededir. Ancak, yeraltı hazırlık ve üretim çalışmaları esnasında doğal gerilme koşullarındaki değişmeler, metan gazının bulunduğu bölgedeki basınç değerinden daha düşük değerdeki basınç bölgelerine göçüne neden olmaktadır. Ayrıca, henüz işletmeye başlanmamış bakir maden ocaklarında metan yüksek oranda bulunmakta, eski maden ocaklarında ise, metan çatlaklardan ve gözeneklerden kaçarak azalmaktadır (Kurşunoğlu, 2019).

Kömürün kalorifik değeri: Kömürün kalorifik değerinin (rankının) derinlik artışı ile birlikte yükselmesiyle, üretim yapılan ayakta ortam sıcaklığının yükselmesi çalışanlar için olumsuz bir çalışma ortamı oluşturacaktır. Artan derinlik kömürleşmeyi artıracağı için ayrıca metan miktarı da artacaktır. Kömür ile birlikte bünyesindeki metan gazı, belli bir basınç altında denge halindedir. Bu basınç, kömürün rankı üretim derinliği ve kömürün yapısına bağlıdır (Karakurt vd., 2009).

Kaya mekaniği parametreleri ana kirterine ait alt kriterler şu şekilde açıklanabilir;

Yan kayaçların basınç dayanımı: Kömür damarını çevreleyen kayaçların basınç dayanımlarının düşük olması sonucu, göçük oluşma olasılığı da artmaktadır. Göçük oluşmasındaki diğer bir neden, ilgili birimlerin jeolojik kusur olarak tanımlanan süreksizlikler içermesi de olabilmektedir. Bu durum çalışanlar açısından tehlikeli bir çalışma ortamı oluşturmaktadır. Bu kriteri ifade etmek için tek eksenli basınç dayanımı, dikey gerilme değeri veya yatay gerilme oranı gibi parametreler uygulanır (Samimi Namin vd., 2008).

Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması: Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması kriteri için daha çok ‘‘Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi (Rock Mass Rating System, RMR)’’ göz önünde bulundurulmaktadır. RMR sınıflandırılmasındaki temel parametreler; sağlam kaya dayanımı, kaya kalite göstergesi (RQD), süreksizlik aralığı,

süreksizlik yüzeyinin durumu, yeraltı suyu koşulu, süreksizlik yönelimidir. RMR sistemi yardımıyla kaya kütlesinin kalitesi hakkında fikir sahibi olunabilmekte, kazı yöntemine göre ön tasarım amacıyla destek türleri seçilebilmekte ve puan kullanılarak kaya kütlesinin dayanım parametreleri kaya kütlesi deformasyon modülü tayininde faydanılabilmektedir (Emir, 2017). Bu kriter yardımıyla kömürü çevreleyen yan kayaçların kaya kütlesi kalitesine göre çalışanlar açısından çalışma ortamının durumu değerlendirilmiştir.

Arazi gerilmelerinin düzeyi: Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, meydana gelen grizu patlaması olaylarının, aslında jeolojik olarak tektonik arazi gerilmelerinin yüksek olduğu ve bu nedenle gaz göçü ve birikmesi fazla olduğu bölgelerin yakınında meydana geldiği vurgulanmıştır (Zhou, vd., 2017). Çünkü yan kayaçlarda oluşacak gerilmelerin büyüklüğü, üst kısımlardaki katmanların ağırlığına ve dolayısı ile de damarın ve tavanın bu ağırlıktan doğacak olan gerilme durumuna bağlıdır. Oluşan bu basınç daha sonra, kömürün gelen gerilime karşı koyamayacağı seviyeye kadar azalması ile birlikte damardaki kömür ve gazın boşluğa doğru atılmasına neden olmaktadır. Kömür damarı ve çevresindeki katmanlar, tektonik basınçlar sonucunda bölgenin ön-gerilimli duruma gelmiş olmasından da etkilenebilirler (Beamish ve Crosdale, 1998). Ayrıca tektonizmaya uğramış kömürler kendi kendine yanmaya daha yatkındır ve bu durumda ocak çalışma koşullarında istenmeyen tehlikeli bir ortam oluşturabilmektedir.

Yeraltı suyu varlığı: Yeraltı suyu varlığı kriteri ile yeraltı maden ocağında üretim sırasında ortaya çıkan su kastedilmektedir. Ocakta ani su gelirinin olması üretimi kısmen veya tamamen durdurabilmektedir. Bu suyun tahliyesi önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Üstelik ülkemizde taş kömürü madenciliğinde üretimin derinlere inmesiyle beraber suyun tahliyesi daha da zorlaşmakta ve ocakta çalışanlar için önemli bir risk faktörü olarak ortaya çıkmaktadır. Fazla su gelimi yeraltında insan ve ekipmanların verimini düşürmekte, soğuk bölgelerde kuyuların donmasına sebep olmakta, suyun sıcak olması halinde maden havasının bozarak termal konforu etkilemekte, tasman oluşumunu kolaylaştırmakta ve aşırı patlayıcı madde kullanımına sebep olmaktadır.

Demografik ve coğrafik özellikler ana kirterine ait alt kriterler şu şekilde açıklanabilir;

Yerleşim yerlerine yakınlık: Yerleşim yerlerine yakınlık kriteri belirlenirken maden ocağında çalışanların işletmeye transfer sürecinde karşılaşabilecekleri risk faktörleri göz önüne alınmıştır. Şayet maden ocağı ulaşılması çok zor, coğrafi konumundan ötürü engebeli bir yol ile ulaşım sağlanabiliyorsa ocak için usta işçileri temin etmek, temin edilen işçilerin barındırılması bu nedenlerden ötürü önemli bir problem olabilmektedir. Bu durum işçiler üzerinde bir psikososyal risk faktörü oluşturmaktadır.

Gelir düzeyi: Gelir düzeyi kriteri belirlenirken çalışanların aldıkları aylık ücret göz önünde bulundurulmuştur. Söz konusu kriter bir psikososyal tehlikedir. Çalışana indirekt etki etmektedir. Gelir seviyesi düşük olan bir kişinin konsantrasyonu da düşük olmakta ve iş kazasına daha yatkın olmaktadır.

İklim: İklim kriteri, maden ocağının bulunduğu yere ulaşımda kullanılan yol koşullarını etkilediğinden ve ocakların hemen hemen tamamının yollarının stabilize yol olduğu için ulaşımı güçleştirebilecektir. Ayrıca iklim her ne kadar yeraltı ocağındaki çalışmaları direkt olarak etkilemese de yerüstündeki işler kış mevsiminde mümkün olmayabilecektir. Örneğin böyle konumlarda bulunan bir yeraltı kömür ocağından kış aylarında nakliyat yapabilmek çok güçleşecektir. Ayrıca karasal iklimin yoğun olduğu bölgelerdeki çalışanlar zorlu kış şartlarından etkilenecek ve bu durumda çalışma verimlerini ve konsantrasyonlarını düşürecektir.

Çalışanların eğitim düzeyi: Çalışanların eğitim düzeyi kriterinde aldıkları eğitim seviyesi vurgulanmıştır. Eğitim seviyesinin düşük olması (ilköğretim ve altı (okuryazar olmayanlar) gibi), işletmede verilen iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin amacına ulaşma şansını doğrudan ve/veya dolaylı yoldan etkilemekte ve bu durumda çalışanlar için risk unsuru içeren bir ortam oluşturmaktadır. Çünkü eğitim düzeyi düşük bireylerin işletmede alacakları iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri sonrası olası davranış değişiklikleri daha zordur. Çalışanların eğitim düzeyi arttıkça iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında farkındalıkları artmakta, iş kazası ile karşılaşma olasılıkları da kısmen azalmaktadır (Cerev ve Yıldırım, 2018). Her ne kadar işverenlerce temel eğitim ve mesleki eğitimler zaman kaybı ve gereksiz yere katlanılan bir maliyet olarak

kabul görsede, iş kazaları ve meslek hastalıkları üzerinde doğrudan etkili olduğu yadsınamaz bir gerçektir.

Rakım: Rakım kriteri belirlenirken madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü işletmenin bulunduğu bölgenin deniz seviyesinden yüksekliği durumu göz önünde bulundurulmuştur. Çünkü yüksek rakımda yaşanan ve bu koşullara alışkın olmayan kişilerde önemli rahatsızlıklar meydana gelebilmektedir. Bu rahatsızlıkların oluşması, kişide hastalık olup olmadığına (özellikle kalp ve/veya akciğer hastalığı), çıkma (tırmanma) hızına ve kişinin devamlı yaşadığı yerin rakımına bağlıdır. Söz konusu kriter psikososyal bir risk faktörüdür. Çalışana indirekt etki etmekte, çalışma verimini düşürmektedir.

İşletme yönetimi ve ekonomik parametreleri ana kirterine ait alt kriterler şunlardır:

Rezerv miktarı: Rezerv miktarı kriteri ile işletmenin halihazırda işletme hakkına sahip olduğu ruhsat sahasındaki üç boyutuyla hesaplanan görünür rezerv miktarı kastedilmektedir. Rezerv miktarı kriteri işletmenin ömrünün belirlenmesinde en belirleyici kriter olduğunda çalışanların işletmedeki gelecekleri için büyük önem arz etmektedir. Bu durum çalışanları dolaylı yoldan etkileyen bir risk faktörüdür. Çalışanlar için olası gelecek kaygısı, olumsuz bir çalışma ortamı oluşmasına neden olacaktır. Bu durumda iş sağlığı ve güvenliği açısından istenmeyen sonuçlar ortaya çıkmasına neden olabilecektir.

Üretilebilirlik: Üretilebilirlik parametresi olarak adlandırılan parametre çalışanların kömür üretimindeki zorlanma derecelerinin bir ifadesidir. Doğal olarak bu kriterde iş sağlığı ve güvenliği açısından risk faktörlerini arttırıcı bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Kömür üretimi sırasında çalışanların sarf edecekleri ekstra çaba onları daha dikkatsiz çalışmaya itebilecek buda daha tehlikeli bir çalışma ortamı oluşturacaktır. Çalışanlar iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini ihmal etmeleri sonucunda iş kazalarına maruz kalma olasılıklarıda artacaktır. Özellikle mekanizasyona geçilmeyen veya geçilme imkânı olmayan ocaklardaki çalışma koşullarına ek birde işverenin üretim zorlaması olduğundan iş sağlığı ve güvenliği açısından istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.

Maden ömrü: Maden ömrü kriteri de aslında rezerv miktarı kriteri ile ilişkili olup, madenin yani işletmenin ömrü maden kaynağının rezervine bağlı olarak belirlenmektedir. Rezervin dışında madenin ömrü yapılan sözleşme ve işletmenin ekonomik durumuyla da ilişkilidir. İşletmenin iflası halinde veya işletme hakkı sözleşmesinin süresinin sona ermesi durumunda rezerv henüz tükenmemiş olsa bile işletme değişeceğinden ve çalışanlarda değişecektir. Bu durum çalışanların geleceği açısından önemli bir risk faktörüdür.

İşletme büyüklüğü: İşletme büyüklüğü kriteri, işletmenin sermayesi (yatırımı), çalışan sayısı kastedilmektedir. Büyük işletmeler sermaye açısından yeterli kaynaklara sahip oluğundan, iş sağlığı ve güvenliğine gerekli yatırımlara öncelik verebilmektedir. Oysa küçük işletmeler yeterli finansal kaynaklara sahip olmadığından ve ekonomik imkanları sınırlı olduğundan üretim odaklı çalışmakta, gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alma ve bu alanda yatırım yapma konusunda isteksiz davranmaktadır. Büyük işletmelerde çalışanlar, küçük işletmelerde çalışanlara göre iş garantisi bakımından kendilerini daha güvende hissedebilmektedir. Bu durumdaki bir çalışana diğer durumdaki çalışana göre daha düşük risk sınıfında yer almaktadır.

Kömür satış fiyatı: Kömür satış fiyatı kriteri, ocaktan üretilen kömürün piyasaya satış fiyatını açıklamaktadır. Ocaktan üretilecek kömürün miktarı, piyasadaki isteğe bağlı olarak ayarlanacaktır. Örneğin kış aylarında kömüre olan istek, yaz aylarına kıyasla daha fazla olmaktadır. Bazen de kömür piyasanın isteğinden fazla da üretilip stoklanabilmektedir gerekli olduğu zamanlarda piyasaya sürülmektedir. Pazar bulunamaz ise, söz konusu durum işletmeyi kapanmaya kadar götürebilmekte ve bu durumda çalışanlar için bir risk etkeni olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kriter özetle işin devamlılığı açısından büyük önem arz etmektedir.

İşletme türü: Kamu tarafından işletilen kömür ocakları gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini almak ve gerekli yatırımları yapma bakımından özel sektör tarafından işletilen ocaklara göre daha öndedir. İşletme türü (kamu-özel) kriteri ile çalışanların kamuda veya özel işletmelerdeki çalışma durumlarına göre kendilerini güvende hissetmeleri ve/veya hissetmemeleri sonucu dolaylı yoldan bir risk unsurunun oluşup oluşmama durumu sorgulanmaktadır. Özel işletmede çalışan bir kişi hem aylık kazancı bakımından hem de iş garantisi bakımında kendisini kamuda çalışan kişiye göre daha

az güvende hissetmekte ve bu nedenden ötürü yaşadığı tedirginlik haliyle yaptığı işe de yansımakta ve bu durum bir risk unsuru olarak ortaya çıkmaktadır.

Modelde son ana kriter olan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kirterine ait alt kriterler şu şekilde açıklanabilir;

Mekanizasyon düzeyi: Kömür madenciliğinde en ileri teknolojilerin kullanılabilirliğinin ocaktaki emniyet ve çalışma ortamındaki iş sağlığı ve güvenliği açısından önemi büyüktür. Çalışanlar da klasik üretim yöntemlerine göre mekanize üretim yöntemlerinin kullanıldığı kömür ocaklarında birkaç hassasiyetin dışında (uzunayaklarda çalışan kesici yükleyicilerin, tamburlu kesicilerin, zincirli konveyör sistemleri, bantlar gibi taşıyıcı sıstemler gibi ekipmanların çıkardıkları gürültü ocakta çalışanları etkilemesi gibi) kendilerini güvende hissetmektedir. Ancak çalışanlardaki bu aşırı güven hissiyatı ile mekanizasyon sistemine alışma dönemindeki tecrübe eksikliği etkeni bir araya geldiğinde önemli bir risk etkeni ortaya çıkabilmektedir. Burada asıl amaç insansız veya insan gücüne ihtiyacın minimum seviyede olduğu, işçi sağlığı ve iş güvenliğinin ön planda tutulduğu bir üretim yapabilmek ve uzaktan kumanda edilerek yönetilebilen ayrıca çalışana uyumlu bir üretim sistemi için yeni makinelerin geliştirilmesidir.

Uygun üretim yöntemi: Uygun üretim yöntemi ile ocakta halihazırda kullanılmakta olan üretim yönteminin kömür damarının yapısına ve ocağın koşullarına uygunluğu, çalışanların sisteme adaptesi ve olası değişiklere karşı sistemin fleksibilitesi sorgulanmıştır. Söz konusu durumların uyumsuzluğu çalışanlar için bir risk unsuru olarak ortaya çıkacak, çalışma koşullarını etkileyecektir.

Havalandırma düzeyi: Yeraltı madenciliğinde, özellikle kömür madenlerinde ve kömür madenciliğinin güvenlik ve sağlık düzenlemelerine göre aktif ve etkili bir havalandırma sistemi çok önemlidir (Mahdevari vd., 2014). Bu kriterde havalandırmanın yeterliliği bakımında ocaktaki risk seviyesi sorgulanmaktadır. Çalışma yerine temiz, serin, kuru hava sağlanması madenciliğin en önemli işlerinden birisi olup, bu hava ocakta çalışanların teneffüs, makinaların oksijen gereksinimini karşılamaktadır.

Arge çalışmalarının düzeyi: Arge çalışmalarının düzeyi kriteri ile işletmeler tarafında yapılacak çalışanların güvenliği ile ilgili yapılacak her türlü araştırma ve geliştirme faaliyetleri kastedilmektedir. Örneğin işletmelerde kullanılan kişisel koruyucu donanımların yapılacak arge çalışmaları ile işe ve kişiye uygun olarak üretilebilir. Üretim yöntemlerinde de iyileştirmeler yapılabilir.

İSG ekipman ve donanım kullanımı: İSG ekipman ve donanım kullanımı kriteri ile yeraltı kömür ocaklarında kişisel koruyucu donanımların çalışanlar tarafından düzenli kullanıp kullanılmaması durumuna göre oluşabilecek riskli ortam sorgulanmıştır. İşletmelerde belli standartlara sahip kişisel koruyucu donanım kullanımını yaygınlaştırmak için denetimler sıklaştırılmalı, çalışanlar kullanımı konusunda teşvik edilmelidir. Ocaklarda kullanılan ekipmanların çalışanlar tarafından düzenli kullanılmama nedenlerinin başında gelen tasarımlarının çalışanların bu ekipmanlarla birlikte uzun saatler çalışabilecekleri biçimde ergonomik olmayışı gelmektedir. İşletmelerde İSG profesyonelleri tarafından sözkonusu ekipman ve donanımlarının kullanıma bağlı ödül-ceza uygulamamalarına gidilmelidir. Böylece çalışanlar için İSG açısından riskli bir durumun ortaya çıkması önlenebilecektir.

Çalışmada hedef havzalar olarak Türkiye'de üretimin ve iş kazalarının yoğunlaştığı, daha çok yeraltı üretim yöntemiyle üretim yapan işletmelerin bulunduğu havzalar yani alternatifler dikkate alınmıştır. Hiyerarşide havzalar (alternatifler); Soma havzası (SH), Zonguldak havzası (ZH), Kütahya havzası (KH), Beypazarı havzası (BH), Ermenek havzası (EH) ve Trakya havzası (TH) olarak belirlenmiştir. Modelin hiyerarşisindeki ana kriterler ve alt kriterlerin belirlenme sürecinde kullanılan referanslara ait özet bilgiler Çizelge 4.8'de bir bütün olarak verilmiştir.

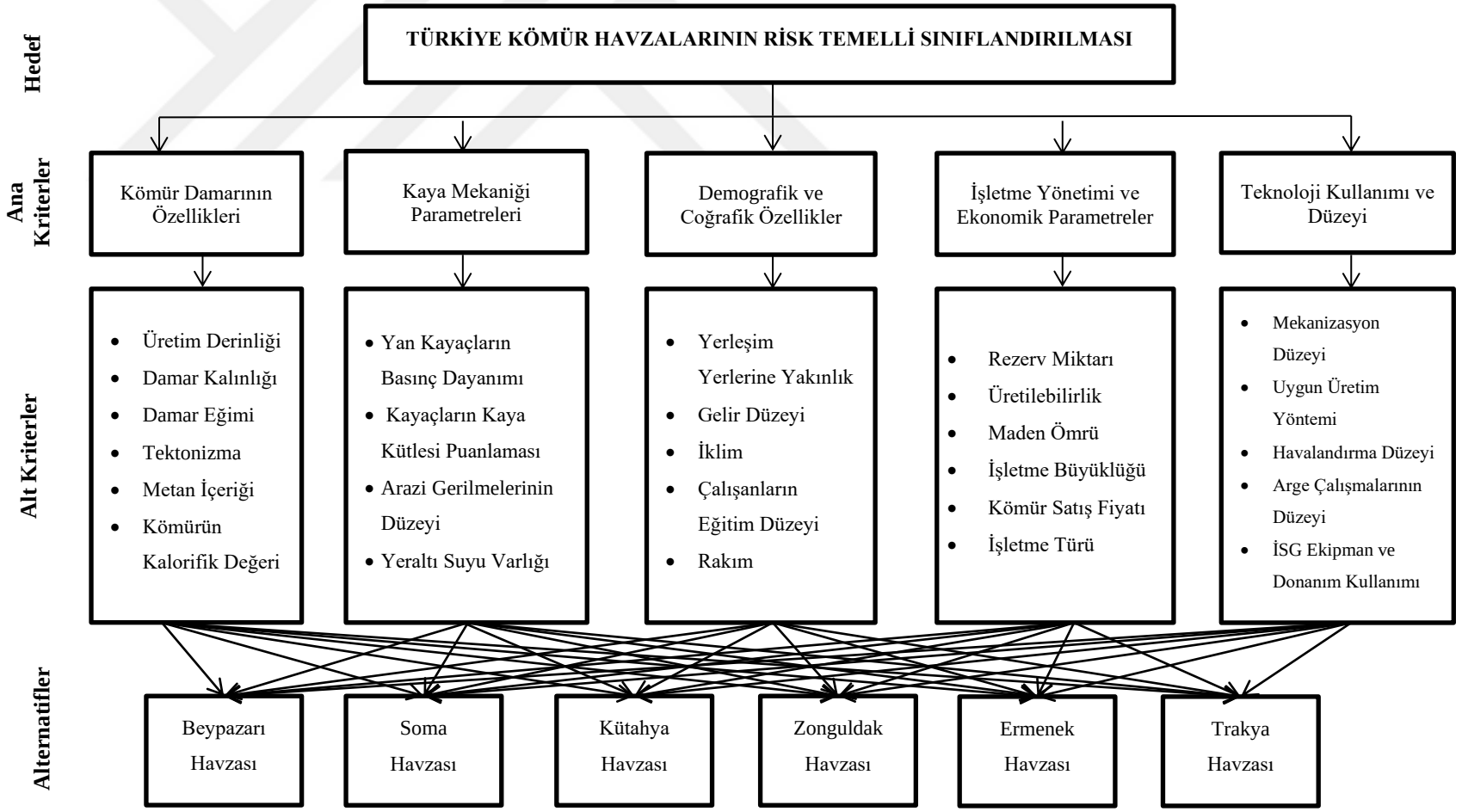
Çalışmada oluşturulan yeraltı kömür ocaklarının risk temelli sınıflandırma modelinin genel hiyerarşik yapısı ise Şekil 4.51'de sunulmuştur. Havzalarda uygulanan anket çalışmaları kapsamında verilerinin değerlendirme yapılabilmesi için AHP yöntemi kullanılarak Expert Choice yazılımda, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak Microsoft Excel programında modeller oluşturulmuştur.

Çizelge 4.8. Hiyerarşik yapının oluşturulma sürecinde kullanılan referanslar.

Ana Kriter	Alt Kriter	Referans
Kömür damarının özellikleri		Samanta vd., (2002), Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), Azadeh vd., (2010), De-shun ve Kai-li, (2011), Gupta ve Kumar, (2012), Yavuz, (2015), Javanshirgiv ve Safari, (2017)
	Üretim derinliği	Karadoğan vd., (2001), Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), Azadeh vd., (2010), Gupta ve Kumar, (2012), Kizil vd., (2014), Yavuz, (2015), Naghadehi vd., (2009), Shariati vd., (2013), Balusa ve Gorai, (2019)
	Damar kalınlığı	Karadoğan vd., (2001), Samanta vd., (2002), Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), Azadeh vd., (2010), Gupta ve Kumar, (2012), Bagdanovic vd., (2012), Kizil vd., (2014), Yavuz, (2015), Naghadehi vd., (2009), Shariati vd., (2013), Balusa ve Gorai, (2019), Javanshirgiv ve Safari, (2017), Balusa ve Singam, (2018)
	Damar eğimi	Karadoğan vd., (2001), Samanta vd., (2002), Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), Azadeh vd., (2010), Gupta ve Kumar, (2012), Bagdanovic vd., (2012), Yavuz, (2015), Naghadehi vd., (2009), Shariati vd., (2013), Balusa ve Gorai, (2019), Javanshirgiv ve Safari, (2017), Gelvez ve Aldana, (2014), Balusa ve Singam, (2018)
	Tektonizma	Alpay ve Yavuz, (2009)
	Metan içeriği	De-shun, L., Kai-li, X., (2011), Kizil vd., (2014), Yavuz, (2015, 108iv d., (2011), Mahdevari vd., (2014)
	Kömürün Kalorifik Değeri	Karadoğan vd., (2001), Kizil vd., (2014)
Kaya mekaniği parametreleri		Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), Mahdevari vd., (2014), Javanshirgiv ve Safari, (2017)
	Yan kayaçların basınç dayanımı	Alpay ve Yavuz, (2009), Bagdanovic vd., (2012), Kizil vd., (2014), Shariati vd., (2013), Balusa ve Gorai, (2019), Mahdevari vd., (2014), Javanshirgiv ve Safari, (2017), Gelvez ve Aldana, (2014)
	Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması	Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), Azadeh vd., (2010), Kizil vd., (2014), Naghadehi vd., (2009), Shariati vd., (2013), Balusa ve Gorai, (2019), Mahdevari vd., (2014), Javanshirgiv ve Safari, (2017), Gelvez ve Aldana, (2014), Balusa ve Singam, (2018)
	Arazi gerilmelerinin düzeyi	Yavuz vd., (2008), Alpay ve Yavuz, (2009), Kizil vd., (2014), Mahdevari vd., (2014), Javanshirgiv ve Safari, (2017)
	Yeraltı suyu varlığı	Mohsen vd., (2009)

Çizelge 4.8 (devam). Hiyerarşik yapının oluşturulma sürecinde kullanılan referanslar.

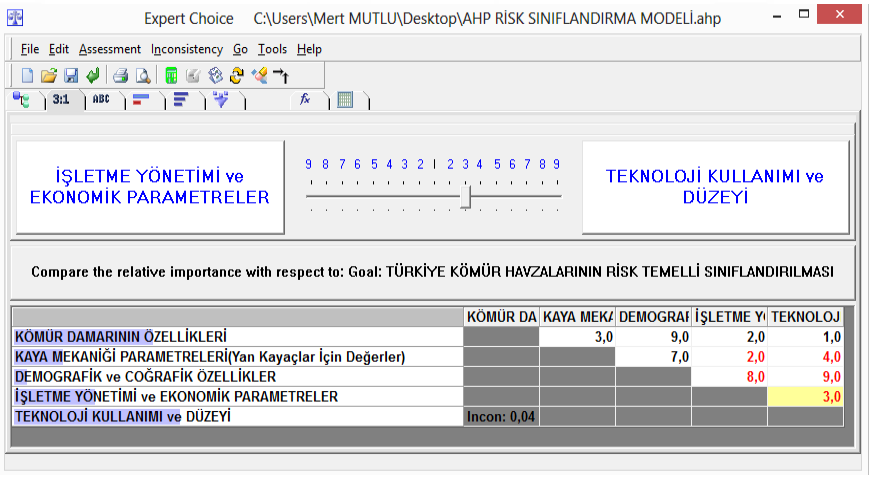
Ana Kriter	Alt Kriter	Referans
Demografik ve Coğrafik Özellikler		Alpay ve Yavuz, (2009), De-shun ve Kai-li, (2011)
	Yerleşim yerlerine yakınlık	Karadoğan vd., (2001)
	Gelir düzeyi	Wang ve Tu, (2015)
	İklim	De-shun ve Kai-li, (2011)
	Çalışanların eğitim düzeyi	Azadeh vd., (2010), De-shun ve Kai-li, (2011), Gupta ve Kumar, (2012), Yılmaz ve Alp, (2016)
	Rakım	Azadeh vd., (2010)
İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler		Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), Gupta ve Kumar, (2012), Badri vd., (2013), Kun vd., (2013)
	Rezerv miktarı	Samanta vd., (2002), Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009)
	Üretilebilirlik	Bascetin, A., (2004), Alpay ve Yavuz, (2009), Azadeh vd., (2010), Kizil vd., (2014), Yavuz ve Alpay, (2008), Naghadehi vd., (2009), Balusa ve Gorai, (2019), Javanshirgiv ve Safari, (2017), Gelvez ve Aldana, (2014), Balusa ve Singam, (2018)
	Maden ömrü	Samanta vd., (2002), Alpay ve Yavuz, (2009)
	İşletme büyüklüğü	Mohsen vd., (2009), Gupta ve Kumar, (2012)
	Kömür satış fiyatı	Gupta ve Kumar, (2012), Mobtaker ve Osanloo, (2013)
	İşletme türü	De-shun ve Kai-li, (2011), Yılmaz ve Alp, (2016).
Teknoloji kullanımı ve düzeyi		Samanta vd., (2002), Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), De-shun ve Kai-li, (2011), Yavuz ve Alpay, (2008), Kun vd., (2013)
	Mekanizasyon düzeyi	Mohsen vd., (2009), Alpay ve Yavuz, (2009), De-shun ve Kai-li, (2011), Yavuz ve Alpay, (2008), Naghadehi vd., (2009), Yılmaz ve Alp, (2016)
	Uygun üretim yöntemi	Alpay ve Yavuz, (2009), De-shun ve Kai-li, (2011), Gelvez ve Aldana, (2014)
	Havalandırma düzeyi	Mohsen vd., (2009), De-shun ve Kai-li, (2011), Li vd., (2011), Mahdevari vd., (2014)
	Arge çalışmalarının düzeyi	De-shun ve Kai-li, (2011), Yılmaz ve Alp, (2016)
	İSG ekipman ve donanım kullanımı	De-shun ve Kai-li, (2011), Badri vd., (2013), Yavuz ve Alpay, (2008), Li vd., (2011), Balusa ve Gorai, (2019), Mahdevari vd., (2014), Javanshirgiv ve Safari, (2017), Gelvez ve Aldana, (2014), Wang ve Tu, (2015)



Şekil 4.51. Risk temelli sınıflandırma modelinin genel hiyerarşik yapısı.

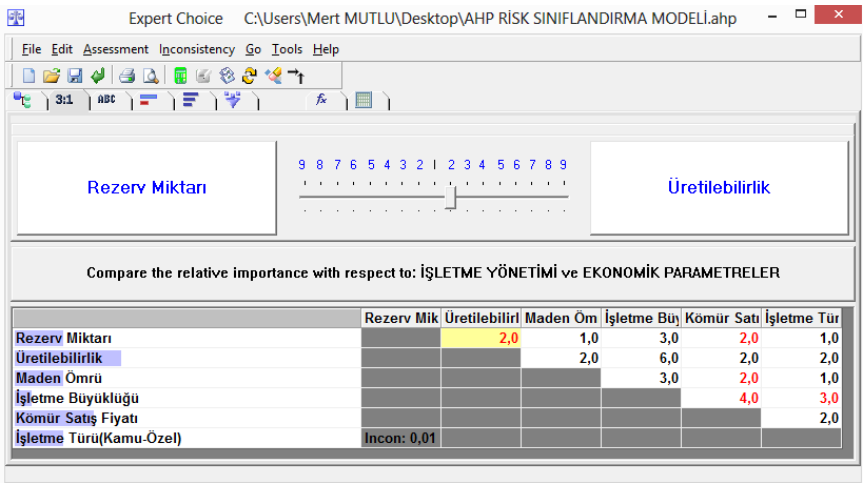
4.2.2. AHP yöntemi ile risk temelli sınıflandırma

Doktora tezinde uygulama çalışmasının ilk aşaması olan bu kısımda, oluşturulan hiyerarşik yapı çerçevesinde belirlenen ana kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin AHP yöntemi ile değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi amacıyla model kapsamında ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Bu matrisler Expert Choice 2000 paket programına aktarılarak gerekli analizler yapılmıştır. Programa hiyerarşik yapı tanımlandıktan sonra ikili karşılaştırma karar matrislerinden amaca göre ana kriterlerin karşılaştırılması matrisi tanımlanmıştır (Şekil 4.52). Böylece modeldeki ana kriterlerin önem sıralaması elde edilebilmiştir.



Şekil 4.52. Amaca göre ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin tanımlanması.

Bu aşama tamamlandıktan sonra her bir ana kriterin alt kriterlerine ilişkin karşılaştırma karar matrisleri de ayrı ayrı modele tanımlanmıştır. Şekil 4.53'te bu tanımlama işlemlerine ilişkin bir örnek olarak modelde işletme yönetimi ve ekonomik parametreleri ana kriterinin alt kriterlerine yönelik karşılaştırma karar matrislerinin ortalamasının modele tanımlanması işlemine yönelik ekran görüntüsü sunulmuştur. Benzer şekilde diğer dört ana kriterin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma karar matrisleri modele ayrı ayrı tanımlanmıştır. Böylece alt kriterlerin önem sıralaması elde edilebilmiştir.

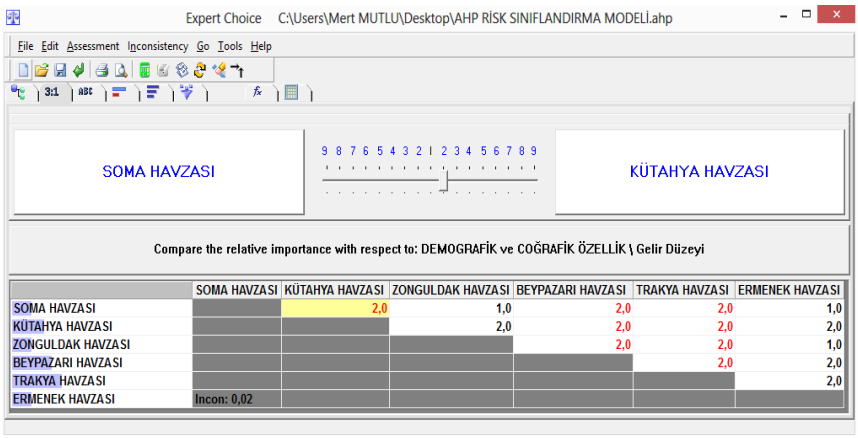


Şekil 4.53. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterlerinin alt kriterleri için ikili matrisinin tanımlanması.

Modelde sonuç elde edebilmek adına son aşama olarak her bir alt kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırma karar matrislerinin modele tanımlanması işlemidir. Şekil 4.54'te bu tanımlama işlemlerine ilişkin bir örnek olarak demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri olan gelir düzeyi kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma karar matrisinin modele tanımlanmasına yönelik bir ekran görünümü sunulmuştur.

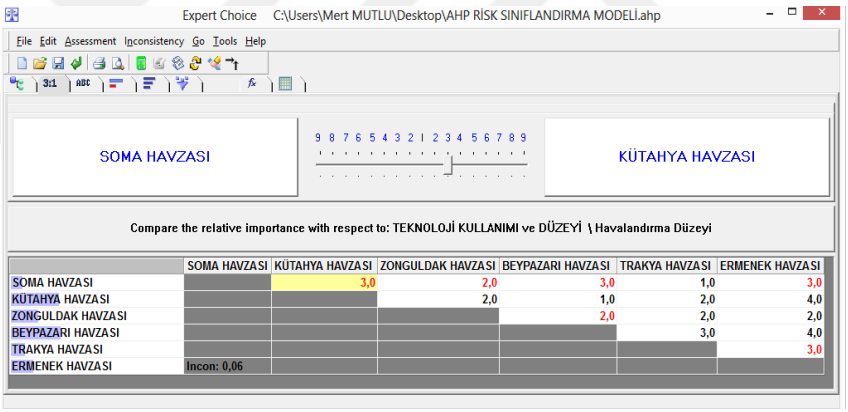
Şekil 4.55'te ise teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan havalandırma düzeyi kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma karar matrisinin modele tanımlanmasına yönelik bir ekran görünümü sunulmuştur.

Benzer şekilde diğer 26 alt kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırma karar matrisleri de modele ayrı ayrı tanımlanmıştır. Bu kısımda oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen önem sırası ise alternatiflerin alt kriterler bazında önem derecelerini belirlemiştir.

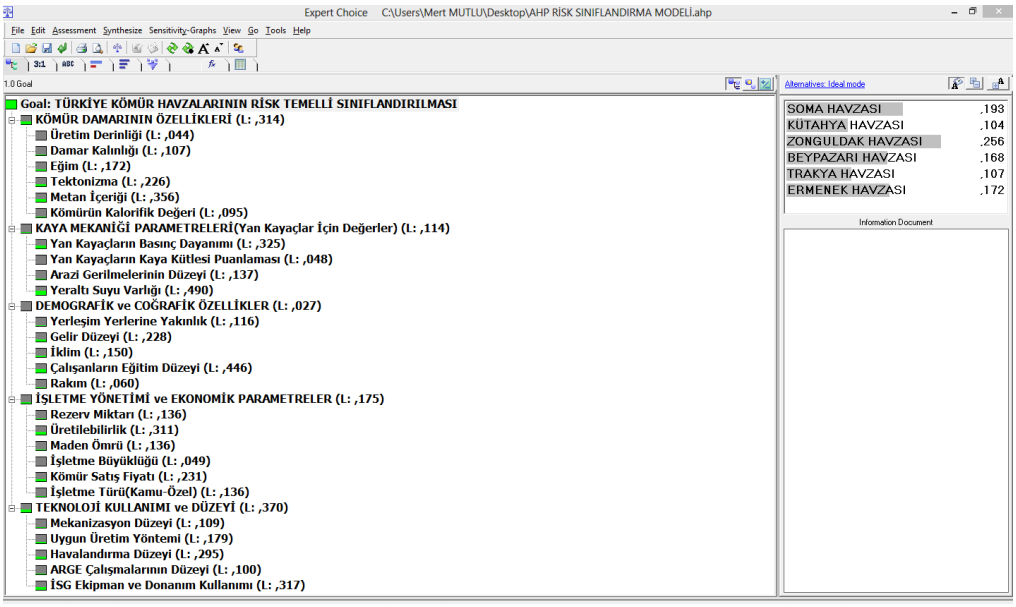


Şekil 4.54. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri olan gelir düzeyi kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma karar matrisinin tanımlanması.

Oluşturulan hiyerarşik yapı çerçevesinde gerekli ikili karşılaştırma karar matrislerinin modele tanımlanması işlemlerinin tamamlanmasıyla model çalıştırılmış ve Şekil 4.56'daki sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.55. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan havalandırma düzeyi kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma karar matrisinin tanımlanması.



Şekil 4.56. AHP yönteminin genel sonuçları.

Şekil 4.56 incelenecek olunursa ekranın sol tarafında modelin hiyerarşik yapısını oluşturan ana kriterlerin ve alt kriterlerin yer aldığı, sağ tarafında ise alternatiflerin yer aldığı görülmektedir. Buradaki ana kriterlerin ve alt kriterlerin yanlarında görülmekte olan (Örneğin kömür damarının özellikleri ana kriterinin yanında yer alan L:0,314 değeri; ya da kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan üretim derinliği kriterinin yanında yer alan L; 0,044 değerleri gibi) o kriterlerin sahip oldukları ağırlık (öncelik) değerleridir. Yani örnek yorumlanacak olunursa kömür damarının özellikleri ana kriterinin modeldeki ağırlığının (risk puanının) 0,314 olduğu, kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan üretim derinliği kriterinin modeldeki ağırlığının (risk puanının) 0,044 olduğu söylenilebilinir. Diğer bir ifadeyle kömür damarının özellikleri ana kriterinin modelin amacına 0,314 oranında; kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan üretim derinliği kriterinin modelin amacına ise 0,044 oranda katkıda bulunduğu da söylenilebilinir. Alternatifler yer alana değerler ise sahip oldukları ağırlık (öncelik) değerleri (risk puanları)'dır. Bu kısım incelenecek olursa modelin amacına göre genel bir değerlendirme yapıldığında en riskli üç alternatifin 0,256'lık risk puanıyla Zonguldak havzası olduğu, bunu sırasıyla 0,193'lük risk puanıyla Soma havzasının ve 0,172'lik risk puanıyla Ermenek havzasının takip ettiği görülmektedir. Alternatiflerin risk puanı sıralamasına göre en riskli havzalar sırasıyla (Zonguldak havzası (0,256) > Soma havzası (0,193) > Ermenek havzası

(0,172) > Beypazarı havzası (0,168) > Trakya havzası (0,107) > Kütahya havzası (0,104) olduğu söylenilebilir. Problemin genel tutarlılık oranı Şekil 4.57'de görüldüğü üzere 0,03'tür. Yani karar problemi için tanımlamış olduğumuz ana kriterler ve alt kriterler için oluşturulan tüm matrisler ile kabul edilebilir seviyede bir modelleme sağlanmıştır.



Şekil 4.57. Hesaplanan genel tutarlılık ve alternatiflerin risk puanlarına göre sıralanması.

Model sonuçları ayrıntılı incelenecek olunursa; Şekil 4.58'de kömür damarının özellikleri ana kriteri göz önünde bulundurulduğunda gerçekleşen alternatiflerin risk sıralamasının Zonguldak havzası (0,289) > Soma havzası (0,285) > Beypazarı havzası (0,138) > Ermenek havzası (0,126) > Trakya havzası (0,121) > Kütahya havzası (0,043) şeklinde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.58. Kömür damarının özellikleri ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri göz önünde bulundurulduğunda gerçekleşen alternatiflerin risk sıralaması Şekil 4.59'daki gibidir.



Şekil 4.59. Kaya mekaniği parametreleri ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.59'daki kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması incelenecek olunursa sıralamanın Ermenek havzası (0,264) > Zonguldak havzası (0,193) > Beypazarı havzası (0,191) > Soma havzası (0,139) > Kütahya havzası (0,124) > Trakya havzası (0,090) şeklinde olduğu görülmüştür. Oluşturulan modelde demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri göz önünde bulundurulduğunda gerçekleşen alternatiflerin risk sıralaması ise Şekil 4.60'ta sunulmuştur.



Şekil 4.60. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.60'te verilen demografik ve coğrafik özellikler ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması incelenecek olunursa sıralamanın Zonguldak havzası (0,260) > Soma havzası (0,235) > Ermenek havzası (0,181) > Trakya havzası (0,126) > Beypazarı havzası (0,124) > Kütahya havzası (0,074) şeklinde olduğu söylenilebilir. Modelde diğer bir ana kriter olan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri göz önünde bulundurulduğunda gerçekleşen alternatiflerin risk sıralaması Şekil 4.61'deki gibidir.



Şekil 4.61. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.61'de verilen işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması incelenecek olunursa sıralamanın Zonguldak havzası (0,244) > Ermenek havzası (0,215) > Beypazarı havzası (0,191) > Soma havzası

(0,143) > Trakya havzası (0,115) > Kütahya havzası (0,091) şeklinde olduğu görülmüştür.

Oluşturulan modelde son ana kriter olan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri göz önünde bulundurulduğunda gerçekleşen alternatiflerin risk sıralaması ise Şekil 4.62'de sunulmuştur.



Şekil 4.62. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.62'de verilen ekran görünümünde yer alan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması incelenecek olunursa sıralamanın Zonguldak havzası (0,253) > Beypazarı havzası (0,180) > Ermenek havzası (0,164) > Kütahya havzası (0,154) > Soma havzası (0,153) > Trakya havzası (0,096) şeklinde olduğu söylenilebilir. Modeldeki Expert Choice yazılımında genel çözüm sonucunda elde edilen ana kriterler bazında alternatiflerin risk puanı değerleri özet olarak Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.9 incelenecek olunursa en önemli ana kriterin hesaplanan 0,370 risk puanıyla teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri olduğu açıkça görülmektedir. Bunu sırasıyla 0,314 ve 0,175 olarak hesaplanan risk puanlarıyla sırasıyla kömür damarı özellikleri ana kriterinin ve işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin takip etmekte olduğu görülmektedir. Çizelgenin son sütününda havzalar için hesaplanan genel risk puanlarına bakıldığında en riskli havzanın 0,256 olarak hesaplanan risk skoruyla Zonguldak havzası olduğu görülmektedir. Diğer satırlarda ise her bir ana kriter için hesaplanan havzaların risk puanları toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.9. Ana kriterler bazında hesaplanan alternatiflerin risk puanları ve alternatiflerin genel risk puanları.

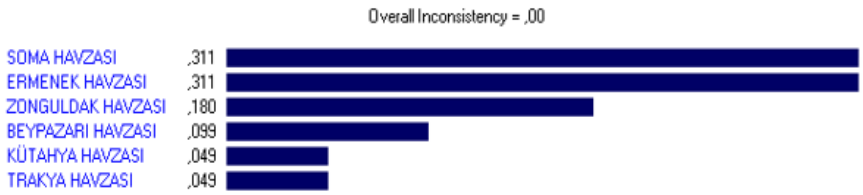
	Kömür Damarının Özellikleri	Kaya Mekaniği Parametreleri	Demografik ve Coğrafik Özellikler	İşletme Yönetimi ve Ekonomik Parametreler	Teknoloji Kullanımı ve Düzeyi	Risk Puanı (W)
Risk Puanı (W)	0,314	0,114	0,027	0,175	0,370	
Soma Havzası	0,285	0,139	0,235	0,143	0,153	0,193
Kütahya Havzası	0,043	0,124	0,074	0,091	0,154	0,104
Zonguldak Havzası	0,289	0,193	0,260	0,244	0,253	0,256
Beypazarı Havzası	0,138	0,191	0,124	0,191	0,180	0,168
Trakya Havzası	0,121	0,090	0,126	0,115	0,096	0,107
Ermenek Havzası	0,126	0,264	0,181	0,215	0,164	0,172

Modelde ayrıca her bir ana kriterin alt kriterleri için de alternatifler sıralanmıştır. Kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan üretim derinliği kriteri için alternatiflerin risk sıralmasına yönelik değerler Şekil 4.63'te sunulmuştur.



Şekil 4.63. Üretim derinliği alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.63 incelenecek olunursa üretim derinliği alt kriterine göre en riskli havzanın Soma havzası (0,285) olduğu görülmektedir. Şekil 4.64'te kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan damar kalınlığı kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.64. Damar kalınlığı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.64'teki değerler incelenecek olunursa, damar kalınlığı alt kriterine göre en riskli havzaların Soma havzası (0,311) ve Ermenek havzası (0,311) olduğu görülmektedir. Şekil 4.65'te kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan damar eğimi kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



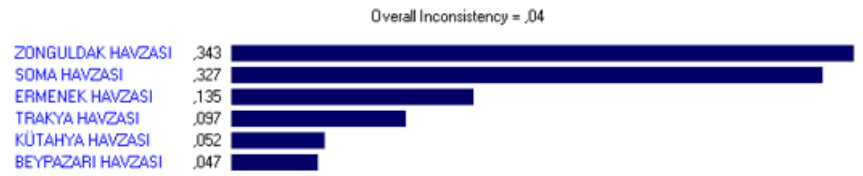
Şekil 4.65. Damar eğimi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.65'teki değerler incelenecek olunursa, damar eğimi alt kriterine göre en riskli havzanın Beypazarı havzası (0,372) olduğu görülmektedir. Şekil 4.66'da kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan tektonizma kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.66. Tektonizma alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.66 incelenecek olunursa tektonizma alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,337) olduğu görülmektedir. Şekil 4.67'de kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan metan içeriği kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.67. Metan içeriği alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.67 incelenecek olunursa metan içeriği alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,343) olduğu görülmektedir. Şekil 4.68'de kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriteri olan kömürün kalorifik değeri kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.68. Kömürün kalorifik değeri alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.68 incelenecek olunursa kömürün kalorifik değeri alt kriterine göre en riskli havzanın Soma havzası (0,331) olduğu görülmektedir. Şekil 4.69'da kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriteri olan yan kayaçların basınç dayanımı kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.69. Yan kayaçların basınç dayanımı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.69 incelenecek olunursa yan kayaçların basınç dayanımı alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,289) olduğu görülmektedir. Şekil 4.70'te kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriteri olan yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.70. Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.70 incelenecek olunursa yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,364) olduğu görülmektedir. Şekil 4.71'de kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriteri olan arazi gerilmelerinin düzeyi kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



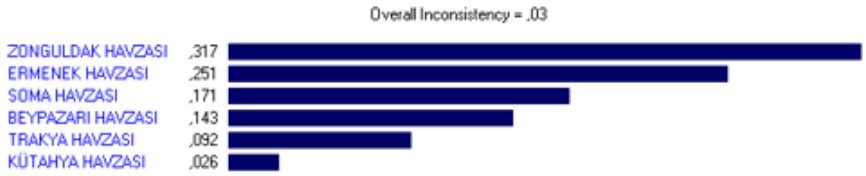
Şekil 4.71. Arazi gerilmelerinin düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.71 incelenecek olunursa arazi gerilmelerinin düzeyi alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,300) olduğu görülmektedir. Şekil 4.72'de kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriteri olan yeraltı suyu varlığı kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.72. Yeraltı suyu varlığı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.72 incelenecek olunursa yeraltı suyu varlığı alt kriterine göre en riskli havzanın Ermenek havzası (0,408) olduğu görülmektedir. Şekil 4.73' te demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri yerleşim yerlerine yakınlık kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.73. Yerleşim yerlerine yakınlık alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.73 incelenecek olunursa yerleşim yerlerine yakınlık alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,317) olduğu görülmektedir. Şekil 4.74'te demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri olan gelir düzeyi kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.74. Gelir düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.74 incelenecek olunursa gelir düzeyi alt kriterine göre en riskli havzanın Trakya havzası (0,280) olduğu görülmektedir. Şekil 4.75'te demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri olan iklim kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.75. İklim alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.75 incelenecek olunursa iklim alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,292) olduğu görülmektedir. Şekil 4.76'da demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri olan çalışanların eğitim düzeyi kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.76. Çalışanların eğitim düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.76 incelenecek olunursa çalışanların eğitim düzeyi alt kriterine göre en riskli havzanın Soma havzası (0,383) olduğu görülmektedir. Şekil 4.77'de demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri olan rakım kriteri için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur



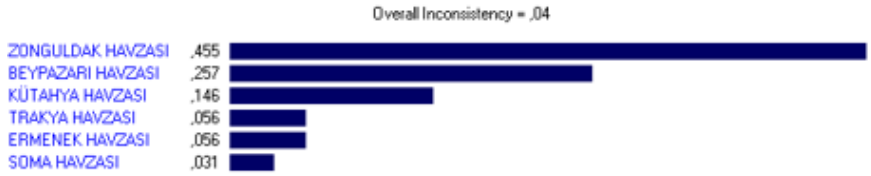
Şekil 4.77. Rakım alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.77 incelenecek olunursa rakım alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,336) olduğu görülmektedir. Şekil 4.78'de işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriteri olan rezerv miktarı için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.78. Rezerv miktarı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.78 incelenecek olunursa rezerv miktarı alt kriterine göre en riskli havzanın Ermenek havzası (0,332) olduğu görülmektedir. Şekil 4.79'da işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriteri olan üretilebilirlik için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.79. Üretilebilirlik alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.79 incelenecek olunursa üretilebilirlik alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,455) olduğu görülmektedir. Şekil 4.80'de işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriteri olan maden ömrü için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.80. Maden ömrü alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.80 incelenecek olunursa maden ömrü alt kriterine göre en riskli havzanın Beypazarı havzası (0,362) olduğu görülmektedir. Şekil 4.81'de işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriteri olan işletme büyüklüğü için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.81. İşletme büyüklüğü alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.81 incelenecek olunursa işletme büyüklüğü alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,228) olduğu görülmektedir. Şekil 4.82'de işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriteri olan kömür satış fiyatı için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.82. Kömür satış fiyatı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.82 incelenecek olunursa kömür satış fiyatı alt kriterine göre en riskli havzanın Ermenek havzası (0,321) olduğu görülmektedir. Şekil 4.83'te işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriteri olan işletme türü (kamu-özel) için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.83. İşletme türü alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.83 incelenecek olunursa işletme türü (kamu-özel) alt kriterine göre en riskli havzanın hesaplanan 0,481 risk puanıyla Ermenek havzası olduğu görülmektedir. Şekil 4.84'te teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan mekanizasyon düzeyi için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



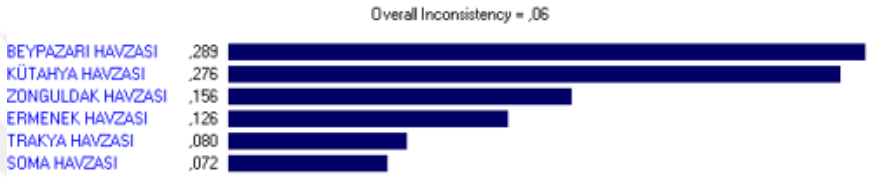
Şekil 4.84. Mekanizasyon düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.84 incelenecek olunursa mekanizasyon düzeyi alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,354) olduğu görülmektedir. Şekil 4.85'te teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan uygun üretim yöntemi için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



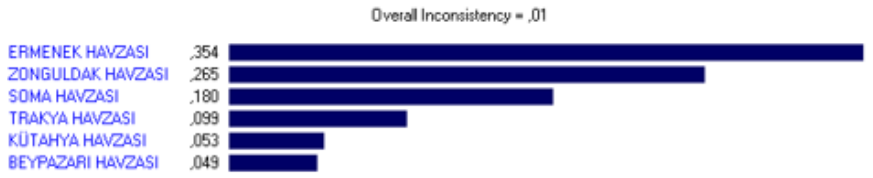
Şekil 4.85. Uygun üretim yöntemi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.85 incelenecek olunursa uygun üretim yöntemi alt kriterine göre en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,337) olduğu görülmektedir. Şekil 4.86'da teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan havalandırma düzeyi için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



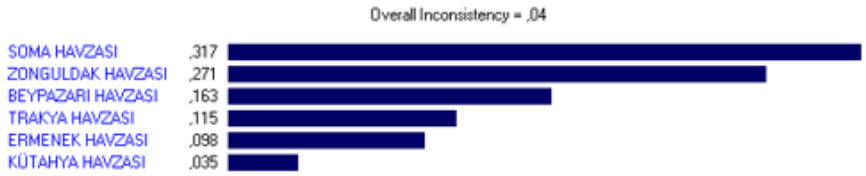
Şekil 4.86. Havalandırma düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.86 incelenecek olunursa havalandırma düzeyi alt kriterine göre en riskli havzanın Beypazarı havzası (0,289) olduğu görülmektedir. Şekil 4.87'de teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan arge çalışmalarının düzeyi için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik sonuçlar sunulmuştur.



Şekil 4.87. Arge çalışmalarının düzeyi alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.87 incelenecek olunursa arge çalışmalarının düzeyi alt kriterine göre en riskli havzanın Ermenek havzası (0,354) olduğu görülmektedir. Şekil 4.88'de teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan İSG ekipman ve donanım kullanımı için alternatiflerin risk sıralamasına yönelik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.88. İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriterine göre alternatiflerin risk sıralaması.

Şekil 4.88 incelenecek olunursa arge çalışmalarının düzeyi alt kriterine göre en riskli havzanın Soma havzası (0,317) olduğu görülmektedir. Genel bir değerlendirme yapılmak istenirse, oluşturulan hiyerarşik modele AHP uygulaması sonucu alternatiflerin yani havzaların genel risk sıralamasının Zonguldak havzası (0,256) > Soma havzası (0,193) > Ermenek havzası (0,172) > Beypazarı havzası (0,168) > Trakya havzası (0,107) > Kütahya havzası (0,104) şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Kömür damarının özellikleri ana kriteri göz önünde bulundurulduğu durumda en yüksek risk puanına sahip havzaların sırasıyla Zonguldak havzası, Soma havzası ve Beypazarı havzası olduğu görülmüştür. Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterine göre en yüksek risk puanına sahip havzalar sırasıyla Ermenek havzası, Zonguldak havzası ve Beypazarı havzası olarak tespit edilmiştir. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterine göre en riskli havzaların sırasıyla Zonguldak havzası, Soma havzası ve Ermenek havzası olduğu; işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterine göre şekillenen sıralamanın ise Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Beypazarı havzası şeklinde olduğu görülmektedir. Modelde son ana kriter olan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterine göre yapılan sıralamanın ise Zonguldak havzası, Beypazarı havzası ve Ermenek havzası şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Üretim derinliği alt kriterine göre havzalar için hesaplanan risk puanları değerlendirildiğinde risk sıralamasının Soma havzası, Zonguldak havzası, ve Trakya havzası şeklinde olduğu; damar kalınlığı alt kriterine göre eşit risk puanlarıyla Soma havzası ve Ermenek havzası şeklinde olduğu; damar eğimi alt kriterine göre Beypazarı havzası, Zonguldak havzası ve Soma havzası şeklinde olduğu; tektonizma alt kriterine göre Zonguldak havzası, Soma havzası ve Trakya havzası şeklinde olduğu; metan içeriği alt kriterine göre Zonguldak havzası, Soma havzası ve Ermenek havzası

şeklinde olduğu; kömürün kalorifik değerine göre ise Soma havzası, Zonguldak havzası ve Ermenek havzası şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Yan kayaçların basınç dayanımı alt kriterine göre havzalar için hesaplanan risk puanları değerlendirildiğinde sıralamanın Zonguldak havzası, Beypazarı havzası ve Soma havzası şeklinde olduğu; yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması kriterine göre Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Soma havzası şeklinde olduğu; arazi gerilmeleri düzeyine göre Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Soma havzası şeklinde olduğu; yeraltı suyu varlığı kriterine göre ise Ermenek havzası, Kütahya havzası ve Soma havzası olduğu belirlenmiştir.

Yerleşim yerlerine yakınlık alt kriterine göre havzalar için hesaplanan risk puanları değerlendirildiğinde sıralamanın Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Soma havzası şeklinde olduğu, gelir düzeyi kriterine göre sıralamanın Trakya havzası, Beypazarı havzası ve Kütahya havzası şeklinde olduğu; iklim kriterine göre sıralamanın Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Soma havzası şeklinde olduğu; çalışanların eğitim düzeyine göre sıralamanın Soma havzası, Zonguldak havzası ve Ermenek havzası şeklinde olduğu ve rakım kriterine göre ise sıralamanın Zonguldak havzası, Soma havzası ve Ermenek havzası şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Rezerv miktarı kriteri için hesaplanan risk puanları kullanılarak havzalar için bir değerlendirme yapılmak istenirse sıralamanın Ermenek havzası, Soma havzası ve Zonguldak havzası şeklinde olduğu; üretilebilirlik alt kriterine göre bu sıralamanın Zonguldak havzası, Beypazarı havzası ve Kütahya havzası şeklinde olduğu; maden ömrü alt kriteri için bu sıralamanın Beypazarı havzası, Zonguldak havzası ve Soma havzası şeklinde olduğu; işletme büyüklüğü alt kriteri için bu sıralamanın Zonguldak havzası, Soma havzası ve Beypazarı havzası şeklinde olduğu; kömür satış fiyatı kriteri bakımında sıralamanın Ermenek havzası, Soma havzası ve Zonguldak havzası şeklinde olduğu ve işletme türü bakımında sıralamanın ise Ermenek havzası, Kütahya havzası ve Zonguldak havzası şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Hiyerarşide son ana kriter olan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri alt kriterlerinden mekanizasyon düzeyi kriteri için havzaların risk sıralaması yapıldığında bu sıralamanın Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Trakya havzası şeklinde

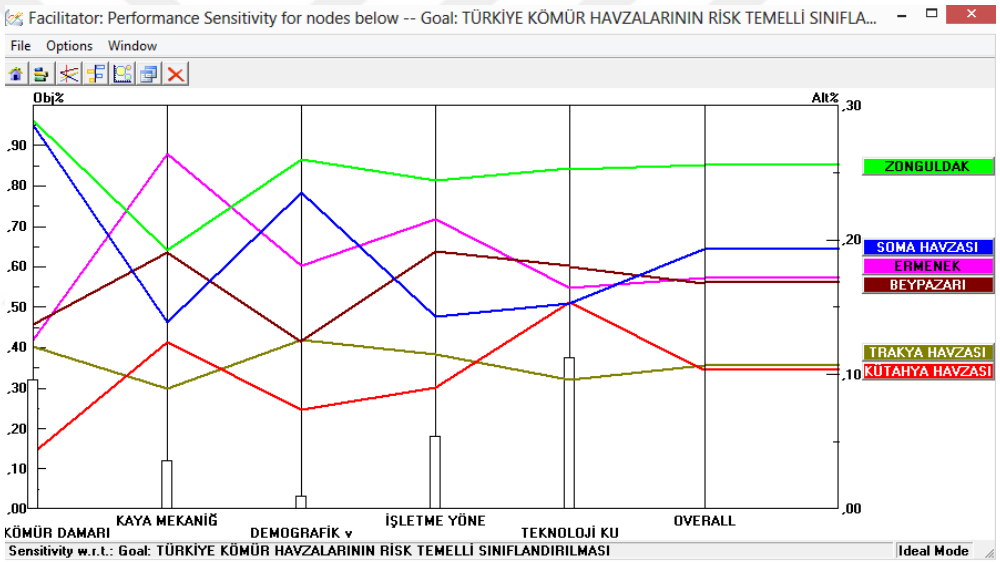
olduğu; uygun üretim yöntemi kriteri bakımından sıralamanın Zonguldak havzası, Kütahya havzası ve Beypazarı havzası şeklinde olduğu; havalandırma düzeyi bakımından sıralamanın Beypazarı havzası, Kütahya havzası ve Zonguldak havzası şeklinde olduğu; arge çalışmalarının düzeyi bakımından sıralamanın Ermenek havzası, Zonguldak havzası ve Soma havzası şeklinde olduğu ve İSG ekipman ve donanım kullanımı kriteri bakımından sıralamanın ise Soma havzası, Zonguldak havzası ve Beypazarı havzası şeklinde olduğu bulunmuştur. Çizelge 4.10'da modele AHP uygulaması sonucunda hesaplanan alt kriterlerin risk puanları ve her bir alt kriter için havzaların hesaplanan risk puanları birarada verilmiştir.

Çizelge 4.10. Alt kriterlerin ve alt kriterler bazında alternatiflerin hesaplanan risk puanları.

Alt Kriterlerin Risk Puanları		Alt Kriterler Bazında Alternatiflerin Risk Puanları					
		Soma Havzası	Kütahya Havzası	Zonguldak Havzası	Beypazarı Havzası	Trakya Havzası	Ermenek Havzası
Üretim Derinliği	0,044	0,285	0,029	0,285	0,086	0,157	0,157
Damar Kalınlığı	0,107	0,311	0,049	0,180	0,099	0,049	0,311
Eğim	0,172	0,180	0,046	0,205	0,372	0,154	0,044
Tektonizma	0,226	0,259	0,030	0,337	0,168	0,173	0,032
Metan İçeriği	0,356	0,327	0,052	0,343	0,047	0,097	0,135
Kömürün Kalorifik Değeri	0,095	0,331	0,031	0,246	0,092	0,099	0,202
Yan Kayaçların Basınç Dayanımı	0,325	0,134	0,042	0,289	0,268	0,134	0,134
Yan Kayaçların Kaya Kütlesi Puanlaması	0,048	0,120	0,031	0,364	0,120	0,113	0,253
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	0,137	0,183	0,032	0,300	0,183	0,096	0,208
Yeraltı Suyu Varlığı	0,490	0,129	0,247	0,043	0,129	0,043	0,408
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	0,116	0,171	0,026	0,317	0,143	0,092	0,251
Gelir Düzeyi	0,228	0,108	0,175	0,108	0,221	0,280	0,108
İklim	0,150	0,131	0,063	0,292	0,131	0,123	0,261
Çalışanların Eğitim Düzeyi	0,446	0,383	0,030	0,322	0,045	0,045	0,176
Rakım	0,060	0,282	0,030	0,336	0,146	0,030	0,176
Rezerv Miktarı	0,136	0,250	0,046	0,145	0,080	0,145	0,332
Üretilebilirlik	0,311	0,031	0,146	0,455	0,257	0,056	0,056
Maden Ömrü	0,136	0,187	0,038	0,187	0,362	0,187	0,038
İşletme Büyüklüğü	0,049	0,211	0,033	0,228	0,211	0,211	0,106
Kömür Satış Fiyatı	0,231	0,187	0,073	0,163	0,148	0,109	0,321
İşletme Türü	0,136	0,039	0,180	0,174	0,063	0,063	0,481
Mekanizasyon Düzeyi	0,109	0,044	0,039	0,354	0,035	0,186	0,341
Uygun Üretim Yöntemi	0,179	0,048	0,260	0,337	0,157	0,040	0,157
Havalandırma Düzeyi	0,295	0,072	0,276	0,156	0,289	0,080	0,126
Arge Çalışmalarının Düzeyi	0,100	0,180	0,053	0,265	0,049	0,099	0,354
İSG Ekipman ve Donanım Kullanımı	0,317	0,317	0,035	0,271	0,163	0,115	0,098

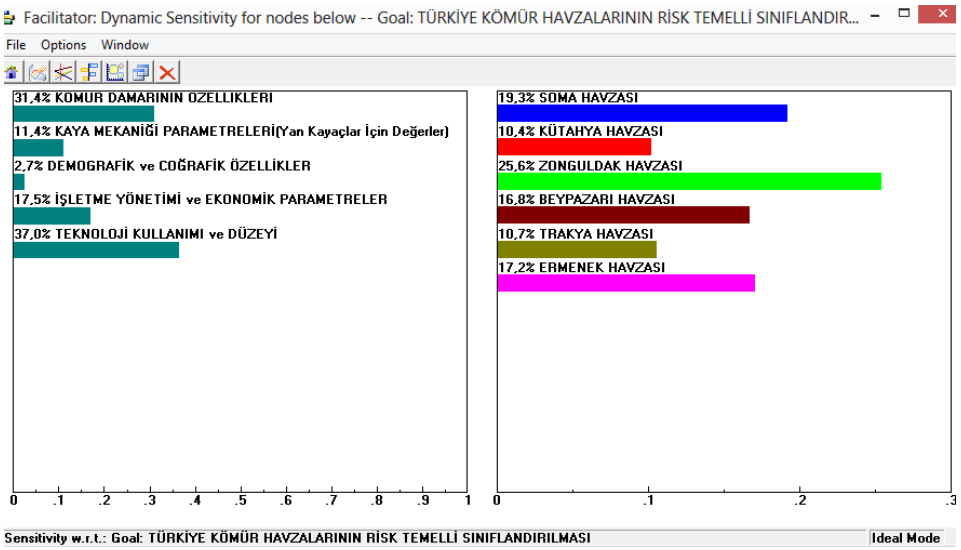
4.2.2.1. Duyarlılık analizi

Expert Choice yazılımının en önemli özelliklerinde birisi de duyarlılık analizine olanak tanımasıdır. Duyarlılık analizi bir kriterin önceliğinin değişmesi durumunda diğer kriterlerin, alternatiflerin ve buna bağlı olarak da modelin genel sonuçlarının nasıl değişebileceğini bize anlık simüle etme imkânı tanır. Çalışma kapsamında oluşturulan modelde alternatiflerin yani havzaların risk puanlarının, ana kriterler risk puanları karşısındaki değişim duyarlılıklarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.89'da verilmiştir. Şekil 4.89 incelenecek olunursa, Zonguldak havzası alternatifinin en yüksek risk puanına sahip olduğu ve diğerlerine nazaran ön plana çıktığı görülmektedir. Burada her bir ana kriter üzerinde yapılacak değişikliklerin, diğer ana kriterleri ve alternatifleri nasıl etkileyeceğine dair bir fikir vermektedir.



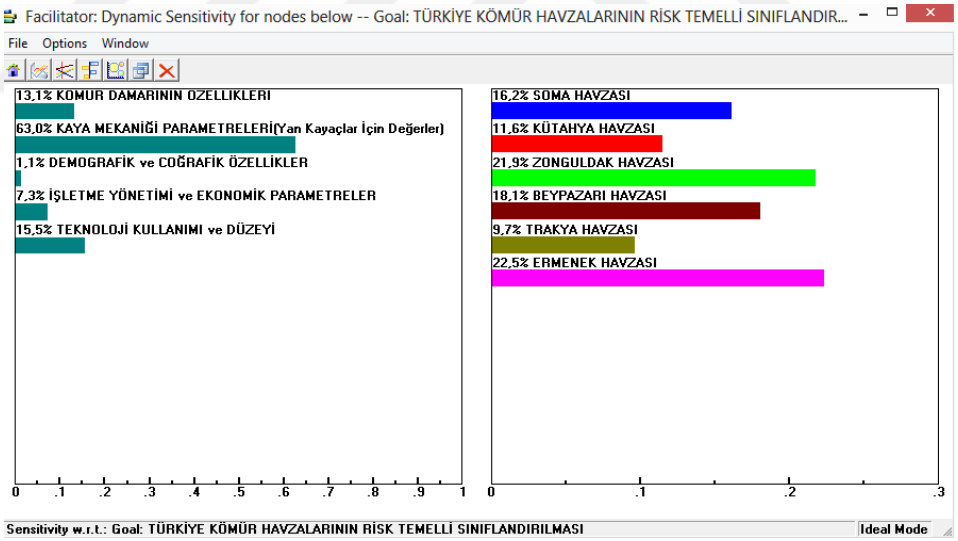
Şekil 4.89. Ana kriterlerin sonuca etkisinin grafiksel gösterimi.

Expert Choice yazılımında oluşturulan modelde ana kriterler ve bunlara bağlı olarak gerçekleşen alternatiflerin risk puanı sıralamasına ait dinamik duyarlılığına ilişkin sonuçlar Şekil 4.90'da verilmiştir. Şekil 4.90 incelendiğinde ana kriterlerin aldığı öncelik değerlerine göre alternatiflerin durumlarının çizgisel ve sayısal gösterimle ifade edildiği görülmektedir. Burada farklı durum senaryolarına göre olası değişiklikler anlık olarak gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4.90. Alternatiflerin dinamik duyarlılıkları.

Oluşturulacak herhangi bir senaryo ile model test edilmiştir. Modelin Şekil 4.90'da verilen dinamik hassasiyet uygulaması kısmında seçilecek herhangi bir alternatif için değerlendirme yapılmıştır (Şekil 4.91).



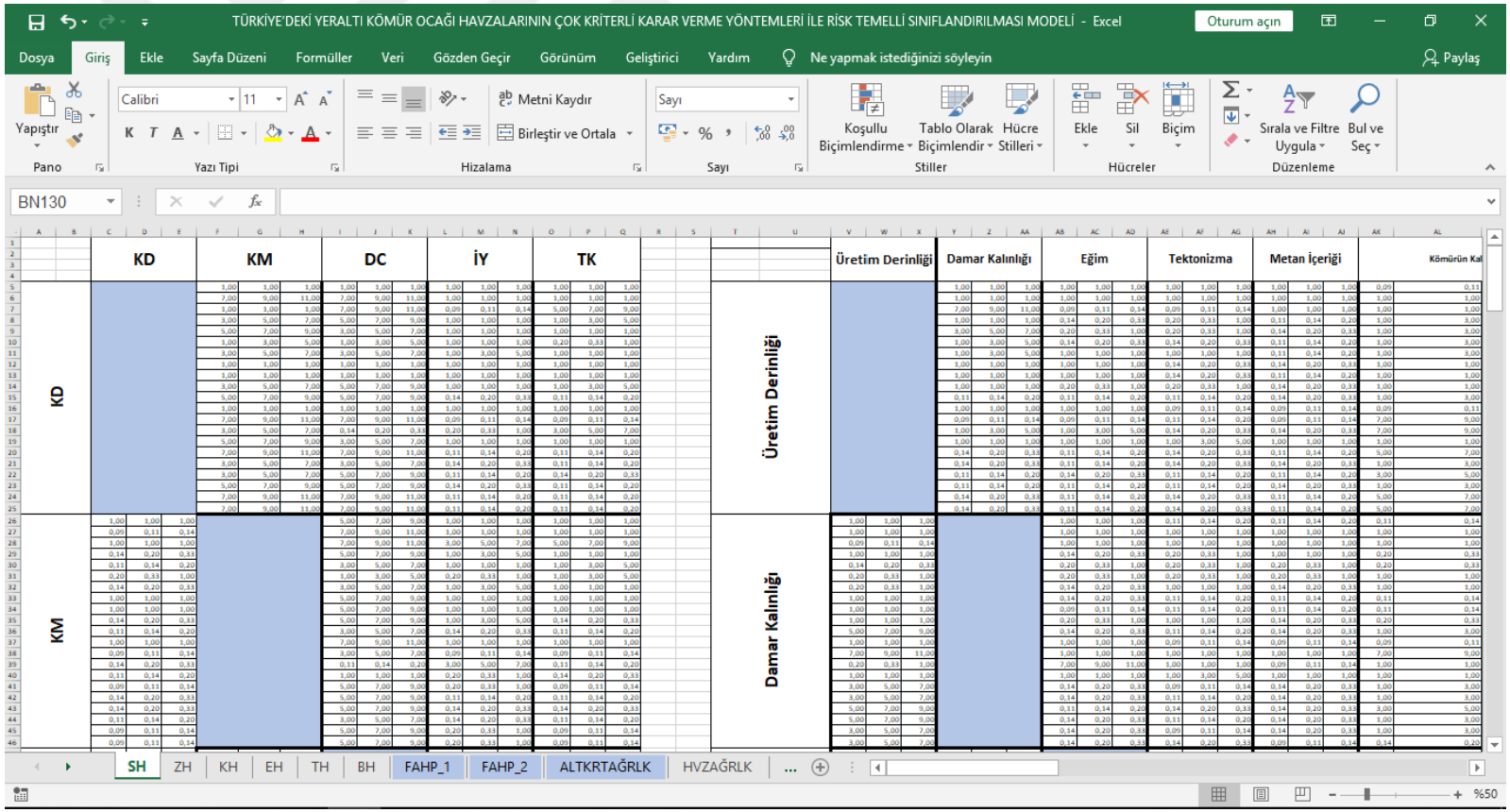
Şekil 4.91. Kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin risk puanının değiştirilmesinden sonraki durum.

Örneğin modelin hali hazırdaki mevcut durumunda kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri 0,114 risk puanı değeri ile 4. sırada yer almaktadır. Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin 0,114 risk

puanını 0,630 değerine yükseltilecek olunursa yani yeni bir durum senaryosu için model test edilmek istenirse, bu değişime bağlı olarak anlık simüle ile diğer sonuçların değiştiği, kömür damarı özellikleri ana kriterinin 0,314 risk puanının 0,131 değerine düştüğü; 0,027 risk puanına sahip olan demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin puanının 0,011 değerine düştüğü; 0,175 olan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin risk puanının 0,073 değerine düştüğü ve 0,370 olarak hesaplanan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin risk puanının ise 0,155 değerine düştüğü görülmektedir. Alternatiflerin risk puanları da bu değişimden etkilenmiş olup; Ermenek havzası içim hesaplanan risk puanının 0,172 değerinden yeni durumda 0,225 değerine yükseldiği, Trakya havzası için hesaplanan risk puanının 0,107 değerinden yeni durumda 0,097 değerine düştüğü, Beypazarı havzası için hesaplanan risk puanının 0,168 değerinden yeni durumda 0,181 değerine yükseldiği, Zonguldak havzası için hesaplanan risk puanının 0,256 değerinden yeni durumda 0,219 değerine düştüğü, Kütahya havzası için hesaplanan risk puanının 0,104 değerinden yeni durumda 0,116 değerine yükseldiği ve Soma havzası için de 0,193 olarak hesaplanan risk puanının yeni durumda 0,162 değerine düştüğü görülmüştür. Simüle edilen olası yeni durum senaryosunda havzaların risk temelli sıralamasının Ermenek havzası > Zonguldak havzası > Beypazarı havzası > Soma havzası > Kütahya havzası > Trakya havzası olarak şekillendiği görülmüştür.

4.2.3. Bulanık AHP yöntemi ile risk temelli sınıflandırma

ÇKKV tekniklerinden olan Bulanık AHP yöntemi ile risk temelli sınıflandırma yapılabilmesi için öncelikle anket verileri (ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırma değerleri) Microsoft Excel programında her bir havza (alternatif) için oluşturulan ilgili ikili karşılaştırma matrislerindeki yerlerine tek tek girilmiştir. Verilerin Microsoft Excel programına girilmesi işlemi Şekil 4.92'de sunulmuştur. Her bir hücreye anket verilerindeki değerlere istinaden girilen bulanık ölçek değeri karşılığı için diğer karşılaştırma satırına yazılacak karşılık ölçek karşılığı için kod yazılmış böylece veri girme işleminde zaman tasarrufu sağlanabilmiştir. Toplamda, anket sayısı olan yani 191 karar vericinin doldurduğu, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifleri için ikili karşılaştırmalar tek tek Microsoft Excel programına aktarılmıştır.



Şekil 4.92. Anket verilerinin (ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırma değerlerinin) Microsoft Excel programına aktarılma süreci.

Bulanık AHP sürecinde temel işlemlere geçilmeden önce her bir havzada en önemli risk etkenlerini belirleyebilmek amacıyla model kapsamında değerlendirmeler yapılacaktır.

4.2.3.1. Havza bazında ana kriterler için risk puanlarının hesaplanması

Çizelge 4.11'de Soma havzası için sadece havza bazında oluşturulan ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir. Çizelgelerde kömür damarının özellikleri ana kriteri için KD, Kaya mekaniği parametreleri ana kriteri için KM, demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için DC, işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için İY ve teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için TK kısaltma ifadeleri kullanılmıştır.

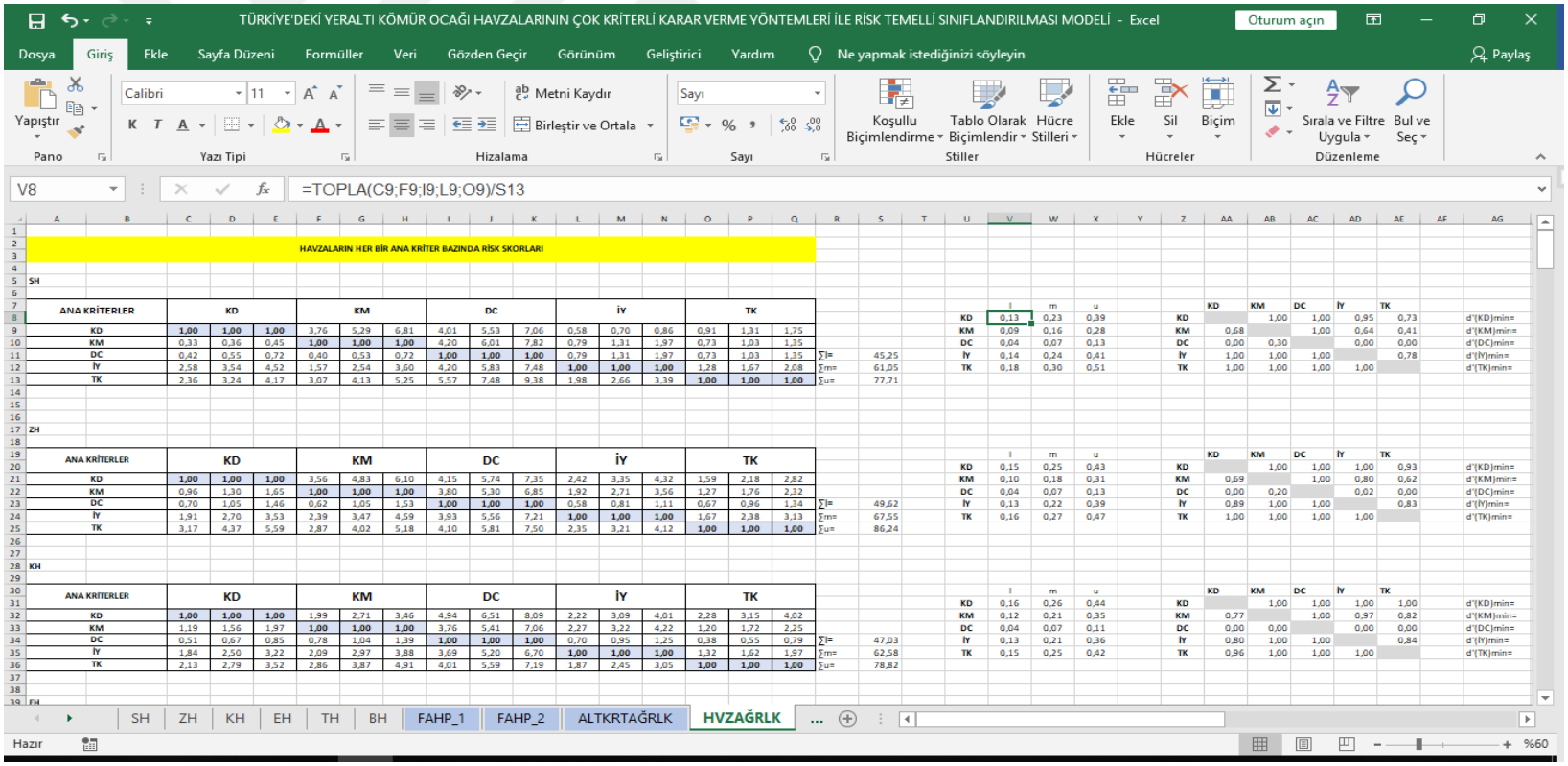
Çizelge 4.11. Soma havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi.

Ana Kriterler	KD			KM			DC			İY			TK		
KD	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,76	5,29	6,81	4,01	5,53	7,06	0,58	0,70	0,86	0,91	1,31	1,75
KM	0,33	0,36	0,45	**1,00**	**1,00**	**1,00**	4,20	6,01	7,82	0,79	1,31	1,97	0,73	1,03	1,35
DC	0,42	0,55	0,72	0,40	0,53	0,72	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,79	1,31	1,97	0,73	1,03	1,35
İY	2,58	3,54	4,52	1,57	2,54	3,60	4,20	5,83	7,48	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,28	1,67	2,08
TK	2,36	3,24	4,17	3,07	4,13	5,25	5,57	7,48	9,38	1,98	2,66	3,39	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.11'de yer alan Soma havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Söz konusu değerlerin hesabı için Microsoft Excel programı Şekil 4.93'te sunulmuştur. Program kullanılarak ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Soma havzası ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri.

Ana Kriterler	l	m	u
KD	0,13	0,23	0,39
KM	0,09	0,16	0,28
DC	0,04	0,07	0,13
İY	0,14	0,24	0,41
TK	0,18	0,30	0,51



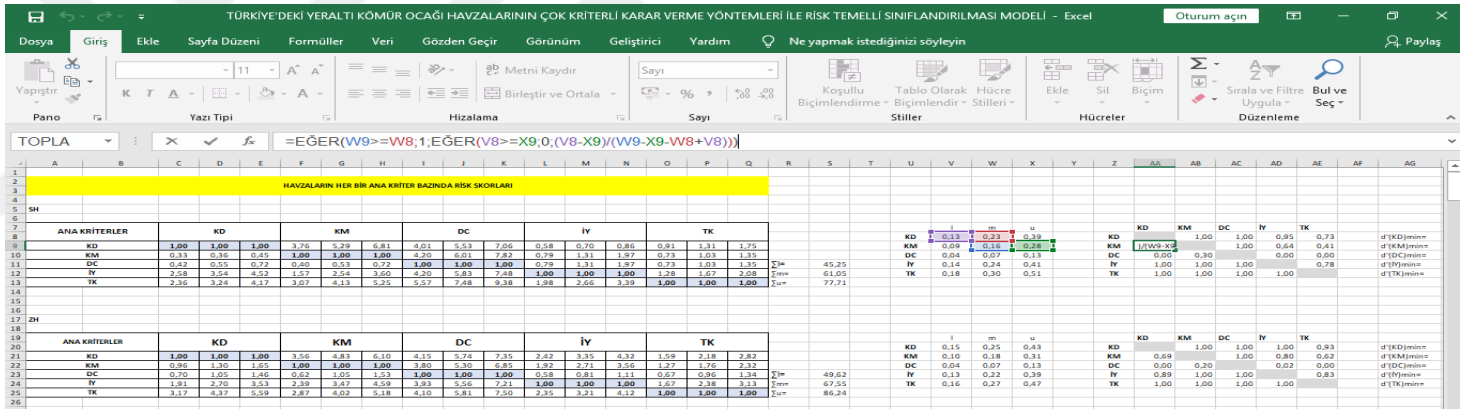
Şekil 4.93. Soma havzası ana kriterler için sentez değerlerinin hesaplanması.

Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılır ve aşağıdaki değerler elde edilir. Üyelik fonksiyon değerleri hesabı için kriterlerin ikili karşılaştırmaları tek tek buraya yazılmamış bu kısım Microsoft Excel programında kod yazılarak çözülmüştür. Bu işleme ilişkin ekran görünümü Şekil 4.94'te sunulmuştur. Böylece kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri kolaylıkla hesaplanabilmiştir (Çizelge 4.13).

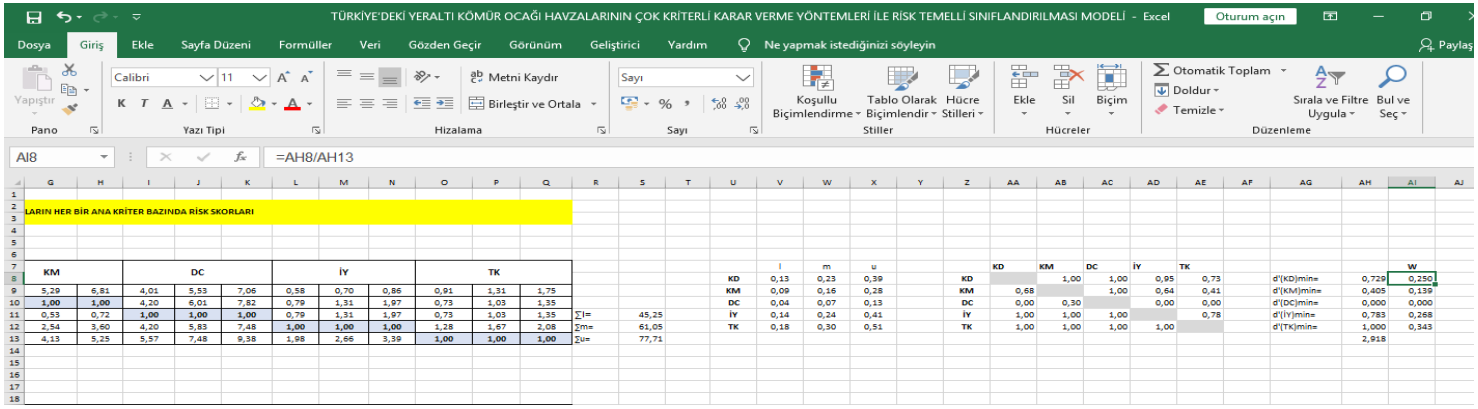
Çizelge 4.13. Kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	KD	KM	DC	İY	TK
KD	-	1,00	1,00	0,95	0,73
KM	0,68	-	1,00	0,64	0,41
DC	0,00	0,30	-	0,00	0,00
İY	1,00	1,00	1,00	-	0,78
TK	1,00	1,00	1,00	1,00	-

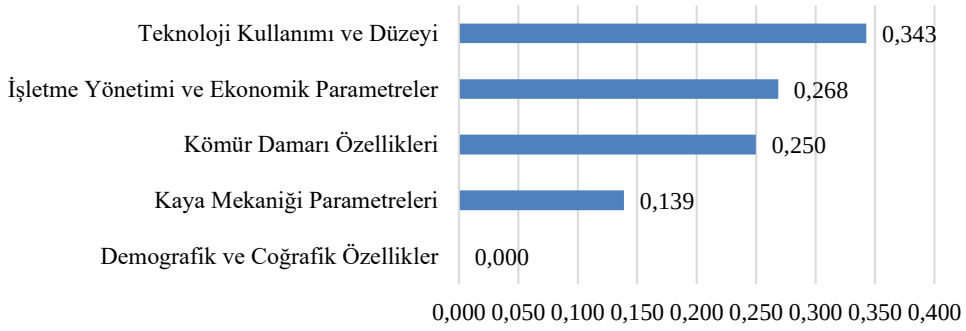
Çizelge 4.13'te vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden kritere ilişkin öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Öncelik vektörü W= (0,729; 0,405; 0,00; 0,783; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık W'= (0,250; 0,139; 0,000; 0,268; 0,343) vektörü elde edilir. Şekil 4.95'te ise kriterlere ilişkin ağırlıkların hesaplanmasına ait ekran görünümü sunulmuştur. Modelde ana kriter olarak belirlenen 5 kriterden yalnızca teknoloji kullanımı ve düzeyi kriterinin ocaktaki kontrolü mühendisin kontrolünde olup, diğer kriterler ise mühendisi kontrolünde değildir. Şekil 4.96 incelenerek bir değerlendirme yapıldığında, teknoloji kullanımı ve düzeyi kriterinin (0,343) söz konusu havza için en önemli risk etkeni olduğu görülmektedir. Bu üstünde önemle durulması gereken bir sonuçtur. Bunu, risk puanları 0,268 ve 0,250 olarak birbirlerine yakın hesaplanan yani risk etkeni olarak değerlendirildiklerinde etkileri hemen hemen aynı olan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ile kömür damarı özelliklerinin izlediği tespit edilmiştir. Söz konusu havzada çalışanlar için demografik ve coğrafik özelliklerin, bu faktörler arasında en düşük risk faktörü olduğu sonucuna ulaşılabilinir.



Şekil 4.94. Soma havzası ana kriterleri için üyelik fonksiyonu değerleri hesabı.



Şekil 4.95. Kriterlere ilişkin ağırlıkların hesaplanması.



Şekil 4.96. Soma havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Çizelge 4.14'te Zonguldak havzası için sadece havza bazında oluşturulan ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.14. Zonguldak havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi.

Ana Kriterler	KD			KM			DC			İY			TK		
KD	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,56	4,83	6,10	4,15	5,74	7,35	2,42	3,35	4,32	1,59	2,18	2,82
KM	0,96	1,30	1,65	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,80	5,30	6,85	1,92	2,71	3,56	1,27	1,76	2,32
DC	0,70	1,05	1,46	0,62	1,05	1,53	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,58	0,81	1,11	0,67	0,96	1,34
İY	1,91	2,70	3,53	2,39	3,47	4,59	3,93	5,56	7,21	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,67	2,38	3,13
TK	3,17	4,37	5,59	2,87	4,02	5,18	4,10	5,81	7,50	2,35	3,21	4,12	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.14'te yer alan Zonguldak havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Söz konusu değerlerin hesabı için Microsoft Excel programı ekran görünümü Şekil 4.97'de sunulmuştur. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Zonguldak havzası ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri.

Ana Kriterler	l	m	u
KD	0,15	0,25	0,43
KM	0,10	0,18	0,31
DC	0,04	0,07	0,13
İY	0,13	0,22	0,39
TK	0,16	0,27	0,47

Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılır ve aşağıdaki değerler elde edilir. Üyelik fonksiyon değerleri

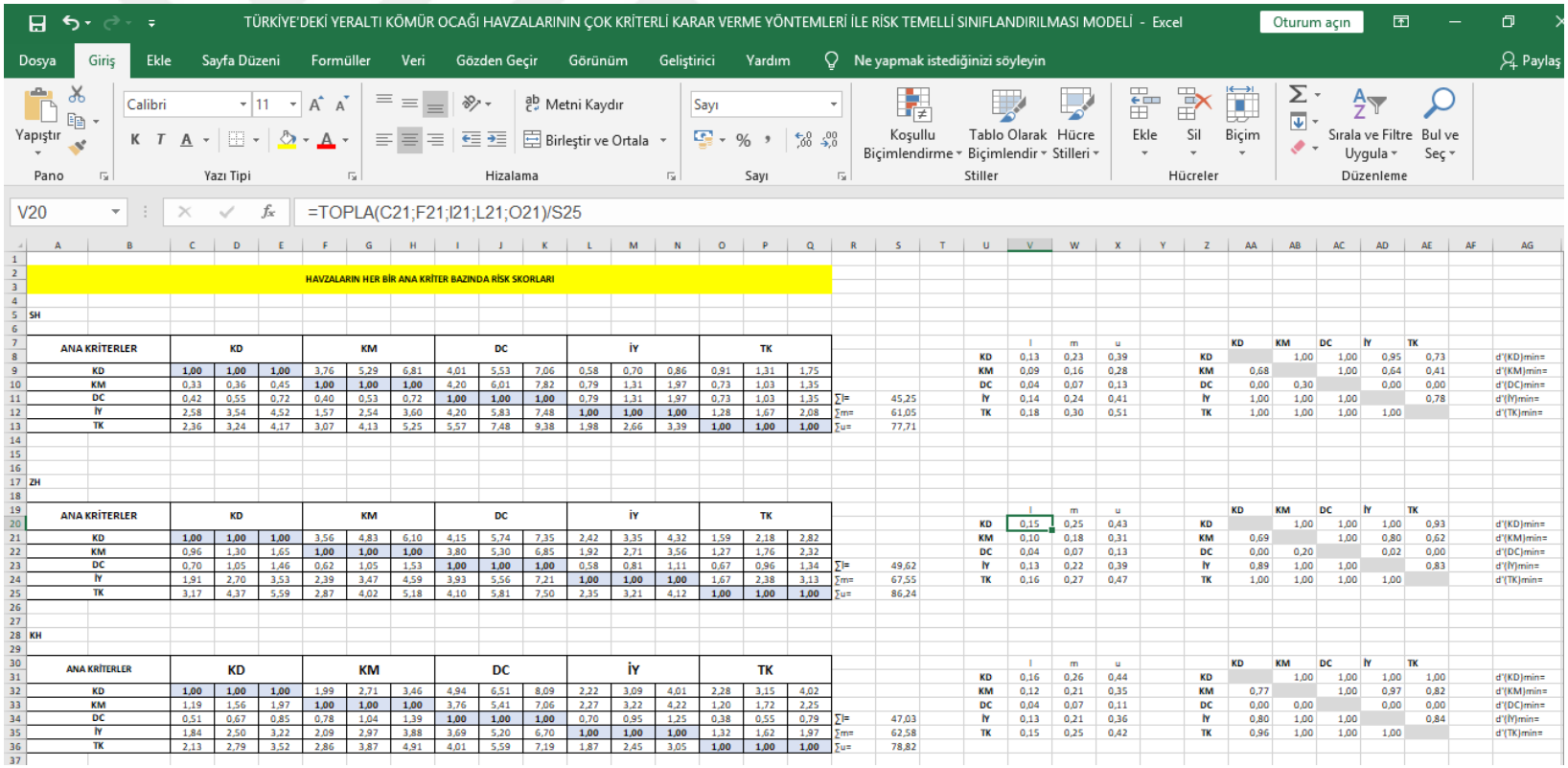
hesabı için kriterlerin ikili karşılaştırmaları tek tek buraya yazılmamış bu kısım Microsoft Excel programında kod yazılarak çözülmüştür. Bu işleme ilişkin ekran görünümü Şekil 4.98'de sunulmuştur. Böylece kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri kolaylıkla hesaplanabilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri.

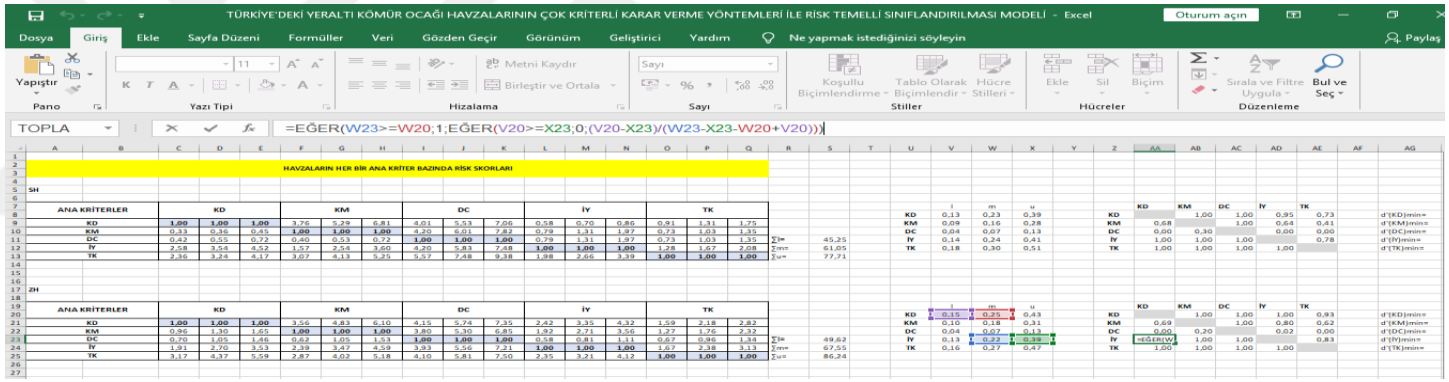
	KD	KM	DC	İY	TK
KD	-	1,00	1,00	1,00	0,93
KM	0,69	-	1,00	0,80	0,62
DC	0,00	0,20	-	0,02	0,00
İY	0,89	1,00	1,00	-	0,83
TK	1,00	1,00	1,00	1,00	-

Çizelge 4.16'ya göre vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden kritere ilişkin öncelik değerlerinin minimumlarının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,935; 0,621; 0,000; 0,828; 1,000) olarak ve öncelik vektörü normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,276; 0,183; 0,000; 0,245; 0,296) olarak elde edilir. Şekil 4.97 ile 99 arasında söz konusu hesaplamalara ilişkin ekran görünümleri sunulmuştur.

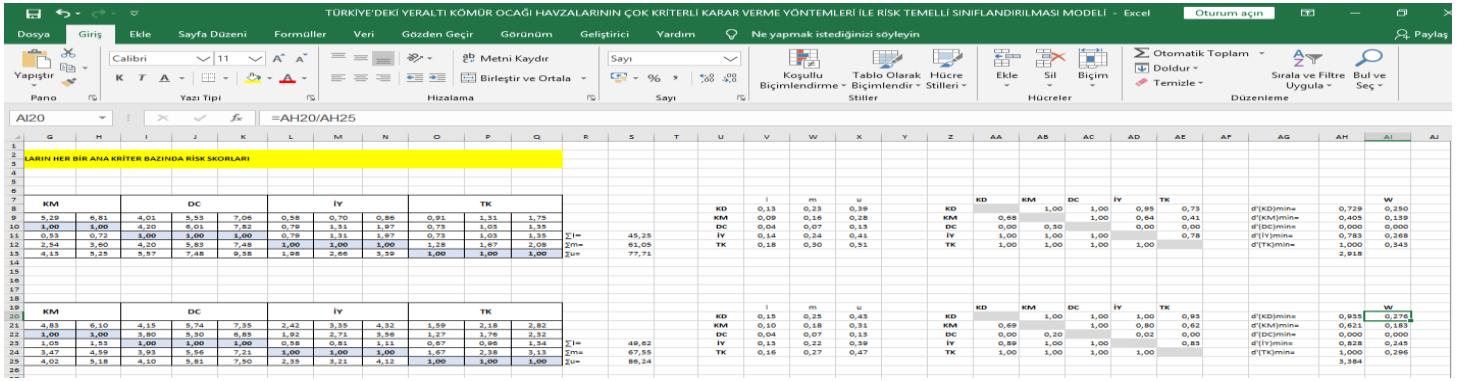
Şekil 4.100'de modelde Zonguldak havzası için havza bazında ana kriterler için hesaplanan risk puanları incelendiğinde, ana kriterler içerisinde birbirine yakın risk puanlarıyla teknoloji kullanımı ve düzeyi (0,296) ile kömür damarı özellikleri ana kriterlerinin (0,276) Zonguldak havzası için en önemli risk etkenleri olduğu görülmektedir. Zonguldak havzası gibi tektonik bölgelerde mühendisin kontrolünde olmayan bir kriter olan kömür damarı özellikleri kriterinin ve mühendisin kontrolünde olan ancak havza özelliklerinden dolayı sınırlı kullanım imkânı olan teknoloji kullanımı ve düzeyi kriterinin ön plana çıkması aslında beklenen bir durumdur. Bu iki etkeni yine mühendisin kontrolünde olmayan bir kriter olan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler kriteri (0,245) izlemektedir.



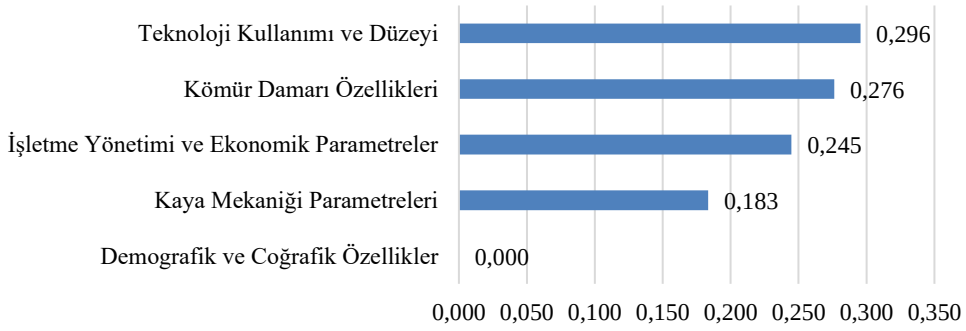
Şekil 4.97. Zonguldak havzası ana kriterler için sentez değerlerinin hesaplanması.



Şekil 4.98. Zonguldak havzası ana kriterleri için üyelik fonksiyonu değerleri hesabı.



Şekil 4.99. Kriterlere ilişkin ağırlıkların hesaplanması.



Şekil 4.100. Zonguldak havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

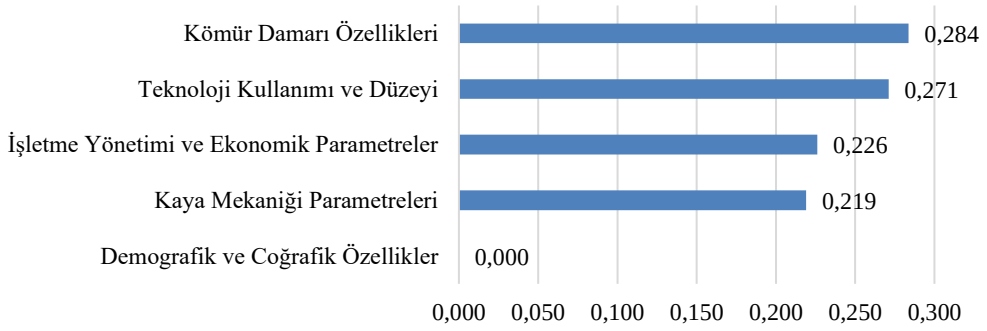
Çizelge 4.17'de Kütahya havzası için sadece havza bazında oluşturulan ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.17. Kütahya havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi.

Ana Kriterler	KD			KM			DC			İY			TK		
KD	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,99	2,71	3,46	4,94	6,51	8,09	2,22	3,09	4,01	2,28	3,15	4,02
KM	1,19	1,56	1,97	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,76	5,41	7,06	2,27	3,22	4,22	1,20	1,72	2,25
DC	0,51	0,67	0,85	0,78	1,04	1,39	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,70	0,95	1,25	0,38	0,55	0,79
İY	1,84	2,50	3,22	2,09	2,97	3,88	3,69	5,20	6,70	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,32	1,62	1,97
TK	2,13	2,79	3,52	2,86	3,87	4,91	4,01	5,59	7,19	1,87	2,45	3,05	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.17'de yer alan Kütahya havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ana kriterler bazında her bir havza için risk puanlarının hesaplanmasında kullanılan, sentez ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabına yönelik Microsoft Excel ekran görünümleri, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12); elde edilen değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmasıyla üyelik fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerlerden öncelik değerlerinin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (1,00; 0,772; 0,000; 0,797; 0,955) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık W'= (0,284; 0,219; 0,000; 0,226; 0,271) vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.101'de modelde Kütahya havzası için havza bazında ana kriterler için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.101. Kütahya havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.101 incelendiğinde ana kriterler içerisinde birbirine yakın risk puanları ile kömür damarı özellikleri (0,284) ve teknoloji kullanımı ve düzeyi (0,271) ana kriterinin Kütahya havzası için en önemli risk etkenleri olarak ilk iki sırayı aldıkları görülmektedir. Kütahya havzasında damar kalınlığının mekanizasyona imkân tanımasına rağmen, kömür damarının tektonik yapısından dolayı mekanizasyonun verimli olamaması böyle bir sonuç çıkmasında en büyük etkendir. Bu iki etkeni birbirlerine yakın risk puanlarına sahip işletme yönetimi ve ekonomik parametreler (0,226) ile kaya mekaniği parametrelerinin (0,219) izlediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.18'de Ermenek havzası için sadece havza bazında oluşturulan ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

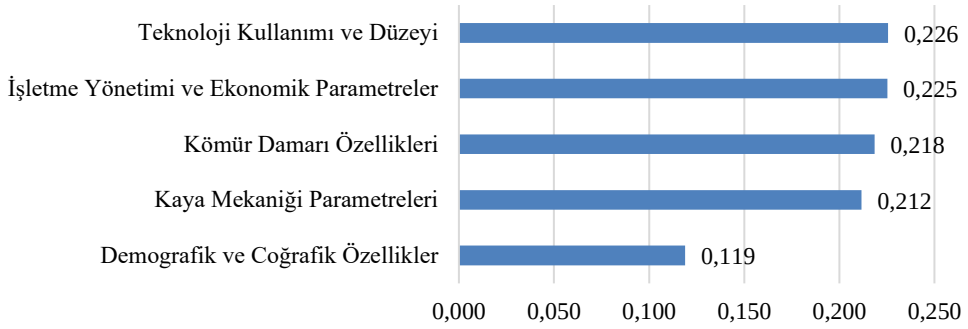
Çizelge 4.18. Ermenek havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi.

Ana Kriterler	KD			KM			DC			İY			TK		
KD	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,42	3,53	4,69	3,49	4,96	6,45	1,32	2,24	3,17	0,51	1,25	2,01
KM	2,52	3,45	4,41	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,91	3,73	5,55	1,49	2,77	4,07	0,70	1,45	2,22
DC	0,90	1,48	2,07	0,25	0,33	0,70	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,36	2,13	3,01	1,62	2,37	3,19
İY	2,98	3,93	4,99	1,38	1,99	2,81	2,50	3,79	5,11	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,55	2,82	4,09
TK	3,44	4,58	5,91	2,70	3,84	5,12	2,50	3,61	4,78	0,48	0,54	0,82	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.18'de yer alan Ermenek havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) kullanılarak her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edlmiştir. Elde edilen değerlerden ilişkin öncelik değerlerinin minimum olanı alınarak ise öncelik vektörü W= (0,968; 0,938; 0,527; 0,998; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik

vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,218; 0,212; 0,119; 0,225; 0,226) olarak elde edilmiştir.

Şekil 4.102'de modelde Ermenek havzası için havza bazında ana kriterler için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.102. Ermenek havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.102 incelendiğinde risk puanları en yüksek olan kriterlerin birbirlerine yakın risk puanlarına sahip teknoloji kullanımı ve düzeyi (0,226) ile işletme yönetimi ve ekonomik parametreler (0,225) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19'da Trakya havzası için sadece havza bazında oluşturulan ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

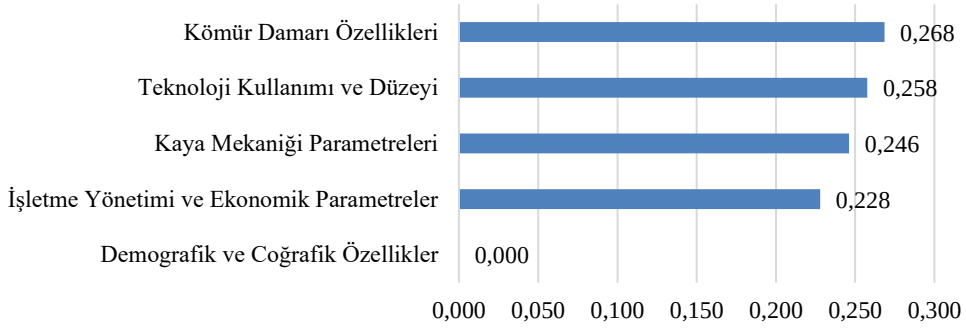
Çizelge 4.19. Trakya havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi.

Ana Kriterler	KD			KM			DC			İY			TK		
KD	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,90	3,35	4,56	4,30	6,02	7,75	1,04	2,06	3,10	0,87	1,19	1,62
KM	1,08	1,68	2,29	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,57	5,57	7,57	1,75	2,63	3,55	0,90	1,35	1,86
DC	0,67	0,99	1,34	0,14	0,20	0,42	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,32	0,51	0,78	0,41	0,61	0,95
İY	1,17	1,80	2,66	1,49	2,09	2,74	2,80	4,38	6,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,54	1,99	2,45
TK	1,59	2,61	3,66	1,25	1,85	2,52	3,08	4,80	6,52	1,95	2,68	3,41	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.19'da yer alan Trakya havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri kullanılarak ise denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen üyelik fonksiyonu değerlerden öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır.

Öncelik vektörü W= (1,00; 0,917; 0,000; 0,849; 0,960) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,268; 0,246; 0,000; 0,228; 0,258) olarak elde edilir.

Şekil 4.103'te modelde Trakya havzası için havza bazında ana kriterler için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.103. Trakya havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

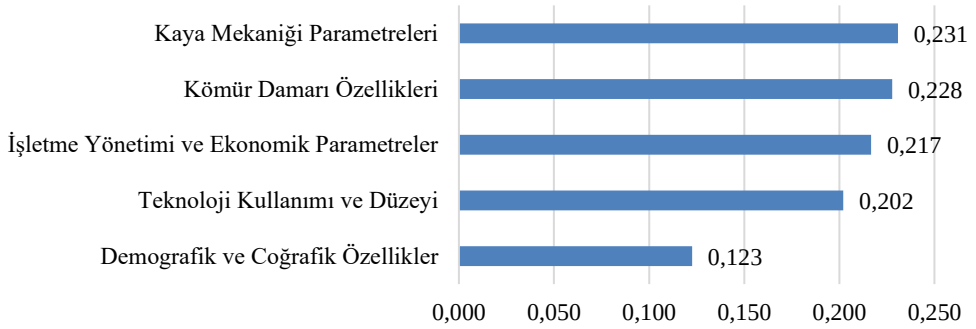
Şekil 4.103 incelendiğinde Trakya havzası için ana kriterler içerisinde hemen hemen yakın risk puanları ile kömür damarı özellikleri (0,268), teknoloji kullanımı ve düzeyi (0,258) ana kriterleri ile kaya mekaniği parametreleri (0,246) kriterlerinin risk seviyelerinin benzer olduğu söylenilebilir. Çizelge 4.20'de Beypazarı havzası için sadece havza bazında oluşturulan ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.20. Beypazarı havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi.

Ana Kriterler	KD			KM			DC			İY			TK		
KD	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,57	3,47	4,39	2,30	3,42	4,57	2,03	2,88	3,78	2,24	3,09	4,00
KM	1,66	2,29	2,97	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,86	4,14	5,45	2,56	3,80	5,07	1,99	2,85	3,76
DC	1,63	2,38	3,17	0,89	1,25	1,69	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,64	2,17	2,79	1,06	1,44	1,89
İY	2,02	2,88	3,76	1,30	1,84	2,46	2,56	3,79	5,04	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,64	3,59	4,57
TK	1,97	2,71	3,48	1,47	2,16	2,88	2,96	4,36	5,77	1,47	1,94	2,45	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.20'de yer alan Beypazarı havzası için ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir. Söz konusu değerler kullanılarak denklem (3.17)

yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerlerden öncelik değerlerinin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,987; 1,000; 0,531; 0,939; 0,876) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,228; 0,231; 0,123; 0,217; 0,202) olarak elde edilmiştir. Şekil 4.104'te modelde Beypazarı havzası için havza bazında ana kriterler için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.104. Beypazarı havzası ana kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.104 incelendiğinde Beypazarı havzası ana kriterler içerisinde birbirlerine hemen hemen yakın hesaplanan risk puanları ile ilk sırada kaya mekaniği parametrelerinin (0,231) yer aldığı ikinci sırada ise kömür damarı özellikleri (0,228) olduğu görülmüştür. Bu ilk iki sırada yer alan ve söz konusu havza için risk etkeni olduğu tespit edilen etkenleri işletme yönetimi ve ekonomik parametreler (0,217) kriteri takip etmektedir.

4.2.3.2. Ana kriterlerin alt kriterleri bazında her bir havza için risk puanlarının hesaplanması

Bu alt başlık altında modelde her ana kriterin alt kirterleri bazında her bir havza için risk puanları hesaplanmıştır. Her bir havzada kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için risk puanlarının (ağırlıklarının) hesaplanması:

Çizelge 4.21'de Soma havzası için sadece havza bazında oluşturulan kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.21. Soma havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Eğim			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değ.		
Üretim Derinliği	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,05	1,54	2,05	0,46	0,59	0,79	0,30	0,45	0,70	0,29	0,32	0,39	2,15	3,39	4,63
Damar Kalınlığı	2,04	2,82	3,69	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,72	0,86	1,11	0,42	0,55	0,78	0,34	0,38	0,51	1,06	1,75	2,53
Eğim	2,96	4,21	5,48	2,29	3,62	4,96	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,42	0,55	0,78	0,34	0,38	0,51	1,06	1,75	2,53
Tektonizma	3,06	4,68	6,33	3,15	4,49	5,86	2,58	3,54	4,52	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,67	2,37	3,17	2,10	3,05	4,01
Metan İçeriği	3,76	5,38	7,00	3,19	4,71	6,24	3,10	4,62	6,14	1,38	2,06	2,76	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,83	4,17	5,54
Kömürün Kal. Değ.	1,05	1,29	1,72	1,68	2,48	3,40	0,99	1,32	1,76	0,88	1,01	1,25	0,52	0,75	1,05	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.21'de yer alan Soma havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Soma havzası ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri.

Alt Kriterler	l	m	u
Üretim Derinliği	0,05	0,10	0,18
Damar Kalınlığı	0,06	0,10	0,18
Damar Eğimi	0,08	0,15	0,28
Tektonizma	0,14	0,25	0,46
Metan İçeriği	0,16	0,29	0,53
Kömürün Kalorifik Değeri	0,06	0,10	0,19

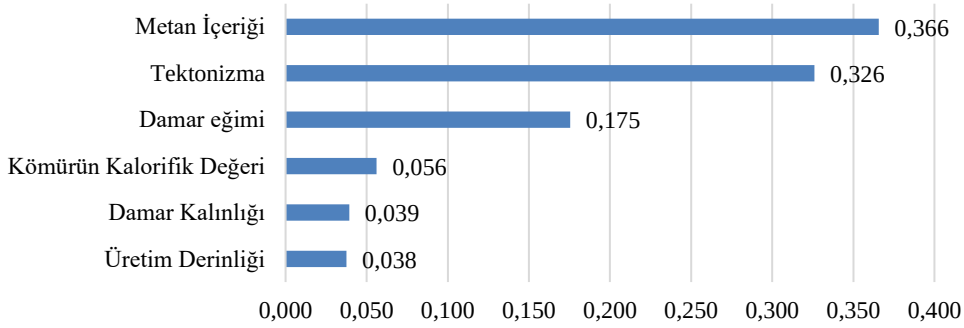
Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu üyelik fonksiyon değerleri Çizelge 4.23'te sunulmuştur.

Çizelge 4.23. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	Üretim Derinliği	Damar Kalınlığı	Damar Eğimi	Tektonizma	Metan İçeriği	Kömürün Kal. Değ.
Üretim Derinliği	-	0,99	0,63	0,20	0,10	0,94
Damar Kalınlığı	1,00	-	0,64	0,21	0,11	0,95
Damar Eğimi	1,00	1,00	-	0,59	0,48	1,00
Tektonizma	1,00	1,00	1,00	-	0,89	1,00
Metan İçeriği	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00
Kömürün Kal. Değ.	1,00	1,00	0,69	0,25	0,15	-

Çizelge 4.23'te vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Öncelik vektörü W= (0,103; 0,107; 0,480; 0,892; 1,000; 0,153) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,038; 0,039; 0,175; 0,326; 0,366; 0,056) olarak elde edilmiştir.

Şekil 4.105'te ise Soma havzası için kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.105. Soma havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.105 incelendiğinde Soma havzası için metan içeriğinin (0,366) en önemli risk etkeni olduğu belirlenmiştir. Söz konusu parametreden sonra ikinci sıradaki en önemli risk unsuru tektonizma (0,326) olarak tespit edilmiştir.

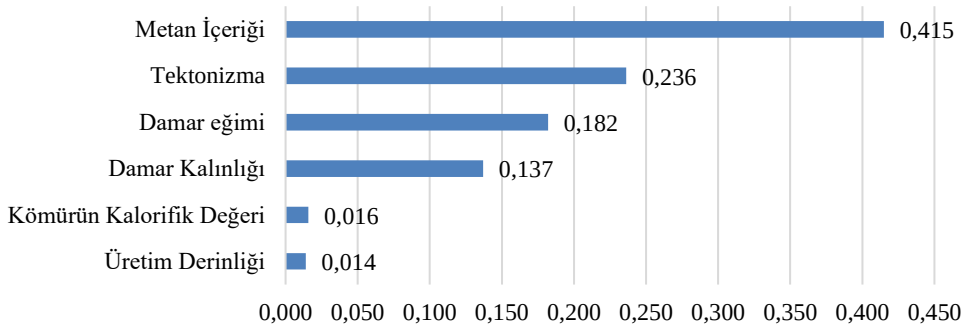
Çizelge 4.24'te Zonguldak havzası için sadece havza bazında oluşturulan kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.24. Zonguldak havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Eğim			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değ.		
Üretim Derinliği	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,90	2,64	3,39	1,12	1,49	1,89	0,80	1,12	1,48	0,70	0,94	1,20	2,19	3,17	4,19
Damar Kalınlığı	2,61	3,54	4,50	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,02	2,68	3,38	1,45	1,94	2,48	1,00	1,29	1,62	2,74	3,86	4,86
Eğim	2,95	4,02	5,10	2,32	3,22	4,13	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,86	2,54	3,26	0,99	1,33	1,71	2,52	3,65	4,80
Tektonizma	3,29	4,54	5,82	2,72	3,72	4,80	2,26	3,14	4,04	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,08	1,49	1,94	2,87	4,07	5,30
Metan İçeriği	4,36	5,77	7,17	3,92	5,25	6,60	4,12	5,48	6,87	3,62	4,84	6,09	**1,00**	**1,00**	**1,00**	4,38	5,94	7,50
Kömürün Kal. Değ.	2,04	2,83	3,66	1,32	1,75	2,25	1,73	2,45	3,23	1,17	1,67	2,21	0,51	0,66	0,86	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.24'te yer alan Zonguldak havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Elde edilen sentez değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Sentez değerlerinin hesabı ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabı için bir önceki havzadaki hesaplamaların benzeri yapıldığından, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir. Elde edilen üyelik fonksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanı alınmasıyla, öncelik vektörü W= (0,034; 0,330; 0,439; 0,569; 1,000; 0,038) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü ise W'= (0,014; 0,137; 0,182; 0,236; 0,415; 0,016) olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.106'da ise Zonguldak havzası için kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.106. Zonguldak havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

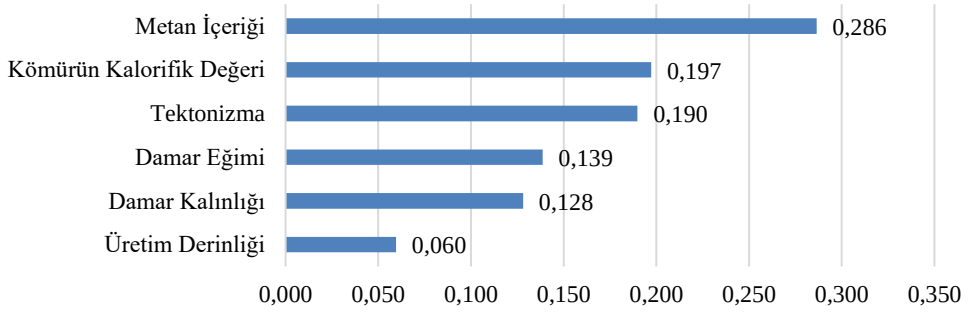
Şekil 4.106 incelendiğinde Zonguldak havzası için metan içeriğinin (0,415) en önemli risk etmeni olduğu görülmektedir. Bu risk etkenlerini en yakın risk puanlarıyla tektonizma (0,236) ve damar eğimi (0,182) takip etmektedir. Zonguldak taş kömürü havzasında metan içeriğinin bu derece yüksek bir risk puanıyla ortaya çıkmasının aslında beklenen bir durum olduğunu söylenilebilir. Kömürün rankının yükselmesiyle metan varlığınında doğru oranda artması bu beklenen sonucu doğurmuştur. Zonguldak havzası gibi tektonik bölgelerde fayların olduğu damarlarda üretim yapılırken mutlaka

topuk bırakılmalıdır. Bu etkenlerin dışında üretim derinliğinin çok düşük bir risk unsuru olduğu görülmüştür. Çizelge 4.25'te Kütahya havzası için sadece havza bazında oluşturulan kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.25. Kütahya havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri**.**

Alt Kriterler	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Eğim			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değ.		
Üretim Derinliği	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,32	1,70	2,10	1,57	2,11	2,75	0,81	1,06	1,40	1,03	1,48	1,94	1,57	2,17	2,84
Damar Kalınlığı	1,77	2,36	2,98	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,01	2,67	3,38	1,09	1,61	2,21	1,06	1,72	2,40	2,07	2,80	3,53
Eğim	2,06	3,07	4,09	1,72	2,37	3,04	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,41	2,01	2,68	1,06	1,44	1,84	1,95	2,69	3,50
Tektonizma	3,05	4,48	5,92	1,93	2,74	3,59	1,47	2,20	2,98	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,31	1,83	2,40	1,97	2,84	3,74
Metan İçeriği	3,60	4,83	6,08	3,44	4,61	5,85	3,27	4,50	5,67	2,50	3,44	4,41	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,67	3,60	4,55
Kömürün Kal. Değ.	2,96	4,12	5,30	2,04	2,70	3,39	2,19	3,13	4,11	2,06	2,80	3,61	1,52	1,97	2,45	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.25'te yer alan Kütahya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değerleri hesabı için denklem (3.12) kullanılmıştır. Elde edilen bu sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Böylelikle öncelik vektörü W= (0,208; 0,447; 0,484; 0,663; 1,000; 0,689) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,060; 0,128; 0,139; 0,190; 0,286; 0,197) olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.107'de Kütahya havzası için kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



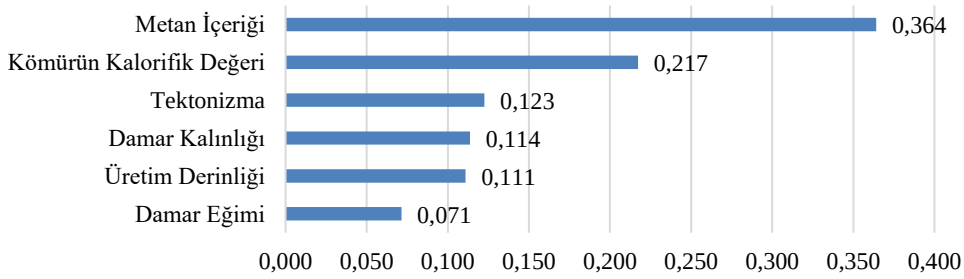
Şekil 4.107. Kütahya havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.107 incelendiğinde Kütahya havzası için metan içeriğinin (0,286) en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Bunun birbirlerine yakın olarak hesaplanan risk puanları ile kömürün kalorifik değeri (0,197) ve tektonizma (0,190) takip etmektedir. Çizelge 4.26'da Ermenek havzası için sadece havza bazında oluşturulan kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.26. Ermenek havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Eğim			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değ.		
Üretim Derinliği	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,40	3,14	3,88	1,20	1,75	2,31	1,23	1,79	2,37	0,69	1,25	1,82	2,41	3,33	4,26
Damar Kalınlığı	1,58	2,14	2,70	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,97	4,09	5,27	1,04	1,78	2,54	0,80	1,36	1,95	1,24	1,80	2,38
Eğim	1,50	1,88	2,33	1,79	2,71	3,66	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,59	2,16	2,78	0,96	1,69	2,45	0,98	1,36	1,77
Tektonizma	1,86	2,61	3,41	1,97	2,73	3,61	1,85	2,60	3,39	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,51	1,08	1,66	1,60	2,36	3,23
Metan İçeriği	3,69	4,81	6,03	3,68	4,98	6,33	3,06	4,01	5,06	3,33	4,45	5,73	**1,00**	**1,00**	**1,00**	4,82	6,45	8,09
Kömürün Kal. Değ.	2,96	3,89	4,83	3,31	4,41	5,53	3,75	5,03	6,32	1,41	2,16	2,93	0,27	0,30	0,40	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.26'da yer alan Ermenek havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak ise, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerlerden öncelik değerlerinin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,305; 0,312; 0,196; 0,337; 1,000; 0,596) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü ise W'= (0,111; 0,114; 0,071; 0,123; 0,364; 0,217) olarak bulunmuştur. Şekil 4.108'de Ermenek havzası için kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



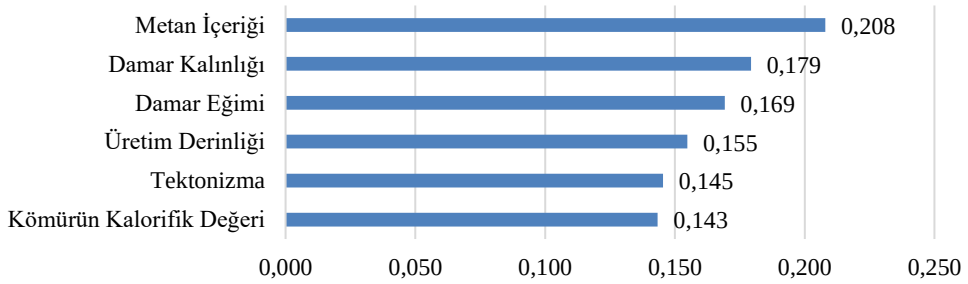
Şekil 4.108. Ermenek havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.108 incelendiğinde Ermenek havzası için metan içeriğinin (0,364) en önemli risk etmeni olduğu görülmüştür. Söz konusu parametreden sonra ikinci sıradaki en önemli risk unsurunun kömürün kalorifik değeri (0,217) olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.27'de Trakya havzası için sadece havza bazında oluşturulan kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.27. Trakya havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Eğim			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değ.		
Üretim Derinliği	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,79	2,67	3,58	1,77	2,37	3,02	1,71	2,45	3,25	1,54	2,13	2,76	1,85	2,74	3,72
Damar Kalınlığı	2,34	3,50	4,69	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,27	3,15	4,10	2,22	3,08	3,94	1,70	2,58	3,48	1,54	2,13	2,73
Eğim	1,89	2,76	3,64	1,19	1,93	2,68	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,54	2,70	3,87	1,48	2,35	3,23	2,49	3,66	4,90
Tektonizma	2,12	3,14	4,21	0,91	1,08	1,26	1,81	2,57	3,50	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,93	1,52	2,14	1,90	3,20	4,56
Metan İçeriği	2,32	3,06	3,83	2,35	3,37	4,45	2,49	3,38	4,36	2,62	3,79	5,04	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,47	3,78	5,13
Kömürün Kal. Değ.	2,06	3,08	4,12	1,89	2,62	3,37	1,36	2,24	3,15	1,17	1,79	2,55	1,02	1,62	2,30	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.27'de yer alan Trakya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Elde edilen bu değerler kullanılarak ise denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen üyelik fonksiyonu değerlerinden, öncelik değerlerinin minimum olanı alınmasıyla ise öncelik vektörü W= (0,744; 0,862; 0,814; 0,699; 1,000; 0,690) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,155; 0,179; 0,169; 0,145; 0,208; 0,143) olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.109'da ise Trakya havzası için kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



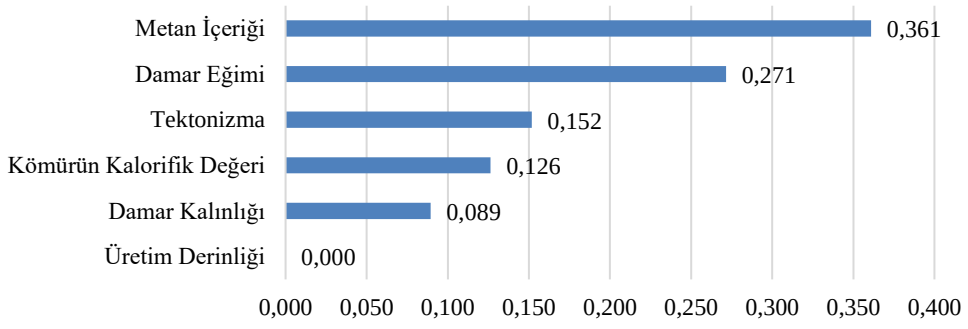
Şekil 4.109. Trakya havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.109 incelendiğinde Trakya havzası için metan içeriğinin (0,208) en önemli risk etmeni olduğu görülmektedir. Bu kriteri birbirlerine yakın olarak hesaplanan risk puanlarıyla damar kalınlığı (0,179) ve eğiminin (0,169) izlediği söylenilebilir. Çizelge 4.28'de Beypazarı havzası için sadece havza bazında oluşturulan kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.28. Beypazarı havzası için kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Eğim			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değ.		
Üretim Derinliği	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,91	1,16	1,46	0,67	0,87	1,11	0,65	0,91	1,23	0,30	0,42	0,57	1,37	2,00	2,65
Damar Kalınlığı	3,18	4,41	5,65	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,60	0,73	0,90	2,03	2,94	3,89	0,82	1,23	1,66	1,91	2,76	3,64
Eğim	4,54	6,15	7,77	3,73	5,01	6,29	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,61	3,56	4,54	1,81	2,55	3,32	2,67	3,74	4,83
Tektonizma	3,79	5,36	6,94	1,95	2,81	3,73	1,20	1,60	2,05	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,42	2,05	2,72	1,83	2,68	3,57
Metan İçeriği	5,34	6,91	8,50	4,45	5,85	7,30	3,57	4,76	5,98	3,62	4,80	6,01	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,90	5,24	6,58
Kömürün Kal. Değ.	3,24	4,42	5,66	2,31	3,16	4,06	1,76	2,39	3,07	1,70	2,50	3,37	0,85	1,10	1,39	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.28'de yer alan Beypazarı havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) kullanılarak her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan üyelik fonksiyonu değerlerinde öncelik değerlerinin minimum olanı alınmış ve öncelik vektörü W= (0,000; 0,248; 0,752; 0,420; 1,000; 0,350) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ise ağırlık vektörü W'= (0,000; 0,089; 0,271; 0,152; 0,361; 0,126) olarak elde edilmiştir. Şekil 4.110'da Beypazarı havzası için kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.110. Beypazarı havzasında kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.110 incelendiğinde Beypazarı havzası için metan içeriğinin (0,361) en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu parametreden sonra ikinci sıradaki en önemli risk unsuru damar eğimi (0,271) olarak hesaplanmıştır. Her bir havzada kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için risk puanlarının hesaplanması şu şekilde yapılmıştır:

Çizelge 4.29'da Soma havzası için sadece havza bazında oluşturulan kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.29. Soma havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.			Arazi Gerilmeleri Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Yan Kayaç. Basınç Day.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,96	3,83	4,71	1,56	2,33	3,12	0,83	1,08	1,53
Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	0,62	0,72	0,84	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,26	1,86	2,59	0,57	0,81	1,19
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	2,11	2,80	3,59	1,14	1,93	2,82	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,57	0,81	1,19
Yeraltı Suyu Varlığı	1,77	3,11	4,45	3,11	4,54	5,98	2,92	3,98	5,06	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.29'da yer alan Soma havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Soma havzası kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri.

Alt Kriterler	l	m	u
Kayaçların Basınç Dayanımı	0,15	0,26	0,44
Kayaçların Kaya Kütlesi Puanlaması	0,08	0,14	0,24
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	0,12	0,21	0,37
Yeraltı Suyu Varlığı	0,21	0,40	0,70

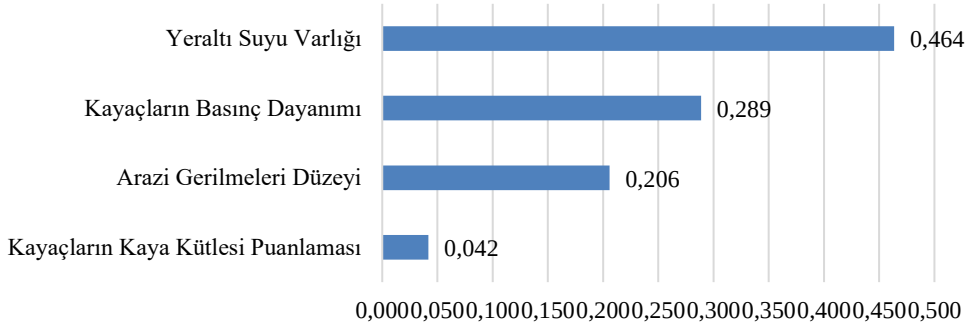
Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen üyelik fonksiyon değerleri Çizelge 4.31'de sunulmuştur.

Çizelge 4.31. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	Kayaçların Basınç Dayanımı	Kayaçların Kaya Kütlesi Puanlaması	Arazi Gerilmeleri Düzeyi	Yeraltı Suyu Varlığı
Kayaçların Basınç Dayanımı	-	1,00	1,00	0,62
Kayaçların Kaya Kütlesi Puanlaması	0,41	-	0,65	0,09
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	0,80	1,00	-	0,44
Yeraltı Suyu Varlığı	1,00	1,00	1,00	-

Çizelge 4.31'de vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden ilişkin öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Öncelik vektörü W= (0,623; 0,090; 0,444; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,289; 0,042; 0,206; 0,464) olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.111'de ise Soma havzası için kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları verilmiştir. Şekil 4.111 incelendiğinde Soma havzası için yeraltı suyu varlığının (0,464) en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri kayaçların basınç dayanımı kriteri (0,289) izlemektedir.



Şekil 4.111. Soma havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

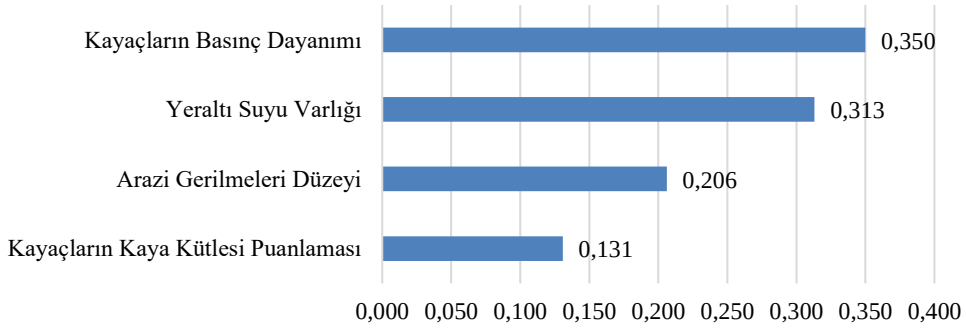
Çizelge 4.32'de Zonguldak havzası için sadece havza bazında oluşturulan kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.32. Zonguldak havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.			Arazi Gerilmeleri Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Yan Kayaç. Basınç Day.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,53	5,06	6,60	2,44	3,47	4,53	1,64	2,37	3,13
Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	0,63	0,81	1,07	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,53	2,10	2,74	1,46	2,08	2,74
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	1,10	1,57	2,08	1,68	2,53	3,41	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,62	2,36	3,15
Yeraltı Suyu Varlığı	2,27	3,08	3,95	2,62	3,72	4,87	1,93	2,74	3,60	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.32'de yer alan Zonguldak havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Sentez değerlerinin hesabı ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabı için bir önceki havzadaki hesaplamaların benzeri yapıldığından, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir.

Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış, üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiş ve ardından öncelik değerlerin minimumları alınarak öncelik vektörü W= (1,000; 0,374; 0,589; 0,895) hesaplanmıştır. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,350; 0,131; 0,206; 0,313) olarak elde edilmiştir. Şekil 4.112'de ise Zonguldak havzası için kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



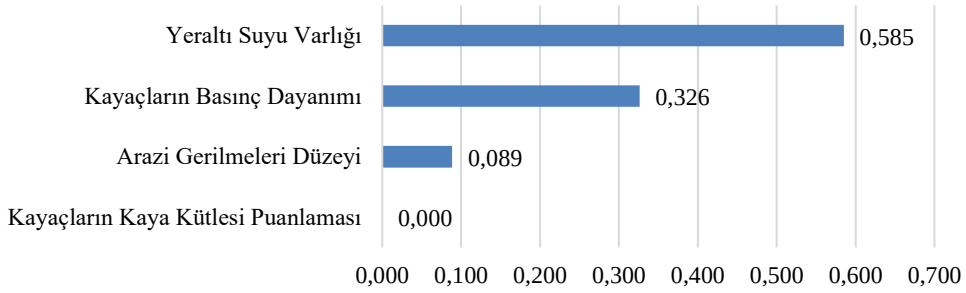
Şekil 4.112. Zonguldak havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.112 incelendiğinde Zonguldak havzası için kayaçların basınç dayanımının (0,350) en önemli risk etmeni olduğu görülmektedir. Bu kriteri yeraltı suyu varlığı (0,313) izlemektedir. Çizelge 4.33'te Kütahya havzası için sadece havza bazında oluşturulan kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.33. Kütahya havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.			Arazi Gerilmeleri Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Yan Kayaç. Basınç Day.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,75	4,11	5,04	1,70	2,50	3,32	0,91	1,21	1,54
Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	0,72	0,81	0,98	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,18	1,70	2,25	0,85	1,24	1,67
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	1,10	1,48	1,98	1,58	2,17	2,84	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,59	0,98	1,45
Yeraltı Suyu Varlığı	2,74	3,60	4,50	3,06	4,22	5,49	3,57	5,01	6,52	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.33'te yer alan Kütahya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerinin hesabı için denklem (3.12) kullanılmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.53'te verilmiştir. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Üyelik fonksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,558; 0,000; 0,152; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,326; 0,000; 0,089; 0,585) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.113'te Kütahya havzası için kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



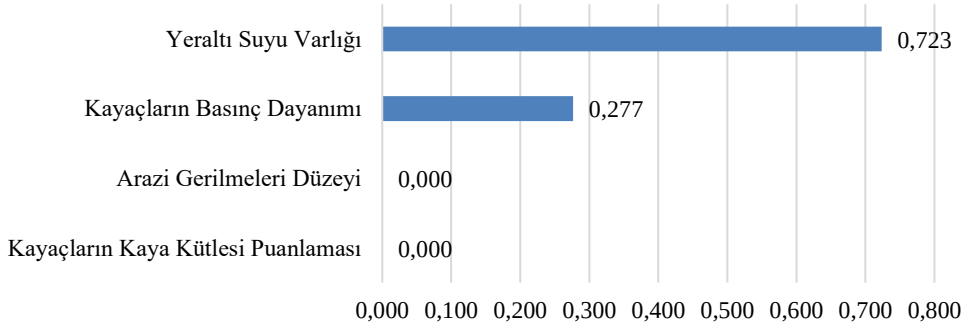
Şekil 4.113. Kütahya havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.113 incelendiğinde Kütahya havzası için hesaplanan yüksek risk puanıyla ocaklardaki yeraltı suyu varlığının (0,585) en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri kayaçların basınç dayanımı kriteri (0,326) izlemektedir. Çizelge 4.34'te Ermenek havzası için sadece havza bazında oluşturulan kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.34. Ermenek havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.			Arazi Gerilmeleri Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Yan Kayaç. Basınç Day.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,82	3,91	5,00	2,64	3,55	4,45	0,28	0,49	0,77
Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	0,53	0,55	0,65	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,75	2,31	2,88	0,72	1,12	1,58
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	0,60	0,62	0,66	1,12	1,50	1,88	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,80	1,37	1,95
Yeraltı Suyu Varlığı	4,38	6,03	7,73	3,57	5,04	6,52	3,50	4,79	6,15	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.34'te yer alan Ermenek havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve ardından üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerlerin minimumları alınarak ise öncelik vektörü W= (0,382; 0,000; 0,000; 1,000) hesaplanmıştır. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,277; 0,000; 0,000; 0,723) elde edilmiştir. Şekil 4.114'te Ermenek havzası için kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



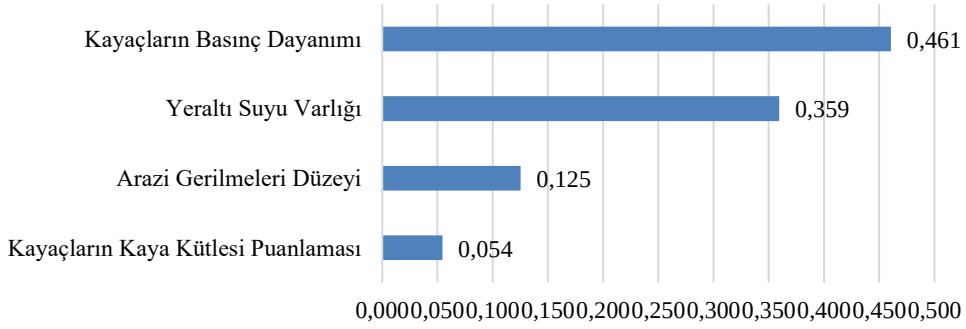
Şekil 4.114. Ermenek havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.114 incelendiğinde Ermenek havzası için yeraltı suyu varlığının (0,723) açık ara en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri kayaçların basınç dayanımı kriteri (0,277) izlemektedir. Çizelge 4.35'te Trakya havzası için sadece havza bazında oluşturulan kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.35. Trakya havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.			Arazi Gerilmeleri Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Yan Kayaç. Basınç Day.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,57	5,29	7,00	2,43	4,00	5,57	1,49	2,24	3,07
Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	0,25	0,29	0,37	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,04	1,35	1,71	0,94	1,55	2,25
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	0,33	0,39	0,56	1,31	1,89	2,48	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,98	1,71	2,50
Yeraltı Suyu Varlığı	1,69	2,57	3,47	2,19	3,36	4,61	1,71	2,46	3,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.35'te yer alan Trakya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri hesaplanmıştır. Ardından öncelik değerlerinin minimum olanı alınması ile öncelik vektörü W= (1,000; 0,118; 0,272; 0,780) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,461; 0,054; 0,125; 0,359) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.115'te Trakya havzası için kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



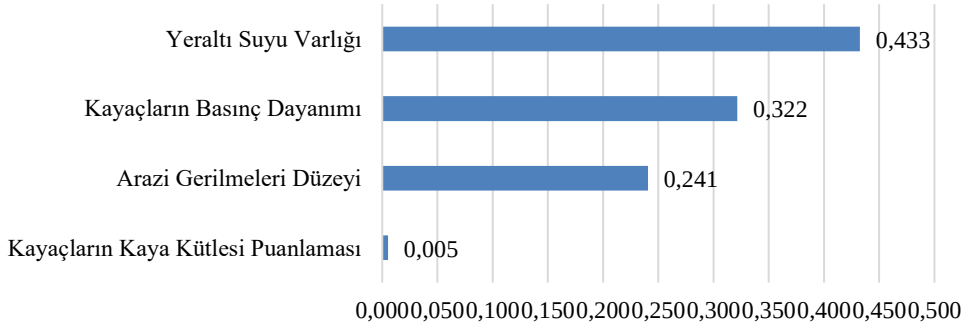
Şekil 4.115. Trakya havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları**.**

Şekil 4.115 incelendiğinde Trakya havzası için kayaçların basınç dayanımı (0,461) kriterinin en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri yeraltı suyu varlığı (0,359) kriteri izlemektedir. Çizelge 4.36'da Beypazarı havzası için sadece havza bazında oluşturulan kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.36. Beypazarı havzası için kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.			Arazi Gerilmeleri Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Yan Kayaç. Basınç Day.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,29	4,57	5,89	1,61	2,17	2,76	1,04	1,50	1,96
Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	0,44	0,58	0,75	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,98	1,41	1,92	0,80	1,27	1,81
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	1,37	1,78	2,22	2,00	2,96	3,96	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,25	1,84	2,49
Yeraltı Suyu Varlığı	2,59	3,38	4,22	3,04	4,28	5,57	2,48	3,45	4,45	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.36'da yer alan Beypazarı havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak ise, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. Ardından hesaplanan üyelik fonksiyonu değerlerinin öncelik değerlerinin minimum olanı alılanarak öncelik vektörü W= (0,743; 0,012; 0,556; 1,000) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,322; 0,005; 0,241; 0,433) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.116'da Beypazarı havzası için kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.116. Beypazarı havzasında kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.116 incelendiğinde Beypazarı havzası için yeraltı suyu varlığının (0,433) en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri kayaçların basınç dayanımı kriteri (0,322) izlemektedir. Her bir havzada demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için risk puanlarının hesaplanması şu şekilde yapılmıştır:

Çizelge 4.37'de Soma havzası için sadece havza bazında oluşturulan demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.37. Soma havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yerleşim Yer. Yak.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Yerleşim Yer. Yak.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,81	1,50	2,25	1,43	2,12	2,90	0,19	0,22	0,29	1,63	2,78	3,95
Gelir Düzeyi	1,59	2,30	3,16	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,54	2,43	3,44	0,29	0,39	0,44	2,71	4,14	5,57
İklim	1,00	1,60	2,26	1,21	2,00	2,89	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,29	0,39	0,44	2,71	4,14	5,57
Çalışanların Eğt. Düzy.	5,38	7,19	9,00	4,05	5,36	7,29	4,81	6,62	8,43	**1,00**	**1,00**	**1,00**	4,33	6,24	8,14
Rakım	0,53	0,68	1,02	0,39	0,44	0,61	0,69	0,73	0,90	0,17	0,21	0,35	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.37'de yer alan Soma havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Soma havzası demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri.

Alt Kriterler	l	m	u
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	0,07	0,13	0,26
Gelir Düzeyi	0,10	0,18	0,33
İklim	0,08	0,16	0,30
Çalışanların Eğitim Düzeyi	0,26	0,47	0,83
Rakım	0,04	0,05	0,10

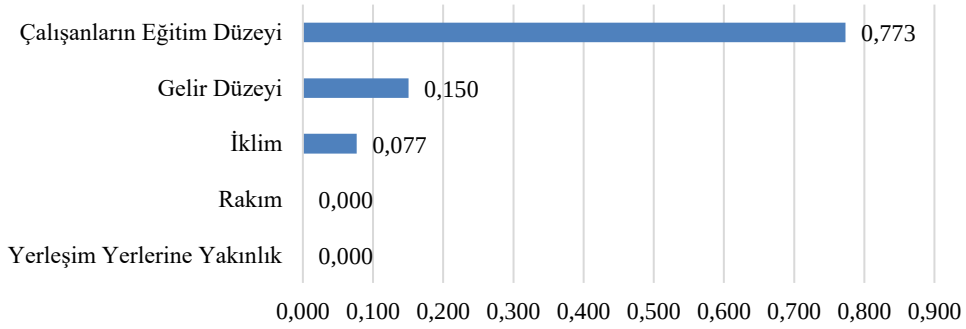
Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen üyelik fonksiyon değerleri Çizelge 4.39'da sunulmuştur. Çizelge 4.39'da vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden ilişkin öncelik değerlerinin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,000; 0,195; 0,099; 1,000; 0,000) olarak

bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,000; 0,150; 0,077; 0,773; 0,000) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.117'de ise Soma havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.

Çizelge 4.39. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	Yerleşim Yerlerine Yakınlık	Gelir Düzeyi	İklim	Çalışanların Eğitim Düzeyi	Rakım
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	-	0,77	0,86	0,00	1,00
Gelir Düzeyi	1,00	-	1,00	0,19	1,00
İklim	1,00	0,91	-	0,10	1,00
Çalışanların Eğitim Düzeyi	1,00	1,00	1,00	-	1,00
Rakım	0,25	0,00	0,10	0,00	-



Şekil 4.117. Soma havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

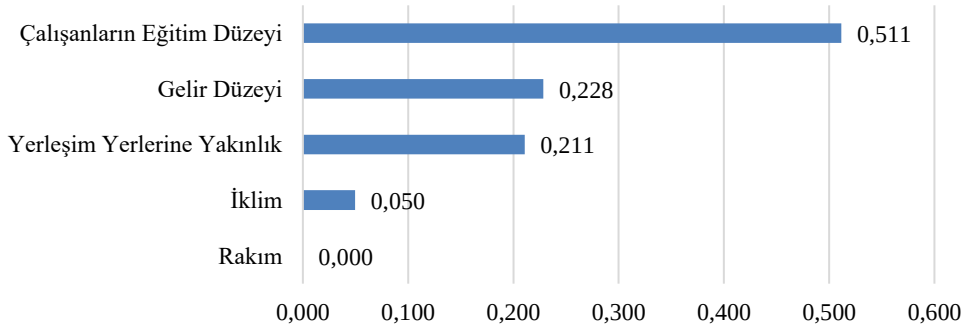
Şekil 4.117 incelendiğinde Soma havzası için çalışanların eğitim düzeyinin (0,773) en önemli risk faktörü olarak açık ara ön plana çıktığı, bunu çalışanların gelir düzeyinin (0,150) takip ettiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.40'da Zonguldak havzası için sadece havza bazında oluşturulan demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.40. Zonguldak havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yerleşim Yer. Yak.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Yerleşim Yer. Yak.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,91	2,84	3,80	2,48	3,71	4,95	0,71	1,04	1,42	2,38	3,48	4,61
Gelir Düzeyi	2,11	2,93	3,81	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,62	3,72	4,88	0,84	1,09	1,40	2,74	3,97	5,22
İklim	1,24	1,72	2,28	1,22	1,79	2,42	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,30	0,48	0,72	1,83	2,60	4,62
Çalışanların Eğt. Düzy.	4,21	5,82	7,46	3,40	4,71	6,04	4,40	6,11	7,85	**1,00**	**1,00**	**1,00**	4,40	6,16	7,93
Rakım	0,95	1,33	1,80	1,07	1,52	2,08	1,09	1,37	1,69	0,40	0,56	0,78	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.40'de yer alan Zonguldak havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmıştır. Sentez değerlerinin hesabı ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabı için bir önceki havzadaki hesaplamaların benzeri yapıldığından, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Ardından öncelik üyelik fonksiyonu değerlerinin minimum olanları alınarak öncelik vektörü W= (0,412; 0,447; 0,097; 1,000; 0,000) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,211; 0,228; 0,050; 0,511; 0,000) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.118'de Zonguldak havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.118. Zonguldak havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.118 incelendiğinde Zonguldak havzası için çalışanların eğitim düzeylerinin (0,511) en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri risk puanları birbirine

yakın olarak hesaplanan gelir düzeyi (0,228) ve yerleşim yerlerine yakınlık (0,211) kriterleri izlemektedir. Gelir düzeyi psikososyal bir tehlike olup çalışana indirekt etki eder. Gelir seviyesi düşük olan bir kişinin konsantrasyonu da düşük olur. Yerleşim yerlerine yakınlık kriteri açıklanmak istenirse bu kriter çalışanların yerleşim yerlerinde maden sahasına transfer sürecinde karşılaşabilecekleri risk faktörlerini içermektedir.

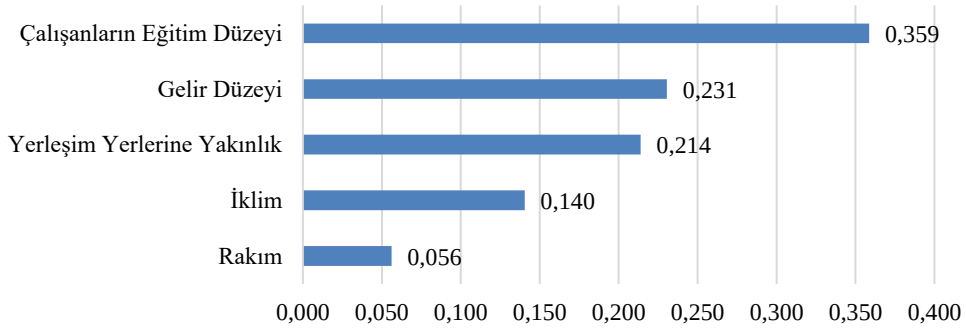
Çizelge 4.41'de Kütahya havzası için sadece havza bazında oluşturulan demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.41. Kütahya havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yerleşim Yer. Yak.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Yerleşim Yer. Yak.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,60	2,26	2,94	2,54	3,69	4,87	0,75	1,13	1,55	2,52	3,68	4,83
Gelir Düzeyi	1,94	2,52	3,13	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,22	3,24	4,29	1,08	1,67	2,27	2,75	3,98	5,25
İklim	1,57	2,18	2,84	1,50	2,17	2,89	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,68	1,13	1,61	2,08	2,94	3,80
Çalışanların Eğt. Düzy.	3,28	4,51	5,80	2,26	3,07	3,97	3,68	5,06	6,50	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,50	4,94	6,41
Rakım	1,29	1,75	2,27	1,19	1,79	2,47	0,99	1,16	1,40	1,09	1,62	2,21	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.41'de yer alan Kütahya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) yardımıyla her kriterin sentez değeri hesaplanmış ve ardından denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılarak üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için kullanılmıştır. Bu değerlerden ilişkin öncelik değerlerinin minimum olanı alınması ile de öncelik vektörü W= (0,597; 0,643; 0,392; 1,000; 0,157) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ise de W'= (0,214; 0,231; 0,140; 0,359; 0,056) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.119'da Kütahya havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



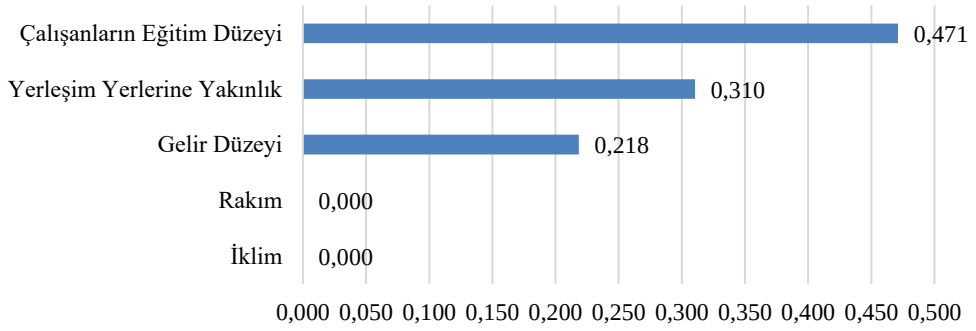
Şekil 4.119. Kütahya havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.119 incelendiğinde Kütahya havzası için çalışanların eğitim düzeyinin (0,359) en önemli risk etmeni olduğu söylenilebilir. Bu kriteri risk puanları birbirine yakın olarak hesaplanan gelir düzeyi (0,231) ve yerleşim yerlerine yakınlık (0,214) kriterleri izlemektedir. Çizelge 4.42'de Ermenek havzası için sadece havza bazında oluşturulan demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.42. Ermenek havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yerleşim Yer. Yak.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Yerleşim Yer. Yak.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,77	3,70	4,68	3,91	5,55	7,18	1,26	1,65	2,05	2,84	3,75	4,67
Gelir Düzeyi	1,14	1,71	2,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,56	3,67	4,82	1,25	1,82	2,45	3,39	4,50	5,67
İklim	0,29	0,33	0,49	0,53	0,74	1,02	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,08	1,47	1,89	1,67	2,05	2,44
Çalışanların Eğt. Düzy.	4,29	5,75	7,21	3,13	4,24	5,41	3,93	5,39	6,86	**1,00**	**1,00**	**1,00**	4,29	5,75	7,22
Rakım	1,50	1,88	2,27	0,69	1,07	1,47	1,75	2,30	2,85	1,08	1,46	1,87	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.42'de yer alan Ermenek havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen öncelik değerlerinin minimum olanı alınması ile de öncelik vektörü W= (0,659; 0,463; 0,000; 1,000; 0,000) olarak hesaplanmıştır. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,310; 0,218; 0,000; 0,471; 0,000) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.120'de ise Ermenek havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



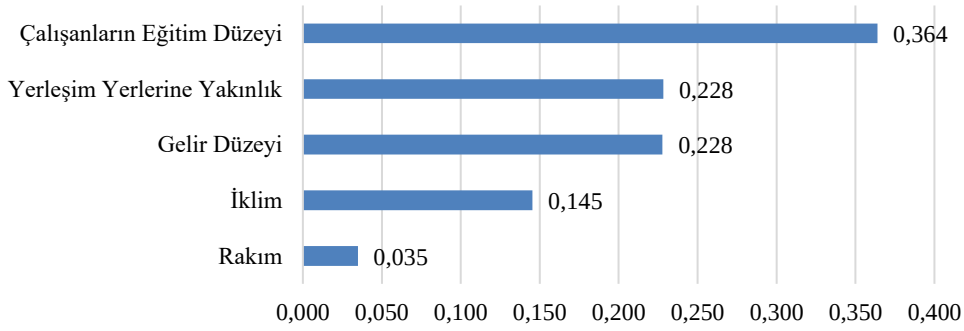
Şekil 4.120. Ermenek havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.120 incelendiğinde Ermenek havzası için çalışanların eğitim düzeyinin (0,471) en önemli risk etmeni olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri yerleşim yerlerine yakınlık (0,310) kriteri izlemektedir. Çizelge 4.43'te Trakya havzası için sadece havza bazında oluşturulan demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.43. Trakya havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yerleşim Yer. Yak.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Yerleşim Yer. Yak.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,10	1,83	2,57	1,70	2,73	3,86	1,21	1,81	2,45	2,17	3,48	4,86
Gelir Düzeyi	1,13	1,60	2,19	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,19	3,21	4,32	0,87	1,34	1,91	2,47	3,78	5,17
İklim	1,00	1,75	2,56	1,00	1,60	2,25	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,07	1,52	2,01	1,45	2,32	3,23
Çalışanların Eğt. Düzy.	3,04	4,20	5,41	2,68	3,98	5,32	2,67	3,83	5,03	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,22	4,79	6,37
Rakım	0,45	0,78	1,22	1,02	1,63	2,34	0,93	1,25	1,67	0,75	0,94	1,27	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.43'te yer alan Trakya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) ile bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerinin minimum olanı alınması ile de öncelik vektörü W= (0,627; 0,626; 0,400; 1,000; 0,096) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ise W'= (0,228; 0,228; 0,145; 0,364; 0,035) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.121'de ise Trakya havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.121. Trakya havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.121 incelendiğinde Trakya havzası için çalışanların eğitim düzeyinin (0,364) en önemli risk etmeni olduğu görülmektedir. Bu kriteri risk puanları birbirine benzer olarak hesaplanan yerleşim yerlerine yakınlık (0,228) ve gelir düzeyi (0,228) kriterleri izlemektedir.

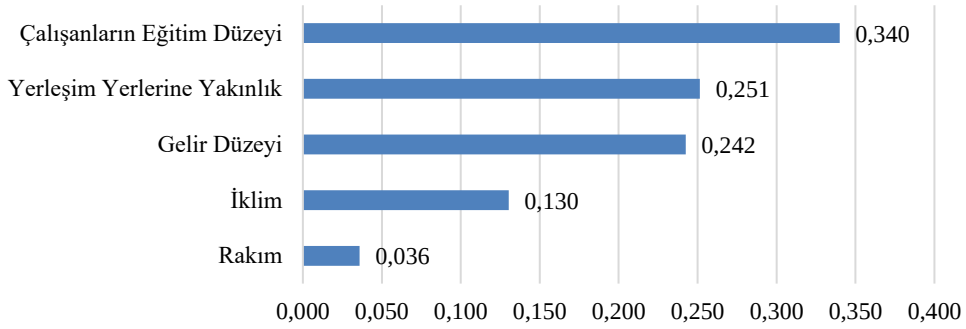
Çizelge 4.44'de Beypazarı havzası için sadece havza bazında oluşturulan demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.44. Beypazarı havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Yerleşim Yer. Yak.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Yerleşim Yer. Yak.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,49	3,73	4,99	2,50	3,73	4,99	1,20	1,67	2,28	2,75	4,04	5,36
Gelir Düzeyi	1,58	2,29	3,08	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,95	4,25	5,57	1,57	2,20	2,88	2,78	4,07	5,39
İklim	0,92	1,35	1,88	1,50	2,14	2,84	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,25	1,83	2,49	2,22	3,12	4,04
Çalışanların Eğt. Düzy.	3,01	4,35	5,74	2,73	3,86	5,02	3,31	4,66	6,05	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,99	5,61	7,25
Rakım	1,00	1,49	2,08	1,22	1,76	2,39	1,17	1,58	2,05	0,62	0,94	1,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.44'te yer alan Beypazarı havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Üyelik fonksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanı alınarak ise öncelik vektörü W= (0,740; 0,713; 0,383; 1,000; 0,106) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,251; 0,242; 0,130; 0,340; 0,036) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.122'de ise Beypazarı havzası için demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.122. Beypazarı havzasında demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.122 incelendiğinde Beypazarı havzası için çalışanların eğitim düzeyinin (0,340) en önemli risk etmeni olduğu söylenilebilir. Bu kriteri risk puanları birbirine yakın olarak hesaplanan yerleşim yerlerine yakınlık (0,251) ve gelir düzeyi (0,242) kriterleri izlemektedir. Her bir havzada işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için risk puanlarının hesaplanması şu şekilde yapılmıştır:

Çizelge 4.45'te Soma havzası için sadece havza bazında oluşturulan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.45. Soma havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Rezerv Miktarı	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,08	1,47	1,87	1,22	1,90	2,63	1,91	3,16	4,43	1,91	2,60	3,30	0,71	0,84	1,05
Üretilebilirlik	1,70	2,19	2,74	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,39	1,59	1,82	1,86	2,62	3,38	1,17	1,37	1,58	1,37	1,88	2,52
Maden Ömrü	1,29	1,70	2,21	1,20	1,39	1,59	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,86	2,62	3,38	1,17	1,37	1,58	1,37	1,88	2,52
İşletme Büyüklüğü	0,49	0,64	1,04	0,68	0,71	0,84	0,47	0,52	0,71	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,63	0,75	0,93	0,94	1,15	1,44
Kömür Satış Fiyatı	2,61	3,57	4,55	1,87	2,35	2,83	2,51	3,29	4,10	3,24	4,30	5,35	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,57	5,00	6,43
İşletme Türü	2,77	4,10	5,44	2,22	3,38	4,56	1,21	1,91	2,70	1,21	1,60	2,02	0,38	0,41	0,54	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.45'te yer alan Soma havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) kullanılarak her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.46. Soma havzası işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri.

Alt Kriterler	l	m	u
Rezerv Miktarı	0,09	0,16	0,27
Üretilebilirlik	0,10	0,16	0,25
Maden Ömrü	0,09	0,15	0,24
İşletme Büyüklüğü	0,05	0,07	0,11
Kömür Satış Fiyatı	0,17	0,29	0,47
İşletme Türü	0,10	0,18	0,31

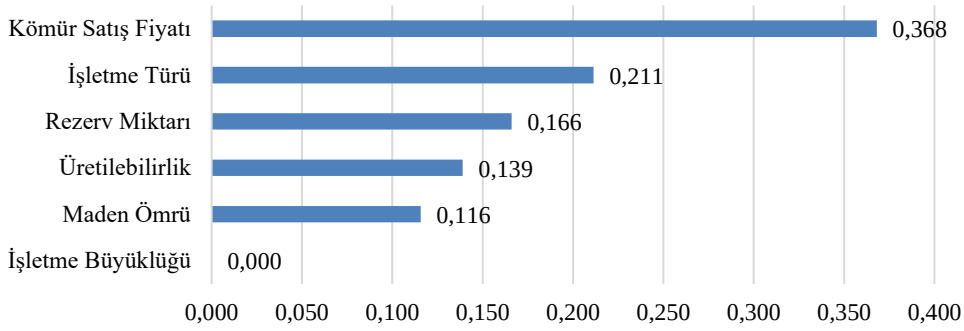
Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılır üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen üyelik fonksiyon değerleri Çizelge 4.47'de sunulmuştur.

Çizelge 4.47. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	Rezerv Miktarı	Üretilebilirlik	Maden Ömrü	İşletme Büyüklüğü	Kömür Satış Fiyatı	İşletme Türü
Rezerv Miktarı	-	1,00	1,00	1,00	0,45	0,89
Üretilebilirlik	0,97	-	1,00	1,00	0,38	0,85
Maden Ömrü	0,91	0,93	-	1,00	0,31	0,79
İşletme Büyüklüğü	0,21	0,16	0,23	-	0,00	0,10
Kömür Satış Fiyatı	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00
İşletme Türü	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	-

Çizelge 4.47'de vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden ilişkin öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Öncelik vektörü W= (0,451; 0,378; 0,314; 0,000; 1,000; 0,574) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,166; 0,139; 0,116; 0,000; 0,368; 0,211) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.123'te ise Soma havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.123. Soma havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.123 incelendiğinde Soma havzası için kömür satış fiyatının (0,368) en önemli risk etmeni olduğu görülmüştür. Kömürün satış fiyatı işin devamlılığı açısından önemli bir etkendir. Soma havzasında çalışanlar bu açıdan kendilerini risk altında hissetmektedirler. Bu kriteri sırasıyla işletme türü (0,211) ve rezerv miktarı (0,166) kriterleri izlemektedir.

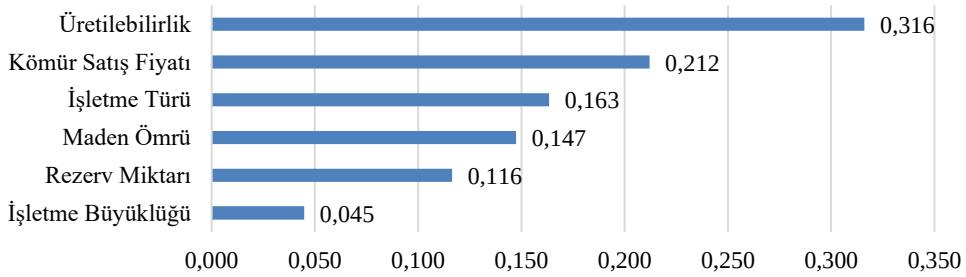
Çizelge 4.48'de Zonguldak havzası için sadece havza bazında oluşturulan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.48. Zonguldak havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Rezerv Miktarı	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,69	0,86	1,06	1,60	1,99	2,40	2,77	3,77	4,80	1,57	2,26	2,98	1,80	2,43	3,10
Üretilebilirlik	3,68	4,94	6,21	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,68	5,04	6,42	3,62	5,03	6,46	2,77	3,92	5,07	2,83	3,85	4,90
Maden Ömrü	1,87	2,47	3,08	0,52	0,70	0,93	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,57	3,62	4,69	1,65	2,38	3,15	2,34	3,27	4,23
İşletme Büyüklüğü	1,43	1,97	2,53	0,73	0,98	1,28	1,29	1,73	2,22	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,29	1,91	2,57	1,32	1,88	2,50
Kömür Satış Fiyatı	2,42	3,32	4,28	1,39	1,82	2,32	2,37	3,28	4,23	2,75	3,85	5,01	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,47	3,42	4,28
İşletme Türü	2,70	3,70	4,72	1,37	1,83	2,33	1,64	2,28	2,96	2,25	3,18	4,15	1,59	2,19	2,85	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.48'de yer alan Zonguldak havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) kullanılarak her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Sentez değerlerinin hesabı ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabı için bir önceki havzadaki hesaplamaların benzeri yapıldığından, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir. Ardından denklem (3.17)

yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Üyelik donksiyonu değerlerinden öncelik değerlerinin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,368; 1,000; 0,466; 0,142; 0,671; 0,517) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,116; 0,316; 0,147; 0,045; 0,212; 0,163) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.124'te ise Zonguldak havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.124. Zonguldak havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

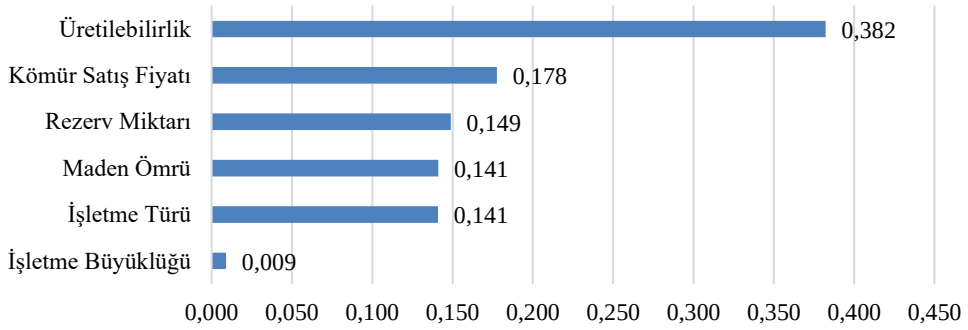
Şekil 4.124 incelendiğinde Zonguldak havzası için üretilebilirlik (0,316) olarak adlandırılan parametre en riskli parametre olarak bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle çalışanların kömür üretimindeki zorlanma derecelerinin risk faktörlerini arttırıcı bir etken olduğu ortaya çıkmaktadır. Emek yoğun olarak üretim yapılan Zonguldak kömür havzasında böyle bir sonuç çıkması beklenen bir durumdur. Bu kriteri işin devamlılığı açısında gerekli olan kömür satış fiyatı (0,212) ve işletme türü (0,163) kriterleri izlemektedir.

Çizelge 4.49'da Kütahya havzası için sadece havza bazında oluşturulan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.49. Kütahya havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Rezerv Miktarı	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,42	0,52	0,73	2,37	3,24	4,17	2,60	3,62	4,68	1,77	2,37	3,03	2,19	3,07	3,98
Üretilebilirlik	3,68	5,19	6,69	**1,00**	**1,00**	**1,00**	4,26	5,83	7,40	4,30	5,95	7,64	2,98	4,13	5,28	3,45	4,81	6,20
Maden Ömrü	1,55	2,21	2,90	0,37	0,47	0,61	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,55	3,56	4,59	2,08	2,89	3,76	2,43	3,38	4,35
İşletme Büyüklüğü	0,99	1,44	1,93	0,27	0,45	0,66	0,85	1,09	1,37	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,46	2,19	2,97	2,04	2,91	3,81
Kömür Satış Fiyatı	2,17	3,04	3,91	1,50	1,88	2,29	1,58	2,25	2,94	2,69	3,79	4,93	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,27	3,08	3,95
İşletme Türü	2,34	3,22	4,14	0,98	1,29	1,67	1,74	2,40	3,12	2,13	2,86	3,65	1,87	2,74	3,62	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.49'da yer alan Kütahya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) ile her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Söz konusu değerlerin öncelik değerlerinin minimum olanlarının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,390; 1,000; 0,369; 0,024; 0,464; 0,369) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık vektörü W'= (0,149; 0,382; 0,141; 0,009; 0,178; 0,141) elde edilmiştir. Şekil 4.125'te ise Kütahya havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.125. Kütahya havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

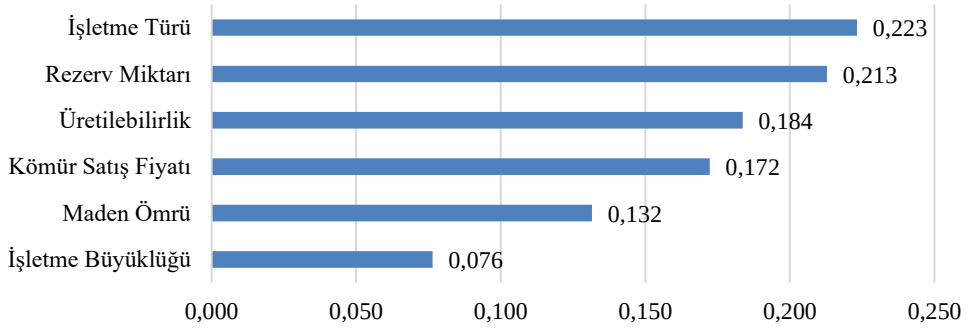
Şekil 4.125 incelendiğinde Kütahya havzası için üretilebilirlik (0,382) parametresinin diğer parametrelere nazaran yüksek bir risk puanıyla ön plana çıktığı görülmektedir. Bu parametreyi üretilen kömürün satış fiyatı (0,178) ve rezerv miktarı (0,149) izlemektedir. Çizelge 4.50'de Ermenek havzası için sadece havza bazında oluşturulan

işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.50. Ermenek havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Rezerv Miktarı	1,00	1,00	1,00	2,92	3,84	4,76	2,94	3,85	4,77	3,13	4,24	5,41	3,23	4,34	5,52	1,97	2,72	3,52
Üretilebilirlik	0,78	0,97	1,18	1,00	1,00	1,00	2,39	3,12	3,86	3,74	5,20	6,66	2,50	3,24	4,04	2,87	3,98	5,15
Maden Ömrü	2,05	2,61	3,18	2,31	2,87	3,44	1,00	1,00	1,00	2,32	3,06	3,82	1,69	2,26	2,89	1,69	2,26	2,89
İşletme Büyüklüğü	1,06	1,63	2,26	1,45	1,84	2,26	1,77	2,52	3,31	1,00	1,00	1,00	1,62	2,02	2,52	1,23	1,79	2,36
Kömür Satış Fiyatı	1,61	2,36	3,16	2,31	3,05	3,80	2,58	3,32	4,30	2,65	3,75	4,84	1,00	1,00	1,00	2,14	3,06	3,99
İşletme Türü	3,23	4,34	5,50	1,79	2,54	3,31	2,40	3,32	4,30	3,86	4,97	6,13	3,69	4,81	5,98	1,00	1,00	1,00

Çizelge 4.50'de yer alan Ermenek havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) kullanılarak her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Söz konusu değerlerin denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlerin minimum olanlarının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,954; 0,823; 0,589; 0,343; 0,772; 1,000) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,213; 0,184; 0,132; 0,076; 0,172; 0,223) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.126'da Ermenek havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.126. Ermenek havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

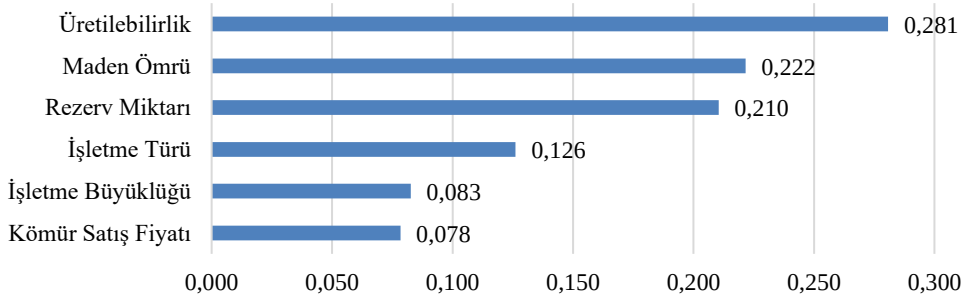
Şekil 4.126 incelendiğinde Ermenek havzası için işletme türü (0,223) kriterinin en yüksek risk puanına sahip olduğu, bu kriteri sırasıyla rezerv miktarı (0,213) ve üretilebilirlik (0,184) kriterlerinin izledikleri tespit edilmiştir. Çizelge 4.51'de Trakya

havzası için sadece havza bazında oluşturulan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.51. Trakya havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Rezerv Miktarı	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,42	1,87	2,34	1,77	2,51	3,31	2,59	4,02	5,46	2,37	3,65	4,94	2,19	3,07	3,99
Üretilebilirlik	2,52	3,53	4,55	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,66	3,67	4,71	3,29	5,00	6,71	2,94	4,65	6,37	2,97	4,13	5,33
Maden Ömrü	1,97	2,85	3,74	0,56	0,72	0,91	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,22	3,51	4,80	3,08	4,65	6,23	2,87	4,16	5,45
İşletme Büyüklüğü	0,96	1,28	1,69	0,26	0,31	0,47	0,74	0,93	1,22	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,41	3,43	4,50	1,82	2,55	3,32
Kömür Satış Fiyatı	0,74	0,92	1,18	0,70	0,90	1,28	0,60	0,79	1,01	1,42	2,16	2,95	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,25	3,41	4,61
İşletme Türü	2,48	3,35	4,24	1,92	2,65	3,41	1,15	1,47	1,81	1,26	1,71	2,17	0,94	1,40	1,92	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.51'de yer alan Trakya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) ile her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Üyelik foksiyonu değerlerinin minimum olanlarının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,749; 1,000; 0,789; 0,294; 0,279; 0,449) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,210; 0,281; 0,222; 0,083; 0,078; 0,126) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.127'de ise Trakya havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.127. Trakya havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

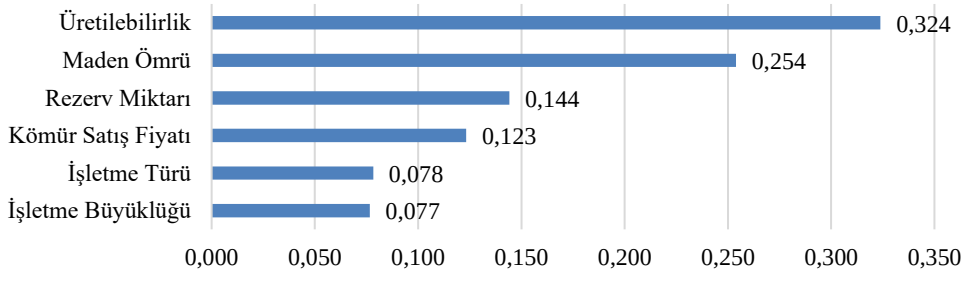
Şekil 4.127 incelendiğinde Trakya havzası için üretilebilirlik (0,281) kriterinin en önemli risk etkeni olduğu bunu birbirlerine yakın risk puanları bulunan maden ömrü

(0,222) ve rezerv miktarının (0,210) izlediği görülmektedir. Çizelge 4.52'de Beypazarı havzası için sadece havza bazında oluşturulan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.52. Beypazarı havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Rezerv Miktarı	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,60	0,67	0,80	1,33	1,68	2,07	3,12	4,29	5,50	2,21	3,00	3,82	2,42	3,28	4,21
Üretilebilirlik	3,42	4,59	5,76	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,05	4,17	5,31	4,07	5,63	7,19	3,31	4,61	5,95	3,77	5,33	6,92
Maden Ömrü	2,30	3,08	3,87	1,18	1,59	2,03	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,84	5,40	6,96	3,05	4,45	5,88	3,07	4,31	5,59
İşletme Büyüklüğü	1,32	1,84	2,42	0,76	1,01	1,33	0,48	0,63	0,83	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,95	2,70	3,49	2,68	3,76	4,89
Kömür Satış Fiyatı	1,77	2,45	3,16	0,94	1,41	1,92	0,95	1,37	1,86	1,96	2,87	3,83	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,46	3,54	4,66
İşletme Türü	1,74	2,59	3,45	0,65	0,96	1,35	1,29	1,93	2,59	1,20	1,84	2,52	1,65	2,40	3,20	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.52'de yer alan Beypazarı havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) kullanılarak her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen üyelik fonksiyonu değerlerinin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,445; 1,000; 0,784; 0,236; 0,381; 0,242) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,144; 0,324; 0,254; 0,077; 0,123; 0,078) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.128'de Beypazarı havzası için işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.128. Beypazarı havzasında işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.128 incelendiğinde Beypazarı havzası için üretilebilirlik (0,324) olarak adlandırılan parametrenin en önemli parametre olduğu; maden ömrü (0,254) ve rezerv miktarının (0,144) bu parametreyi takip ettiği tespit edilmiştir. Her bir havzada teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için risk puanlarının hesaplanması şu şekilde yapılmıştır: Çizelge 4.53'te Soma havzası için sadece havza bazında oluşturulan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.53. Soma havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çal. Düzy.			İSG Ekip. ve Don. Kul		
Mekanizasyon Düzeyi	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,56	0,60	0,76	1,19	1,70	2,28	1,29	1,50	1,78	0,46	0,49	0,54
Uygun Üretim Yöntemi	2,05	3,10	4,14	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,76	2,45	3,23	1,63	2,13	2,70	0,62	0,75	0,93
Havalandırma Düzeyi	1,56	2,24	2,94	1,66	2,35	3,16	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,63	2,13	2,70	0,62	0,75	0,93
Arge Çal. Düzy.	1,68	2,34	3,01	1,65	2,42	3,20	0,65	0,78	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,63	0,65	0,71
İSG Ekip. ve Don. Kul.	3,00	4,24	5,48	3,62	5,15	6,67	1,97	2,93	3,90	2,43	3,29	4,14	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.53'te yer alan Soma havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Ölçütlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.54'te verilmiştir.

Çizelge 4.54. Soma havzası teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan sentez değerleri.

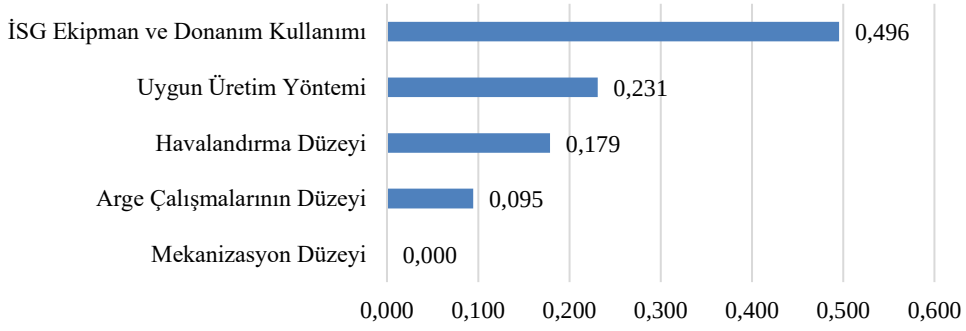
Alt Kriterler	l	m	u
Mekanizasyon Düzeyi	0,08	0,11	0,18
Uygun Üretim Yöntemi	0,12	0,20	0,34
Havalandırma Düzeyi	0,11	0,18	0,30
Arge Çalışmalarının Düzeyi	0,09	0,15	0,25
İSG Ekipman ve Donanım Kullanımı	0,20	0,35	0,59

Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen üyelik fonksiyon değerleri Çizelge 4.55'te sunulmuştur.

Çizelge 4.55. Alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	Mekanizasyon Düzeyi	Uygun Üretim Yöntemi	Havalandırma Düzeyi	Arge Çal. Düzy.	İSG Ekip. ve Don. Kul.
Mekanizasyon Düzeyi	-	0,40	0,51	0,67	0,00
Uygun Üretim Yöntemi	1,00	-	1,00	1,00	0,47
Havalandırma Düzeyi	1,00	0,90	-	1,00	0,36
Arge Çal. Düzy.	1,00	0,73	0,84	-	0,19
İSG Ekip. ve Don. Kul.	1,00	1,00	1,00	1,00	-

Çizelge 4.55'te vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden ilişkin öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Öncelik vektörü W= (0,000; 0,466; 0,361; 0,191; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,000; 0,231; 0,179; 0,095; 0,496) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Buna göre Şekil 4.129'da Soma havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil 4.129 incelendiğinde söz konusu kriterin alt kriterleri için risk puanı en yüksek parametre ocaklardaki İSG ekipman ve donanımı kullanımı (0,496) olarak tespit edilmiştir. Bu parametreyi sırasıyla mevcut üretim yönteminin uygunluğu (0,231) ve havalandırma düzeyi (0,179) kriterleri izlemektedir.



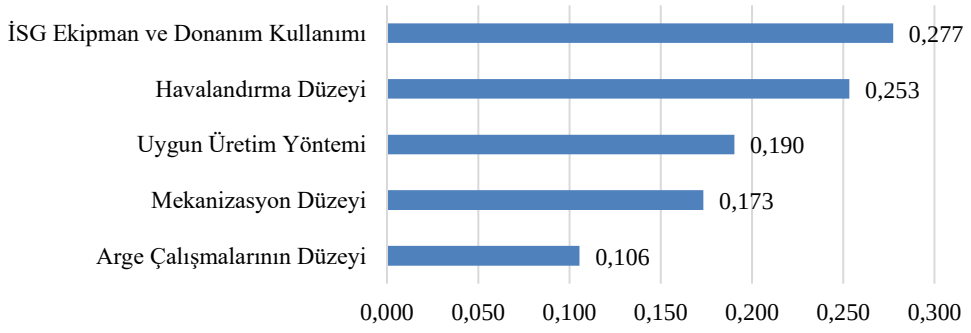
Şekil 4.129. Soma havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Çizelge 4.56'da Zonguldak havzası için sadece havza bazında oluşturulan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.56. Zonguldak havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çal. Düzy.			İSG Ekip. ve Don. Kul.		
Mekanizasyon Düzeyi	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,74	3,60	4,49	1,81	2,42	3,05	1,85	2,53	3,26	0,97	1,27	1,59
Uygun Üretim Yöntemi	2,01	2,79	3,59	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,78	2,39	3,04	2,28	3,23	4,19	1,53	1,99	2,48
Havalandırma Düzeyi	2,86	3,84	4,84	1,95	2,61	3,28	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,99	4,09	5,22	2,16	2,79	3,43
Arge Çal. Düzy.	1,94	2,68	3,45	1,48	1,95	2,47	1,24	1,71	2,20	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,92	1,17	1,48
İSG Ekip. ve Don. Kul.	3,47	4,71	5,97	2,75	3,68	4,61	1,54	1,99	2,46	3,05	4,24	5,44	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.56'da yer alan Zonguldak havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre denklem (3.12) kullanılarak her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Sentez değerlerinin hesabı ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabı için bir önceki havzadaki hesaplamaların benzeri yapıldığından, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir. Sentez değerleri kullanılarak, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Üyelik foksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanlarının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,625; 0,686; 0,913; 0,381; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,173; 0,190; 0,253; 0,106; 0,277) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.130'da ise Zonguldak havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.130. Zonguldak havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.130 incelendiğinde söz konusu kriterin alt kriterleri için risk puanı en yüksek parametrelerin ocaklardaki İSG ekipman ve donanım kullanımı (0,277) olduğu, bunu

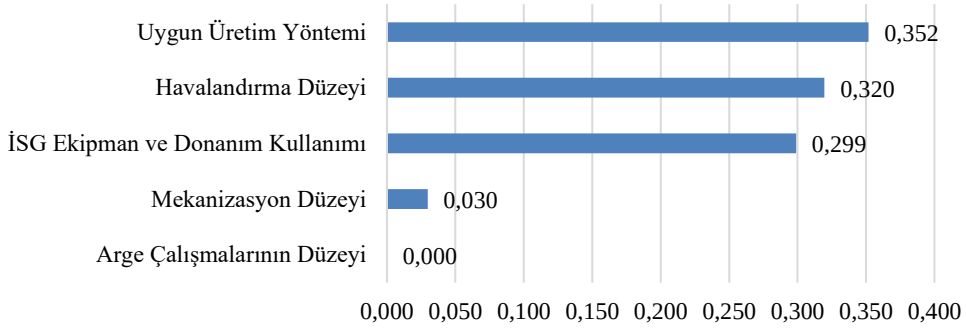
havalandırma düzeyi (0,253) ve mevcut üretim yönteminin uygunluğu (0,190) kriterinin izlediği görülmüştür.

Çizelge 4.57'de Kütahya havzası için sadece havza bazında oluşturulan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.57. Kütahya havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çal. Düzy.			İSG Ekip. ve Don. Kul.		
Mekanizasyon Düzeyi	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,80	0,97	1,19	0,85	1,01	1,23	1,84	2,63	3,43	1,01	1,31	1,62
Uygun Üretim Yöntemi	4,01	5,44	6,87	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,64	2,08	2,54	3,44	4,72	6,01	2,10	2,75	3,42
Havalandırma Düzeyi	2,94	3,94	4,95	1,88	2,39	2,93	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,97	5,33	6,70	1,66	2,02	2,39
Arge Çal. Düzy.	1,31	1,69	2,16	0,86	1,03	1,24	0,97	1,20	1,46	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,50	0,59	0,70
İSG Ekip. ve Don. Kul.	2,59	3,39	4,20	2,00	2,58	3,18	1,41	1,70	2,00	3,97	5,26	6,55	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.57'de yer alan Kütahya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Üyelik foksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanı alınarak ise öncelik vektörü W= (0,084; 1,000; 0,909; 0,000; 0,850) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,030; 0,352; 0,320; 0,000; 0,299) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.131'de Kütahya havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



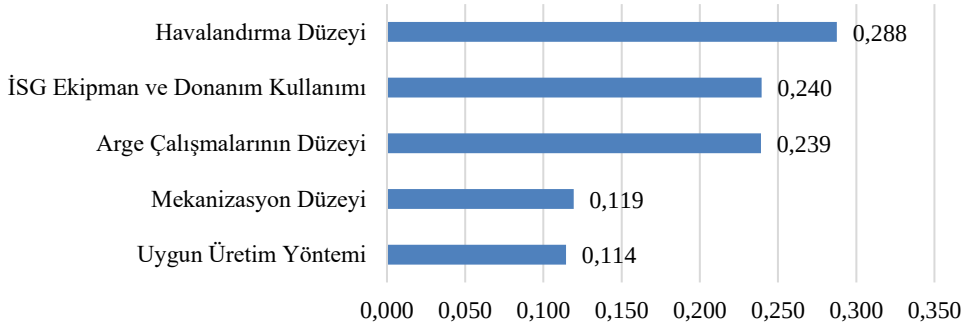
Şekil 4.131. Kütahya havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.131 incelendiğinde söz konusu kriterin alt kriterleri için risk puanı en yüksek parametre üretim yönteminin uygunluğudur (0,352). İkinci ve üçüncü sırada birbirlerine yakın risk puanlarıyla havalandırma düzeyi (0,320) ve İSG ekipman ve donanım kullanımı (0,299) parametreleri gelmektedir. Çizelge 4.58'de Ermenek havzası için sadece havza bazında oluşturulan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.58. Ermenek havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çal. Düzy.			İSG Ekip. ve Don. Kul.		
Mekanizasyon Düzeyi	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,76	3,68	4,61	1,52	2,08	2,65	1,15	1,53	1,91	1,08	1,47	1,92
Uygun Üretim Yöntemi	1,69	2,26	2,88	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,93	2,49	3,05	2,21	2,95	3,69	0,78	0,99	1,24
Havalandırma Düzeyi	4,21	5,50	6,79	1,30	1,68	2,06	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,15	4,27	5,45	3,28	4,56	5,84
Arge Çal. Düzy.	4,66	5,94	7,23	1,95	2,51	3,08	1,97	2,89	3,84	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,77	2,15	2,53
İSG Ekip. ve Don. Kul.	4,29	5,76	7,23	2,74	3,65	4,58	0,81	1,03	1,35	2,29	3,02	3,75	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.58'de yer alan Ermenek havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) ile bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve elde edilmiştir. Hesaplanan üyelik fonksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanı alınarak öncelik vektörü W= (0,415; 0,398; 1,000; 0,831; 0,833) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,119; 0,114; 0,288; 0,239; 0,240) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.132'de Ermenek havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



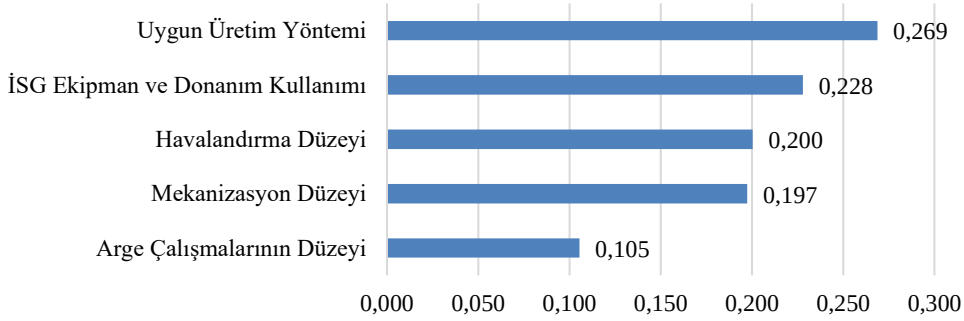
Şekil 4.132. Ermenek havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.132 incelendiğinde söz konusu kriterin alt kriterleri için risk puanı en yüksek parametrenin ocaklardaki havalandırmanın düzeyi (0,288) olduğu görülmüştür. Bu kriteri birbirine hemen hemen yakın risk puanı hesaplanan İSG ekipman ve donanım kullanımı (0,240) ile arge çalışmalarının düzeyi (0,239) kriterleri takip etmektedir. Çizelge 4.59'da Trakya havzası için sadece havza bazında oluşturulan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.59. Trakya havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çal. Düzy.			İSG Ekip. ve Don. Kul.		
Mekanizasyon Düzeyi	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,69	2,29	2,93	2,11	3,12	4,19	1,53	2,26	3,02	1,29	1,75	2,31
Uygun Üretim Yöntemi	1,61	2,33	3,07	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,80	3,66	4,52	3,00	4,57	6,14	1,89	2,62	3,36
Havalandırma Düzeyi	0,85	1,31	1,83	0,76	0,92	1,09	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,18	4,61	6,06	2,04	2,77	3,52
Arge Çal. Düzy.	1,41	1,86	2,37	0,32	0,36	0,49	1,52	2,12	2,75	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,30	1,90	2,53
İSG Ekip. ve Don. Kul.	1,81	2,82	3,84	1,55	2,13	2,74	1,26	1,84	2,44	2,75	4,05	5,36	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.59'da yer alan Trakya havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Üyelik foksiyon öncelik değerlerinin minimum olanı alınarak öncelik vektörü W= (0,735; 1,000; 0,746; 0,392; 0,848) elde edilmiştir. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,197; 0,269; 0,200; 0,105; 0,228) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.133'te ise Trakya havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



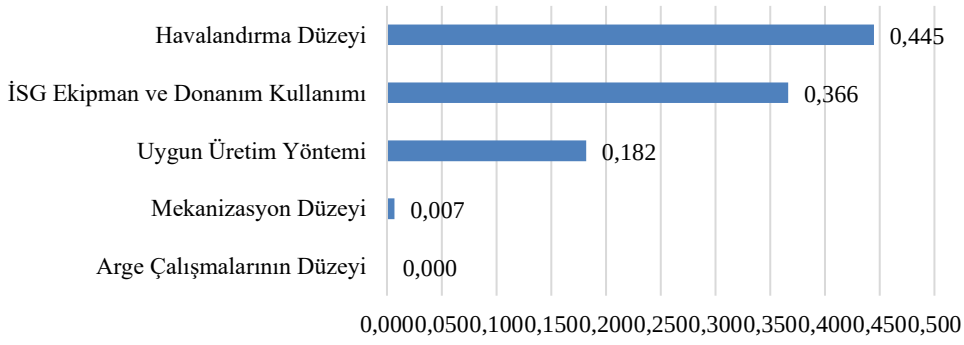
Şekil 4.133. Trakya havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.133 incelendiğinde, Trakya havzası için en önemli risk puanına sahip kriterin üretim yönteminin uygunluğu (0,269) olduğu, bu kriteri İSG ekipman ve donanım kullanımı (0,228) kriterinin izlediği görülmüştür. Çizelge 4.60'da Beypazarı havzası için sadece havza bazında oluşturulan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.60. Beypazarı havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisi değerleri.

Alt Kriterler	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çal. Düzy.			İSG Ekip. ve Don. Kul.		
Mekanizasyon Düzeyi	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,31	1,66	2,05	0,71	0,84	1,03	1,98	2,94	3,92	0,82	1,07	1,35
Uygun Üretim Yöntemi	2,46	3,41	4,37	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,95	1,13	1,35	2,93	4,09	5,27	1,09	1,40	1,76
Havalandırma Düzeyi	3,51	4,67	5,84	3,48	4,59	5,76	**1,00**	**1,00**	**1,00**	4,12	5,57	7,02	2,85	3,75	4,65
Arge Çal. Düzy.	1,87	2,57	3,34	0,88	1,07	1,33	0,86	1,11	1,42	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,89	1,14	1,42
İSG Ekip. ve Don. Kul.	3,57	4,85	6,14	2,82	3,88	4,95	1,22	1,56	1,93	3,73	5,13	6,52	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.60'da yer alan Beypazarı havzası için alt kriterler arası ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) ile bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyon değerleri elde edilmiştir. Üyelik fonksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanı alınması ile öncelik vektörü W= (0,016; 0,409; 1,000; 0,000; 0,824) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,007; 0,182; 0,445; 0,000; 0,366) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.134'te Beypazarı havzası için teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.



Şekil 4.134. Beypazarı havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Şekil 4.134 incelendiğinde en yüksek risk puanına sahip kriterin havalandırma düzeyi (0,445) olduğu, bu kriteri İSG ekipman ve donanım kullanımı (0,366) ile uygun üretim yöntemi (0,182) kriterlerinin izlediği tespit edilmiştir.

Modelde her bir havzadaki risk parametreleri incelendikten sonra, modelin artık genel olarak değerlendirileceği Bulanık AHP uygulamasına kaldığı yerden devam edilmektedir.

4.2.3.3. Ana kriterler ve alt kriterler bazında tüm havzalar için risk puanlarının hesaplanması

Çizelge 4.11, 4.14, 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20'deki her bir havza için ayrı ayrı verilen ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak oluşturulan ana kriterler arası ikili karşılaştırma matrisinin tüm havzalar için ortalama genel ağırlıklandırılmış hali Çizelge 4.61'de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Ana kriterler için ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için).

Ana Kriterler	KD			KM			DC			İY			TK		
KD	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,87	3,86	5,00	3,86	5,37	6,88	1,60	2,39	3,20	1,40	2,03	2,70
KM	1,29	1,78	2,29	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,35	5,03	6,72	1,80	2,74	3,74	1,13	1,69	2,29
DC	0,80	1,18	1,60	0,51	0,73	1,07	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,90	1,31	1,82	0,81	1,16	1,59
İY	2,08	2,89	3,78	1,70	2,48	3,35	3,28	4,76	6,26	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,67	2,35	3,05
TK	2,44	3,38	4,39	2,37	3,31	4,31	3,71	5,28	6,86	1,69	2,25	2,87	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.61'de yer alan ana kriterler için ikili karşılaştırma (tüm havzalar için) matrisine göre her kriterin sentez değerleri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri Çizelge 4.62'de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Ana kriterler için hesaplanan sentez değerleri.

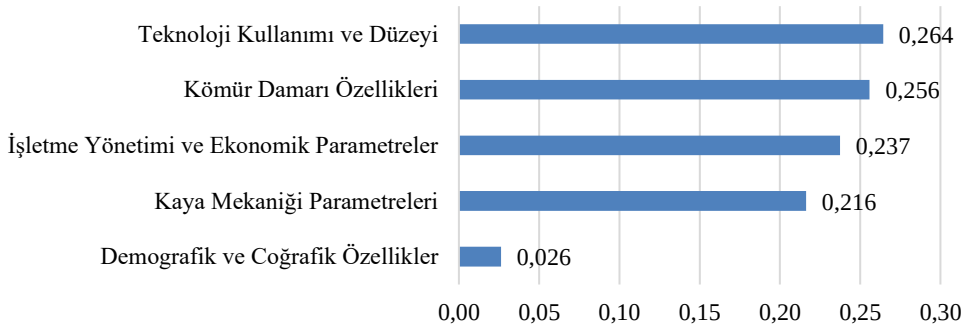
Ana Kriterler	l	m	u
Kömür Damarının Özellikleri	0,14	0,24	0,42
Kaya Mekaniği Parametreleri	0,11	0,20	0,36
Demografik ve Coğrafik Özellik.	0,05	0,09	0,16
İşletme Yönetimi ve Ekon. Para.	0,12	0,22	0,39
Teknoloji Kullanımı ve Düzeyi	0,14	0,25	0,44

Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve aşağıdaki değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63. Kriterlerin ikili karşılaştırmalarına göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	Kömür Damarının Özellikleri	Kaya Mekaniği Para.	Demografik ve Coğrafik Özellik.	İşletme Yönetimi ve Ekon. Para.	Teknoloji Kullanımı ve Düzeyi
Kömür Damarının Özellikleri	-	1,00	1,00	1,00	0,97
Kaya Mekaniği Parametreleri	0,85	-	1,00	0,92	0,82
Demografik ve Coğrafik Özellik.	0,14	0,31	-	0,22	0,10
İşletme Yönetimi ve Ekon. Para.	0,93	1,00	1,00	-	0,90
Teknoloji Kullanımı ve Düzeyi	1,00	1,00	1,00	1,00	-

Çizelge 4.63'te vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden kritere ilişkin öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Öncelik vektörü W= (0,968; 0,818; 0,099; 0,898; 1;000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık W'= (0,256; 0,216; 0,026; 0,237; 0,264) vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.135'te modelde ana kriterler için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil incelendiğinde en önemli kriterin teknoloji kullanımı ve düzeyi (0,264) olduğu bunu sırasıyla kömür damarının özellikleri kriterinin (0,256) ve işletme yönetimi ve ekonomik parametreler kriterinin (0,237) takip ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.135. Tüm havzalarda ana kriterler için hesaplanan genel risk puanları.

Kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması şu şekilde yapılmıştır:

Çizelge 4.28, 4.31, 4.34, 4.37, 4.40 ve 4.43'teki her bir havza için ayrı ayrı verilen kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak oluşturulan kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri

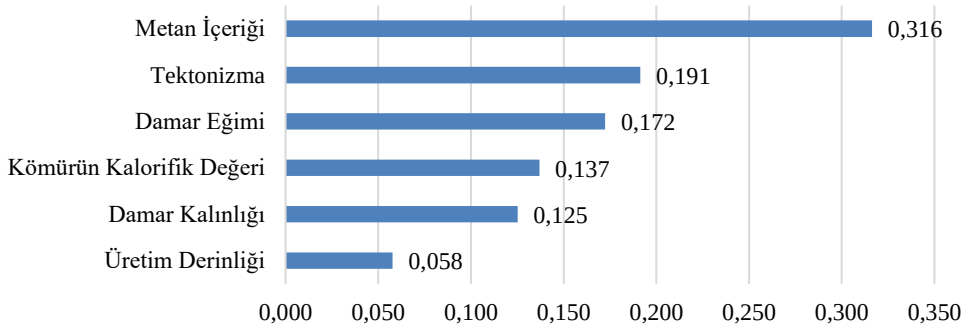
arası ikili karşılaştırma matrislerinin tüm havzalar için ortalama genel ağırlıklandırılmış hali Çizelge 4.64'te verilmiştir.

Çizelge 4.64. Kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için).

Alt Kriterler	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Eğim			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değ.		
Üretim Derinliği	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,56	2,14	2,74	1,13	1,53	1,98	0,92	1,30	1,74	0,76	1,09	1,45	1,93	2,80	3,72
Damar Kalınlığı	2,26	3,13	4,04	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,76	2,36	3,02	1,37	1,98	2,64	0,95	1,43	1,94	1,76	2,52	3,28
Eğim	2,65	3,68	4,73	2,17	3,14	4,13	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,57	2,25	2,98	1,11	1,62	2,17	1,95	2,81	3,72
Tektonizma	2,86	4,13	5,44	2,11	2,93	3,81	1,86	2,61	3,42	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,15	1,72	2,34	2,05	3,04	4,07
Metan İçeriği	3,85	5,13	6,44	3,50	4,80	6,13	3,27	4,46	5,68	2,84	3,90	5,01	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,51	4,86	6,23
Kömürün Kal. Değ.	2,38	3,27	4,22	2,09	2,85	3,67	1,96	2,76	3,61	1,40	1,99	2,65	0,78	1,07	1,41	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.64'te yer alan kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisine göre (tüm havzalar için) denklem (3.12) kullanılarak her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır. Sentez değerlerinin hesabı ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabı için bir önceki kısımdaki hesaplamaların benzeri yapıldığından, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Üyelik fonksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanı alınarak öncelik vektörü W= (0,183; 0,396; 0,545; 0,605; 1,000; 0,433) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,058; 0,125; 0,172; 0,191; 0,316; 0,137) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.136'da modelde kömür damarı ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur.

Şekil 4.136 incelendiğinde risk puanı en yüksek kömür damarının metan içeriği (0,316) olarak tespit edilmiştir. Risk puanı bakımından bu parametreye en yakın parametrelerin sırasıyla kömür damarının tektonik yapısı (0,191) ve damar eğimi (0,172) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.136. Kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriterleri tüm havzalar için hesaplanan genel risk puanları.

Metan içeriği ve tektonizmanın diğer alt kriterler arasında bu derece ön plana çıkmaları şüphesiz beklenen bir durum olmuştur. Tektonik bölgelerde fayların bulunduğu damarlarda üretim yapılırken mutlaka topuk bırakılmasına dikkat edilmelidir. Bu bölgelerde bulunan yerlatı kömür ocaklarında degaj sorunuda olduğundan, metan riskli olan damarlarda çalışırken mutlaka önlemler alınmalıdır kontrol sondajları düzenli olarak yapılmalıdır. Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması şu şekilde yapılmıştır:

Çizelge 4.29, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35 ve 4.36'daki her bir havza için ayrı ayrı verilen kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak oluşturulan kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrislerinin tüm havzalar için ortalama genel ağırlıklandırılmış hali Çizelge 4.65'te verilmiştir.

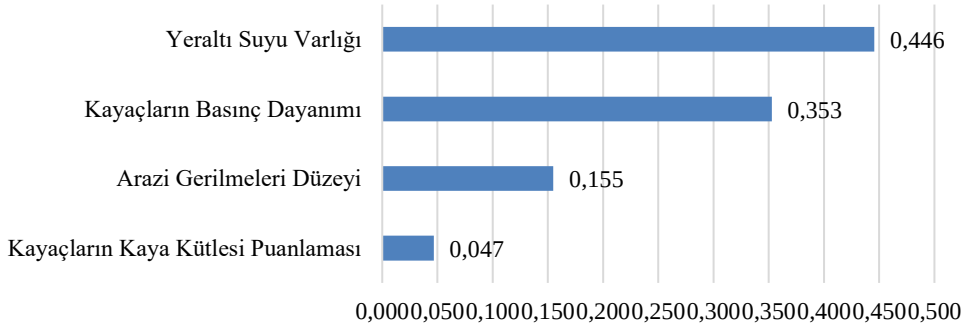
Çizelge 4.65. Kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için).

Alt Kriterler	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç Kaya Küt. Puan.			Arazi Gerilmeleri Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Yan Kayaç. Basınç Day.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,15	4,46	5,71	2,06	3,00	3,96	1,03	1,48	2,00
Yan Kayaç Kaya Küt. Puan.	0,53	0,63	0,78	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,29	1,79	2,35	0,89	1,34	1,87
Arazi Gerilmeleri Düzeyi	1,10	1,44	1,85	1,47	2,16	2,90	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,97	1,51	2,12
Yeraltı Suyu Varlığı	2,57	3,63	4,72	2,93	4,19	5,51	2,68	3,74	4,85	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.65'te yer alan kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri arası ayrı ayrı ikili karşılaştırma matrisleri ortalamaları (tüm

havzalar için) matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerlerin minimumu alınarak ise öncelik vektörü W= (0,792; 0,105; 0,348; 1,000) elde edilmiştir. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,353; 0,047; 0,155; 0,446) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.137'de kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil 4.137 incelendiğinde söz konusu kriterin alt kirterleri için risk puanı en yüksek parametrenin ocaktaki yeraltı suyu varlığının (0,446) olduğu, bu kriteri kayaçların basınç dayanımı kriterinin (0,353) takip ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.137. Kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

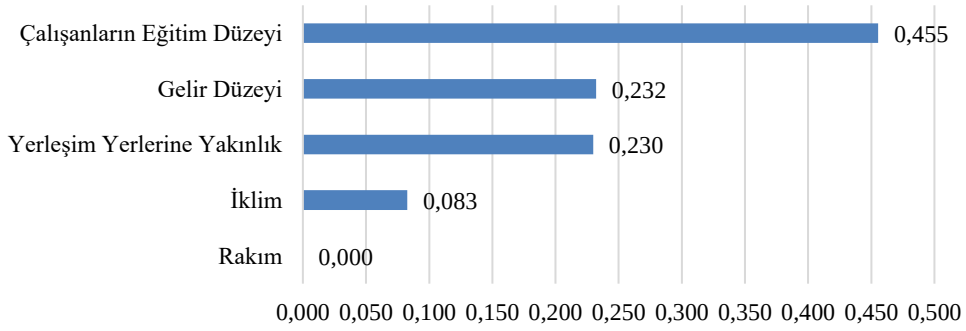
Demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması şu şekilde yapılmıştır:

Çizelge 4.37, 4.40, 4.41, 4.42, 4.43 ve 4.44'deki her bir havza için ayrı ayrı verilen demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak oluşturulan demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrislerinin tüm havzalar için ortalama genel ağırlıklandırılmış hali Çizelge 4.66'da verilmiştir.

Çizelge 4.66. Demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için).

Alt Kriterler	Yerleşim Yer. Yak.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Yerleşim Yer. Yak.	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,78	2,64	3,54	2,43	3,59	4,79	0,89	1,25	1,67	2,38	3,53	4,71
Gelir Düzeyi	1,58	2,22	2,95	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,35	3,42	4,55	0,98	1,42	1,89	2,81	4,08	5,38
İklim	1,00	1,49	2,05	1,16	1,74	2,39	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,78	1,14	1,53	1,99	2,86	3,95
Çalışanların Eğt. Düzy.	3,87	5,30	6,77	3,04	4,20	5,51	3,80	5,28	6,79	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,96	5,58	7,22
Rakım	0,95	1,32	1,78	0,93	1,37	1,89	1,10	1,40	1,76	0,68	0,96	1,30	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.68'de yer alan demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri arası karşılaştırma matrisleri ortalamaları (tüm havzalar için) matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Üyelik foksiyonu öncelik değerlerinin minimum olanları alınarak ise öncelik vektörü W= (0,505; 0,510; 0,181; 1,000; 0,000) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık W'= (0,230; 0,232; 0,083; 0,455; 0,000) vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.138'de demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil 4.138 incelendiğinde söz konusu kriterin alt kriterleri için risk puanı en yüksek parametrenin çalışanların eğitim düzeyi (0,455) olduğu, gelir düzeyi (0,232) ve yerleşim yerlerine yakınlık (0,230) kriterlerinin ise hemen hemen eşit risk puanlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.138. Demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Gelir düzeyi çalışanlar üzerinde psikososyal bir risk faktörü olarak ön plana çıkmaktadır. Ve çalışana indirekt olarak etki etmektedir. Gelir seviyesi düşük olan bir

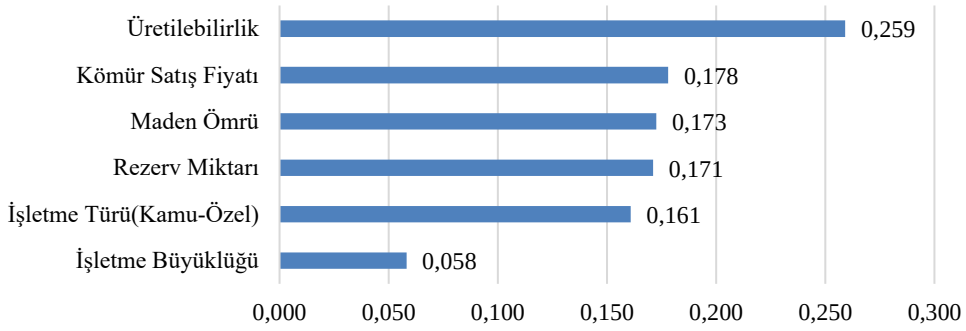
kişinin işine olan konsantrasyonu da haliyle düşeceğinden bu kişilerin iş kazasına maruz kalma olasılığı yükselmektedir. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması şu şekilde yapılmıştır:

Çizelge 4.45, 4.48, 4.49, 4.50, 4.51 ve 4.52'deki her bir havza için ayrı ayrı verilen işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak oluşturulan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrislerinin tüm havzalar için genel ortalama ağırlıklandırılmış hali Çizelge 4.67'de verilmiştir.

Çizelge 4.67. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için).

Alt Kriterler	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Rezerv Miktarı	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,19	1,54	1,93	1,87	2,53	3,22	2,69	3,85	5,05	2,18	3,04	3,93	1,88	2,57	3,31
Üretilebilirlik	2,63	3,57	4,52	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,90	3,90	4,92	3,48	4,91	6,34	2,61	3,65	4,71	2,88	4,00	5,17
Maden Ömrü	1,84	2,49	3,16	1,02	1,29	1,59	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,56	3,63	4,71	2,12	3,00	3,91	2,30	3,21	4,17
İşletme Büyüklüğü	1,04	1,47	1,98	0,69	0,88	1,14	0,93	1,23	1,61	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,56	2,17	2,83	1,67	2,34	3,05
Kömür Satış Fiyatı	1,88	2,61	3,37	1,45	1,90	2,41	1,77	2,38	3,07	2,45	3,45	4,48	**1,00**	**1,00**	**1,00**	2,53	3,59	4,65
İşletme Türü	2,54	3,55	4,58	1,49	2,11	2,77	1,57	2,22	2,91	1,98	2,69	3,44	1,68	2,32	3,02	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.67'de yer alan işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri arası karşılaştırma matrisleri ortalamaları (tüm havzalar için) matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin minimumları alınarak ise öncelik vektörü W= (0,660; 1,000; 0,666; 0,224; 0,687; 0,621) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,171; 0,259; 0,173; 0,058; 0,178; 0,161) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.139'da demografik ve coğrafik özelikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil 4.139 incelendiğinde söz konusu ana kriterin alt kriterleri için risk puanı en yüksek parametrenin yeraltı kömür ocaklarındaki üretilebilirlik kriteri (0,259) olduğu (diğer bir ifade ile çalışanların kömür üretimindeki zorlanma dereceleri) görülmüştür. Ardından gelen risk puanı yüksek olan en önemli etken üretilen kömürün satış fiyatı (0,178) olarak bulunmuştur. Kömürün satış fiyatı da işin devamlılığını sağlaması açısından büyük önem arz etmektedir.



Şekil 4.139. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması şu şekilde yapılmıştır:

Çizelge 4.53, 4.56, 4.57, 4.58, 4.59 ve 4.60'daki her bir havza için ayrı ayrı verilen teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak oluşturulan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası ikili karşılaştırma matrislerinin tüm havzalar için ortalama genel ağırlıklandırılmış hali Çizelge 4.68'de verilmiştir.

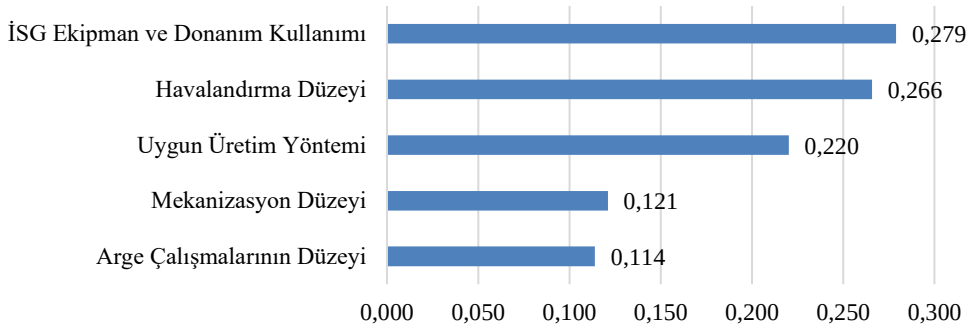
Çizelge 4.68. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (tüm havzalar için).

Alt Kriterler	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çal. Düzy.			İsg Ekip.ve Don. Kul.		
Mekanizasyon Düzeyi	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,64	2,13	2,67	1,36	1,86	2,41	1,61	2,23	2,89	0,94	1,22	1,56
Uygun Üretim Yöntemi	2,30	3,22	4,15	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,81	2,37	2,95	2,58	3,62	4,67	1,34	1,75	2,20
Havalandırma Düzeyi	2,66	3,58	4,53	1,84	2,42	3,05	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,17	4,33	5,52	2,10	2,77	3,46
Arge Çal. Düzy.	2,14	2,85	3,59	1,19	1,56	1,97	1,20	1,63	2,11	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,26	1,56
İsg Ekip.ve Don. Kul.	3,12	4,29	5,48	2,58	3,51	4,45	1,37	1,84	2,35	3,04	4,16	5,29	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.68'de yer alan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri arası karşılaştırma matrisleri ortalamaları (tüm havzalar için) matrisine göre her kriterin sentez değerleri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Söz konusu üyelik fonksiyonu öncelik değerlerinin minimumları alınarak öncelik vektörü W= (0,434; 0,789; 0,953; 0,408;

1,000) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,121; 0,220; 0,266; 0,114; 0,279) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.140'ta teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil 4.140 incelendiğinde söz konusu kriterin alt kriterleri için risk puanı en yüksek parametrelerin ocaklardaki İSG ekipman ve donanımı kullanımı (0,279) ve havalandırma düzeyi (0,266) olduğu görülmüştür. Risk puanı sıralamasında üçüncü sırada yer alan kriter ise ocaklardaki mevcut üretim yönteminin uygunluğu (0,220) kriteridir.



Şekil 4.140. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan genel risk puanları.

4.2.3.4. Modeldeki her bir ana kriter ve ana kiriterlerin alt kriterleri için havzaların risk puanlarının hesaplanması

Kriterlere ilişkin karşılaştırma işlemleri ile ağırlıklarının (kriterlerin risk puanlarının) ayrı ayrı hesaplanmasından sonra bu aşamada, anket çalışmasının 2. aşamasında yer alan risk değerlendirme tablolarının verileri kullanılarak, modeldeki her bir ana kriter ve ana kriterin alt kriteri için her bir alternatifin risk puanları hesaplanarak alternatifler yani havzalar değerlendirilecektir. Kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri için havzaların ikili karşılaştırılması şöyledir:

Modelde tüm anket verileri kullanılarak kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri için tüm havzalar (alternatifler) bazında hesaplanan ortalama ağırlıklara göre üretim derinliği alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.69'da verilmiştir.

Çizelge 4.69. Üretim derinliği alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Üretim Derinliği	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00
Zonguldak Havzası	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
Ermenek Havzası	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00
Beypazarı Havzası	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.69'daki üretim derinliği alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri hesaplanmıştır (Çizelge 4.70). Kriterlerin sentez değerlerini hesaplamak için denklem (3.12) kullanılmıştır.

Çizelge 4.70. Üretim derinliği alt kriterine göre sentez değerleri.

Alternatifler	l	m	u
Soma Havzası	0,11	0,30	0,76
Zonguldak Havzası	0,11	0,30	0,76
Kütahya Havzası	0,05	0,15	0,41
Ermenek Havzası	0,03	0,05	0,14
Trakya Havzası	0,05	0,15	0,41
Beypazarı Havzası	0,03	0,05	0,14

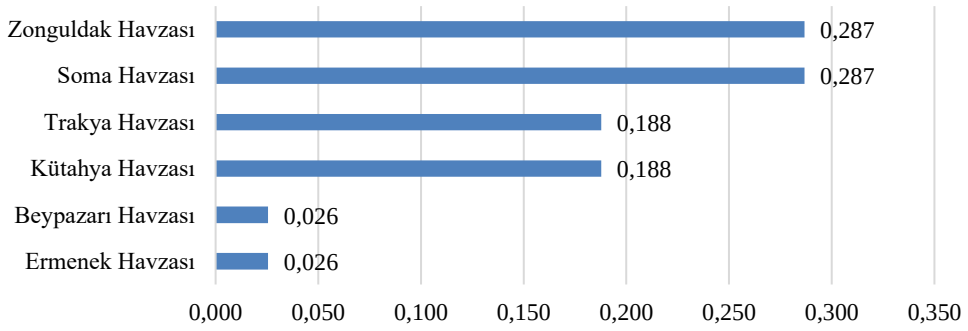
Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerler Çizelge 4.71'de sunulmuştur.

Çizelge 4.71. Üretim derinliği alt kriterine göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	Soma Havzası	Zonguldak Havzası	Kütahya Havzası	Ermenek Havzası	Trakya Havzası	Beypazarı Havzası
Soma Havzası	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Kütahya Havzası	0,65	0,65	-	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	0,09	0,09	0,48	-	0,48	1,00
Trakya Havzası	0,65	0,65	1,00	1,00	-	1,00
Beypazarı Havzası	0,09	0,09	0,48	1,00	0,48	-

Çizelge 4.71'de vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Öncelik vektörü W= (1,000; 1,000; 0,655; 0,089; 0,655; 0,089) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu

normalize edildiğinde W'= (0,287; 0,287; 0,188; 0,026; 0,188; 0,026) ağırlık vektörü elde edilir. Şekil 4.141'de üretim derinliği alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa üretim derinliği bakımından en riskli havzaların Zonguldak havzası (0,287) ve Soma havzası (0,287) olduğu görülmektedir. Trakya (0,188) ve Kütahya havzası (0,188) ise eşit risk puanları ile bunları takip etmektedir.



Şekil 4.141. Üretim derinliği alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

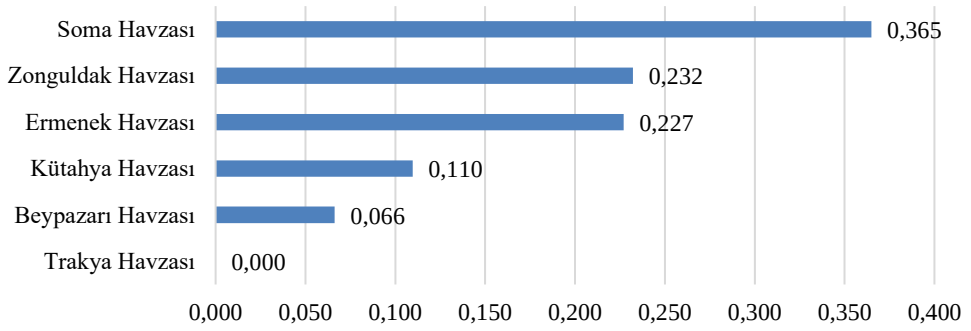
Damar kalınlığı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.72'de verilmiştir.

Çizelge 4.72. Damar kalınlığı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Damar Kalınlığı	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00
Zonguldak Havzası	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Trakya Havzası	0,11	0,14	0,20	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.72'de damar kalınlığı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmıştır. Sentez değerlerinin hesabı ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabı için bir önceki kısımdaki hesaplamaların benzeri yapıldığından, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir. Elde edilen sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanları alınması ile de öncelik

vektörü W= (1,000; 0,636; 0,300; 0,622; 0,000; 0,182) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,365; 0,232; 0,110; 0,227; 0,000; 0,066) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.142'de damar kalınlığı alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil 4.142 incelendiğinde, damar kalınlığı alt kriteri için en riskli havzanın Soma havzası (0,365) olduğu bunu sırasıyla Zonguldak (0,232) ve Ermenek havzasının (0,227) takip ettiği tespit edilmştir.



Şekil 4.142. Damar kalınlığı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

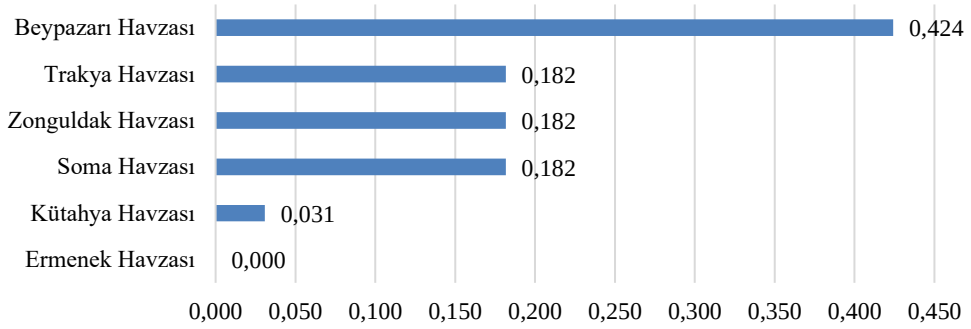
Damar eğimi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.73'te verilmiştir.

Çizelge 4.73. Damar eğimi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Eğim	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	0,11	0,14	0,20
Ermenek Havzası	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	0,11	0,14	0,20
Trakya Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	5,00	7,00	9,00	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.73'teki damar eğimi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değerleri denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak ise, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Söz konusu değerlerden minimum olanlarının alınmasıyla ise öncelik vektörü W= (0,428; 0,428; 0,073; 0,000; 0,428; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,182; 0,182; 0,031; 0,000; 0,182; 0,424) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.143'te damar eğimi alt

kriterine göre risk puanı en yüksek havzanın Beypazarı havzası (0,424) olduğu tespit edilmiştir. Beypazarı havzasını Trakya (0,182) ve Zonguldak havzaları (0,182) izlemektedir.



Şekil 4.143. Damar eğimi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Tektonizma alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.74'te verilmiştir.

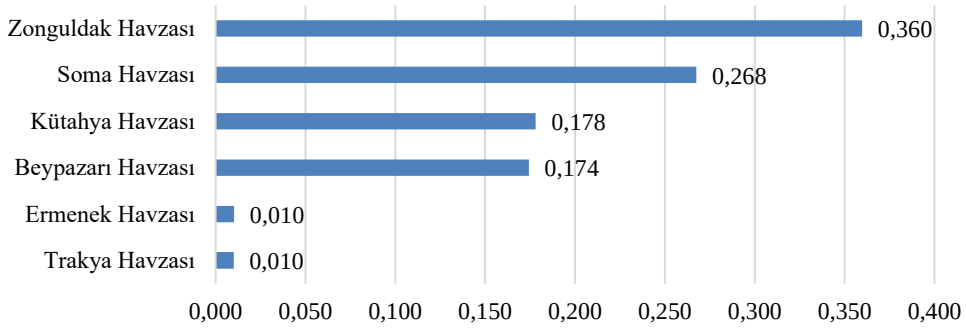
Çizelge 4.74. Tektonizma alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Tektonizma	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Ermenek Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.74'teki tektonizma alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak ise denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Söz konusu değerlerin minimum olanları alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,744; 1,000; 0,495; 0,029, 0,028; 0,485) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,268; 0,360; 0,178; 0,010; 0,010; 0,174) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.144'te tektonizma alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa tektonizma bakımında

bakımından en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,360) olduğu tespit edilmiştir. Bunu Soma (0,268) ve Kütahya havzaları (0,178) izlemektedir.



Şekil 4.144. Tektonizma alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

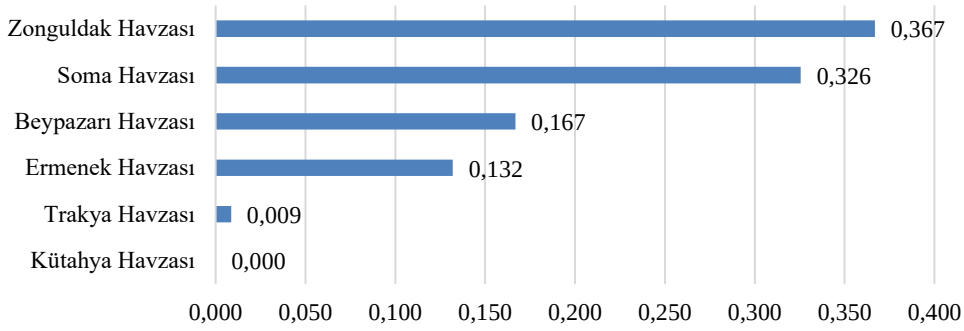
Metan içeriği alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.75'te verilmiştir.

Çizelge 4.75. Metan içeriği alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Metan İçeriği	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	7,00	9,00	11,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	0,11	0,14	0,20	0,09	0,11	0,14	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	0,11	0,14	0,20
Ermenek Havzası	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	5,00	7,00	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.75'teki metan içeriği alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Söz konusu değerlerin minimum olanları alınarak öncelik vektörü W= (0,888; 1,000; 0,000; 0,360; 0,024; 0,455) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,326; 0,367; 0,000; 0,132; 0,009; 0,167) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.145'te metan içeriği alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa metan içeriği bakımından en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,367) olduğu bunu sırasıyla Soma havzası (0,326) ve Beypazarı havzasının (0,167) takip ettiği tespit edilmiştir.



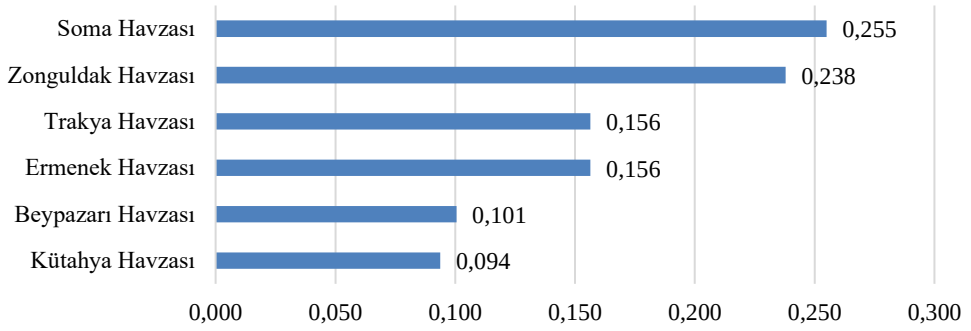
Şekil 4.145. Metan içeriği alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Kömürün kalorifik değeri alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.76'da verilmiştir.

Çizelge 4.76. Kömürün kalorifik değeri alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Kömürün Kal. Değ.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.76'daki kömürün kalorifik değeri alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Değerlerin minimumları alınarak ise öncelik vektörü W= (1,000; 0,933; 0,368; 0,614; 0,614; 0,394) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,255; 0,238; 0,094; 0,156; 0,156; 0,101) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.146'da kömürün kalorifik değeri alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak en riskli havzaların birbirlerine yakın risk puanlarıyla Soma havzası (0,255) ve Zonguldak havzası (0,238) olduğu görülmektedir. Bu iki havzayı Trakya havzası (0,156) izlemektedir.



Şekil 4.146. Kömürün kalorifik değeri alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Şekil 4.136'daki kömür damarı ana kriteri için hesaplanan ağırlıklar ile her bir alt kriter için havzaların karşılaştırması sonucu elde edilen havzaların ağırlıkları çarpılarak toplanır. Böylece havzalar kendi arasında sıralanmıştır. Elde edilen risk sıralaması Zonguldak havzası - Soma havzası - Beypazarı havzası - Ermenek havzası - Kütahya havzası - Trakya havzası şeklindedir (Çizelge 4.77).

Çizelge 4.77. Kömür damarının özellikleri ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması.

	Üretim Derinliği	Damar Kalınlığı	Damar Eğimi	Tektonizma	Metan İçeriği	Kömürün Kal. Değ.	Alternatif Toplam Üst. Ağırlıkları	Sıralama
Soma Havzası	0,017	0,046	0,031	0,051	0,103	0,035	0,283	2
Zonguldak Havzası	0,017	0,029	0,031	0,069	0,116	0,033	0,294	1
Kütahya Havzası	0,011	0,014	0,005	0,034	0,000	0,013	0,077	5
Ermenek Havzası	0,001	0,028	0,000	0,002	0,042	0,021	0,095	4
Trakya Havzası	0,011	0,000	0,031	0,002	0,003	0,021	0,068	6
Beypazarı Havzası	0,001	0,008	0,073	0,033	0,053	0,000	0,169	3

Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için havzaların ikili karşılaştırılması şöyledir:

Modelde tüm anket verileri kullanılarak kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için tüm havzalar (alternatifler) bazında

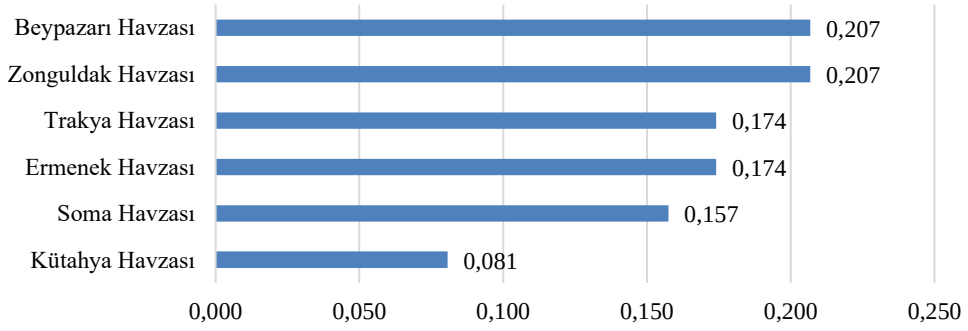
hesaplanan ortalama ağırlıklara göre yan kayaçların basınç dayanımı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.78'de verilmiştir.

Çizelge 4.78. Yan kayaçların basınç dayanımı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Yan Kayaç Basınç Day.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.78'deki yan kayaçların basınç dayanımı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Söz konusu değerlerin minimum olanları alınarak ise öncelik vektörü W= (0,761; 1,000; 0,390; 0,842; 0,842; 1,000) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,157; 0,207; 0,081; 0,174; 0,174; 0,207) vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.147'de yan kayaçların basınç dayanımı alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa yan kayaçların basınç dayanımı alt kriteri bakımından en riskli havzanın Beypazarı havzası (0,207) olduğu, ardından risk temelli sıralamada Zonguldak (0,207) ve Trakya havzalarının (0,174) geldiği görülmüştür.



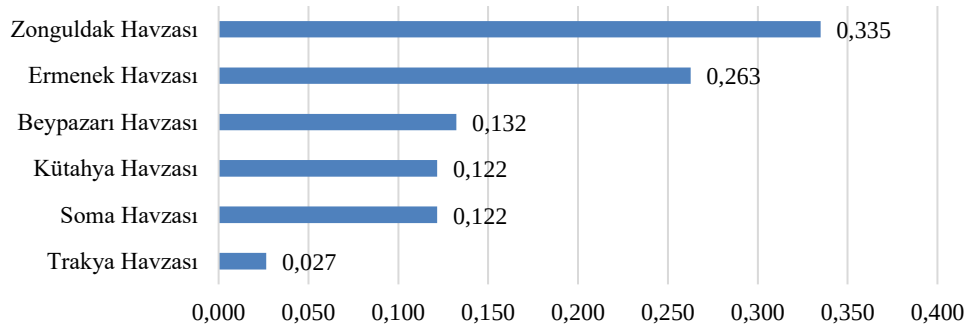
Şekil 4.147. Yan kayaçların basınç dayanımı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.79'daki yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmştir. Elde edilen değerlerin minimum olanları alınarak öncelik vektörü W= (0,363; 1,000; 0,363; 0,784; 0,079; 0,395) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,122; 0,335; 0,122; 0,263; 0,027; 0,132) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.148'de yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil 4.148 incelendiğinde yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriteri bakımından en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,335) olduğu görülmüştür. Ardından risk temelli sıralamada Ermenek havzası (0,263) ve Beypazarı havzası (0,132) gelmektedir.



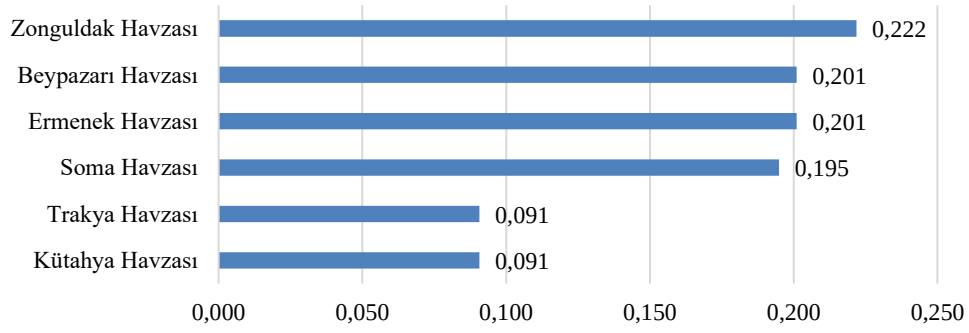
Şekil 4.148. Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Arazi gerilmeleri düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.80'de verilmiştir.

Çizelge 4.80. Arazi gerilmeleri düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Arazi Gerilmeleri Düzeyi	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.80'deki arazi gerilmeleri düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanı alınarak öncelik vektörü W= (0,879; 1,000; 0,409; 0,906, 0,409; 0,906) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,195; 0,222; 0,091; 0,201; 0,091; 0,201) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.149'de arazi gerilmeleri düzeyi alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur Şekil 4.149 için bir değerlendirme yapılacak olunursa arazi gerilmeleri düzeyi alt kriteri için en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,222) olduğu, ardından en yüksek risk puanına sahip havzaların birbilerine çok yakın risk puanına sahip Beypazarı havzası (0,201) ve Ermenek havzaları (0,201) olduğu belirlenmiştir.



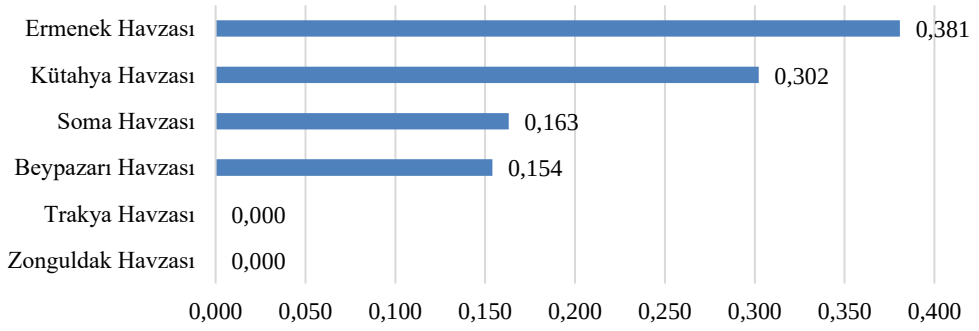
Şekil 4.149. Arazi gerilmeleri düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Yeraltı suyu varlığı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.81'de verilmiştir.

Çizelge 4.81. Yeraltı suyu varlığı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Yeraltı Suyu Varlığı	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Kütahya Havzası	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Ermenek Havzası	3,00	5,00	7,00	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.81'deki yeraltı suyu varlığı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin değerlerinin minimum olanı alınması ile öncelik vektörü W= (0,428; 0,000; 0,794; 1,000; 0,000; 0,404) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,163; 0,000; 0,302; 0,381; 0,000; 0,154) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.150'de yeraltı suyu varlığı alt kirteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil 4.150'de yeraltı suyu varlığı bakımında havzalar için bir değerlendirme yapılmak istenirse en yüksek risk puanına sahip havzanın Ermenek havzası (0,381) olduğu, bunu Kütahya havzasının (0,302) ve Soma havzasının (0,163) takip ettiği görülmüştür.



Şekil 4.150. Yeraltı suyu varlığı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Şekil 4.137'deki kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri için hesaplanan ağırlıklar ile her bir alt kriter için havzaların karşılaştırması sonucu

elde edilen havzaların ağırlıkları çarpılarak toplanır. Böylece kömür kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri için havzalar kendi arasında sıralanmıştır. Sıralama Ermenek havzası - Kütahya havzası - Beypazarı havzası - Soma havzası - Zonguldak havzası ve Trakya havzası şeklindedir (Çizelge 4.82).

Çizelge 4.82. Kaya mekaniği parametreleri ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması.

	Yan Kayaç. Basınç Day.	Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	Arazi Ger. Düzy.	Yeraltı Suyu Varlığı	Alternatiflerin Toplam Üstünlük Ağırlıkları	Sıralama
Soma Havzası	0,056	0,006	0,030	0,073	0,164	4
Zonguldak Havzası	0,073	0,016	0,034	0,000	0,123	5
Kütahya Havzası	0,028	0,006	0,014	0,135	0,183	2
Ermenek Havzası	0,061	0,012	0,031	0,170	0,274	1
Trakya Havzası	0,061	0,001	0,014	0,000	0,077	6
Beypazarı Havzası	0,073	0,006	0,031	0,069	0,179	3

Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri için havzaların ikili karşılaştırılması şöyledir:

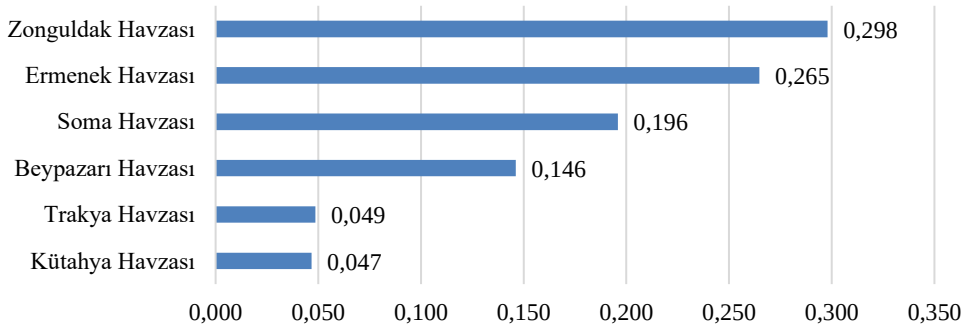
Modelde tüm anket verileri kullanılarak demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri için tüm havzalar (alternatifler) bazında hesaplanan ortalama ağırlıklara göre yerleşim yerlerine yakınlık alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.83'te verilmiştir.

Çizelge 4.83. Yerleşim yerlerine yakınlık alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Yerleşim Yer. Yak.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.83'teki yerleşim yerlerine yakınlık alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan sentez değerleri kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla

bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanları alınarak öncelik vektörü W= (0,657; 1,000; 0,157; 0,889; 0,163; 0,491) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,196; 0,298; 0,047; 0,265; 0,049; 0,146) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.151'de yerleşim yerlerine yakınlık alt kriteri için hesaplanan risk punları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa yerleşim yerlerine yakınlık bakımından en riskli havzaların yapılan risk temelli sıralamaya göre Zonguldak havzası (0,298), Ermenek havzası (0,265) ve Soma havzası (0,196) şeklinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.151. Yerleşim yerlerin yakınlık alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

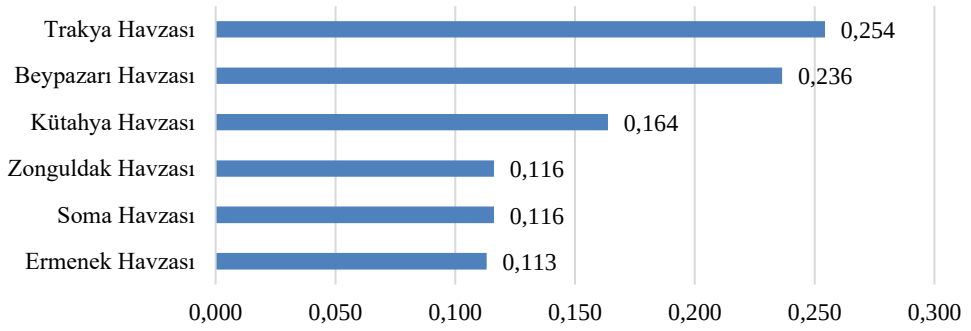
Gelir düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.84'te verilmiştir.

Çizelge 4.84. Gelir düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Gelir Düzeyi	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00
Kütahya Havzası	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00
Trakya Havzası	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.84'te gelir düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanı alınarak ise öncelik vektörü W= (0,457; 0,457; 0,644; 0,445; 1,000; 0,930)

bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,116; 0,116; 0,164; 0,113; 0,254; 0,236) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.152'de gelir düzeyi alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa gelir düzeyi bakımından en riskli havzaların Trakya havzası (0,254) ve Beypazarı havzası (0,236) olduğu, bu havzaları Kütahya havzasının (0,164) izlediği belirlenmiştir.



Şekil 4.152. Gelir düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

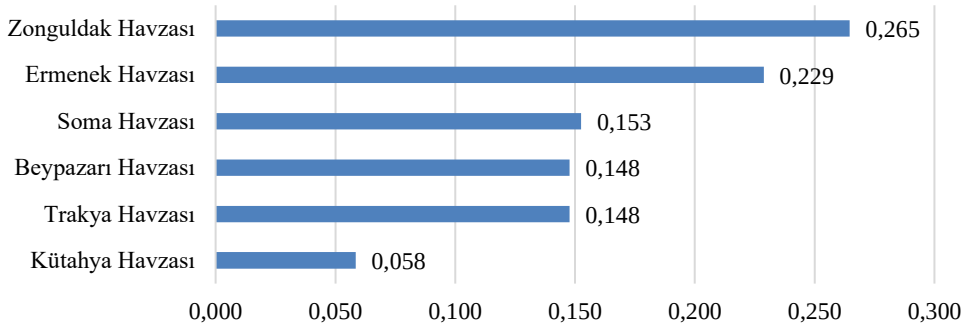
İklim alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.85'te verilmiştir.

Çizelge 4.85. İklim alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

İklim	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Trakya Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.85'teki iklim alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanları alınarak ise öncelik vektörü W= (0,576; 1,000; 0,221; 0,864; 0,558; 0,558) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,153; 0,265; 0,058; 0,229; 0,148; 0,148) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.153'te iklim alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa iklim bakımından en riskli havzaların

sırasıyla Zonguldak havzası (0,265), Ermenek havzası (0,229) ve Soma havzası (0,153) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.153. İklim alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

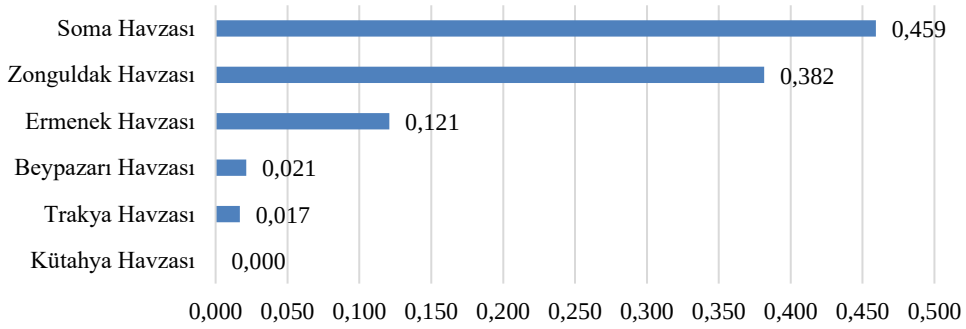
Çalışanların eğitim düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.86'da verilmiştir.

Çizelge 4.86. Çalışanların eğitim düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Çalışanların Eğt. Düzy.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00	11,00	3,00	5,00	7,00	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00
Zonguldak Havzası	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	0,09	0,11	0,14	0,11	0,14	0,20	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33
Ermenek Havzası	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,11	0,14	0,20	0,14	0,20	0,33	3,03	5,00	7,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	3,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.86'daki çalışanların eğitim düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanı alınması ile de öncelik vektörü W= (1,000; 0,831; 0,000; 0,263; 0,037; 0,046) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,459; 0,382; 0,000; 0,121; 0,017; 0,021) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.154'te çalışanların eğitim düzeyi için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa çalışanların eğitim düzeyi bakımından en riskli havzanın Soma

havzası (0,459) olduğu bunu en yakın risk puanıyla Zonguldak havzasının (0,382) izlediği belirlenmiştir.



Şekil 4.154. Çalışanların eğitim düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

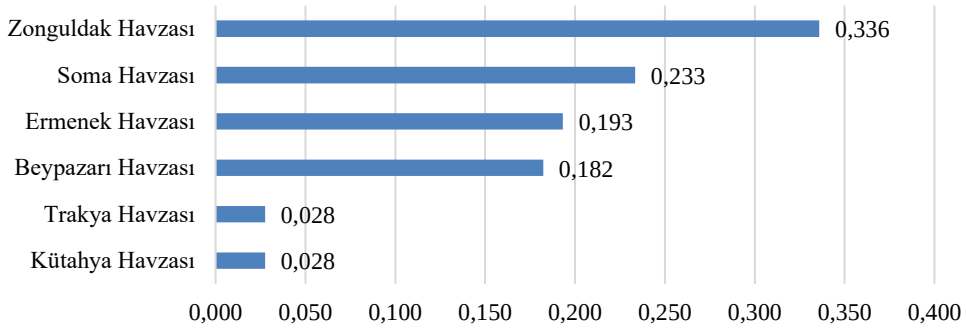
Rakım alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.87'de verilmiştir.

Çizelge 4.87. Rakım alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Rakım	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.87'deki rakım alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Söz konusu değerlerin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,695; 1,000; 0,082; 0,575; 0,082; 0,543) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,233; 0,336; 0,028; 0,193; 0,028; 0,182) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.155'te rakım alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa rakım bakımından en riskli havzaların sırasıyla Zonguldak havzası (0,336), Soma havzası (0,233) ve Ermenek havzası (0,193) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.155. Rakım alt kriteri için hesaplanan risk puanları.

Şekil 4.138'deki demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için hesaplanan ağırlıklar ile her bir alt kriter için havzaların karşılaştırması sonucu elde edilen havzaların ağırlıkları çarpılarak toplanır. Böylece demografik ve coğrafik özellikler için havzalar kendi arasında sıralanmıştır. Sıralama Soma havzası - Zonguldak havzası - Ermenek havzası - Beypazarı havzası - Trakya havzası ve Kütahya havzası şeklindedir. (Çizelge 4.88).

Çizelge 4.88. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması.

	Yerleşim Yer. Yak.	Gelir Düzeyi	İklim	Çalış. Eğ. Düz.	Rakım	Alternatiflerin Toplam Üstünlük Ağırlıkları	Sıralama
Soma Havzası	0,045	0,027	0,013	0,209	0,000	0,294	1
Zonguldak Havzası	0,068	0,027	0,022	0,174	0,000	0,291	2
Kütahya Havzası	0,011	0,038	0,005	0,000	0,000	0,054	6
Ermenek Havzası	0,061	0,026	0,019	0,055	0,000	0,161	3
Trakya Havzası	0,011	0,059	0,012	0,008	0,000	0,090	5
Beypazarı Havzası	0,034	0,055	0,012	0,010	0,000	0,110	4

İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için havzaların ikili karşılaştırılması şöyledir:

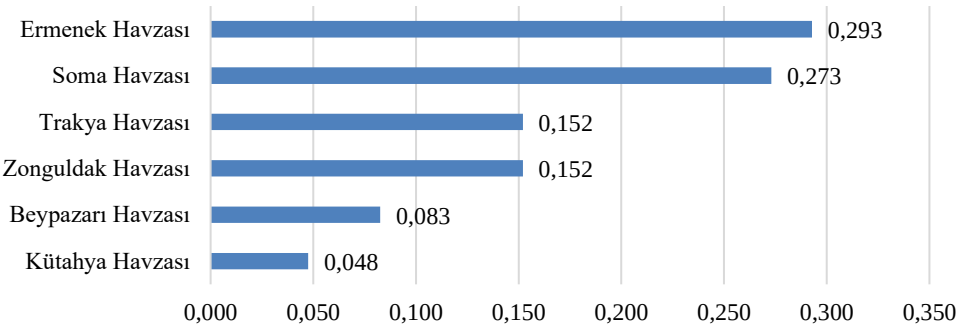
Modelde tüm anket verileri kullanılarak işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için tüm havzalar (alternatifler) bazında hesaplanan

ortalama ağırlıklara göre rezerv miktarı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.89'da verilmiştir.

Çizelge 4.89. Rezerv miktarı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Rezerv Miktarı	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kütahya Havzası	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.89'daki rezerv miktarı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanı alınarak öncelik vektörü W= (0,932; 0,519, 0,162; 1,000; 0,519; 0,282) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,273; 0,152; 0,048; 0,293; 0,152; 0,083) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.156'da rezerv miktarı alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa rezerv miktarı bakımından en riskli havzanın Ermenek havzası (0,293) olduğu bu havzayı Soma havzasının (0,273) ve Trakya havzasının (0,152) izlediği görülmüştür.



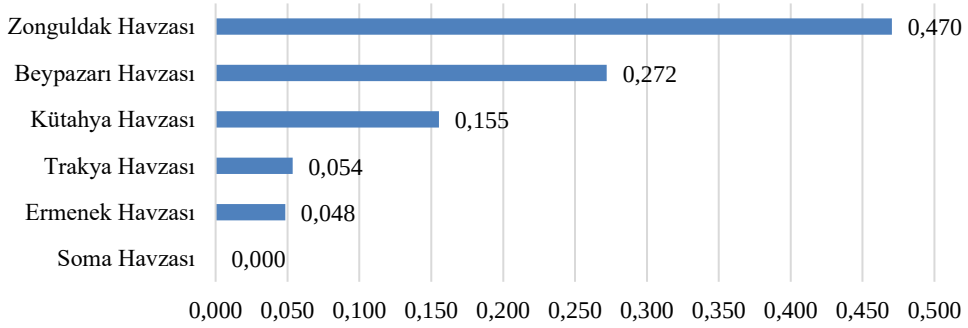
Şekil 4.156. Rezerv miktarı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Üretilebilirlik alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.90'da verilmiştir.

Çizelge 4.90. Üretilebilirlik alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Üretilebilirlik	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33
Zonguldak Havzası	5,00	7,00	9,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	1,00	3,00	5,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	1,00	3,00	5,00	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Trakya Havzası	1,00	3,00	5,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	3,00	5,00	7,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.90'daki üretilebilirlik alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerlerin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,000; 1,000; 0,330; 0,103; 0,114; 0,578) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,000; 0,470; 0,155; 0,048; 0,054; 0,272) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.157'de üretilebilirlik alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa üretilebilirlik bakımından en riskli havzaların Zonguldak havzası (0,470) olduğu görülmüştür. Zonguldak havzasını Beypazarı havzası (0,272) ve Kütahya havzası (0,155) takip etmektedir.



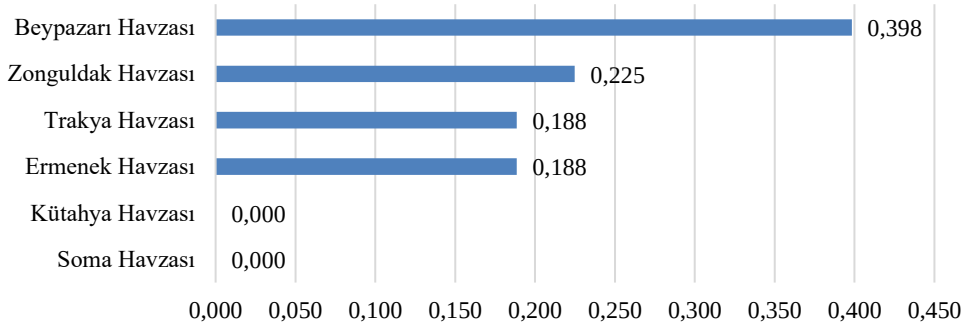
Şekil 4.157. Üretilebilirlik alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Maden ömrü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.91'de verilmiştir.

Çizelge 4.91. Maden ömrü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Maden Ömrü	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	0,11	0,14	0,20
Zonguldak Havzası	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Kütahya Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	0,11	0,14	0,20
Ermenek Havzası	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Trakya Havzası	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.91'deki maden ömrü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerlerin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,000; 0,565; 0,000; 0,473; 0,473; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,000; 0,225; 0,000, 0,188; 0,188; 0,398) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.158'de maden ömrü alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa maden ömrü bakımından en riskli havzanın Beypazarı havası (0,398) olduğu, bu havzayı Zonguldak (0,225) ve Trakya havzalarının (0,188) izlediği söylenilebilir.



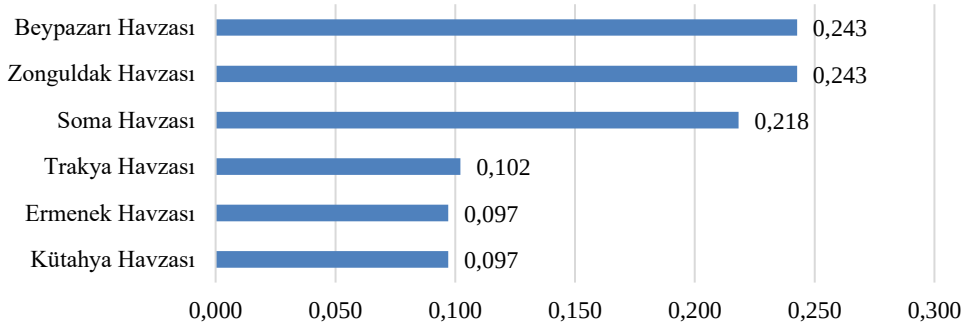
Şekil 4.158. Maden ömrü için havzaların hesaplanan risk puanları.

İşletme büyüklüğü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.92'de verilmiştir.

Çizelge 4.92. İşletme büyüklüğü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

İşletme Büyüklüğü	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Trakya Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.92'deki işletme büyüklüğü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değerleri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,900; 1,000; 0,400; 0,400; 0,421; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık W'= (0,218; 0,243; 0,097; 0,097; 0,102; 0,243) vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.159'da işletme büyüklüğü alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa işletme büyüklüğü bakımından en riskli havzaların Beypazarı havzası (0,243) ve Zonguldak havzası (0,243) olduğu bu havzaları Soma havzasının (0,218) izlediği belirlenmiştir.



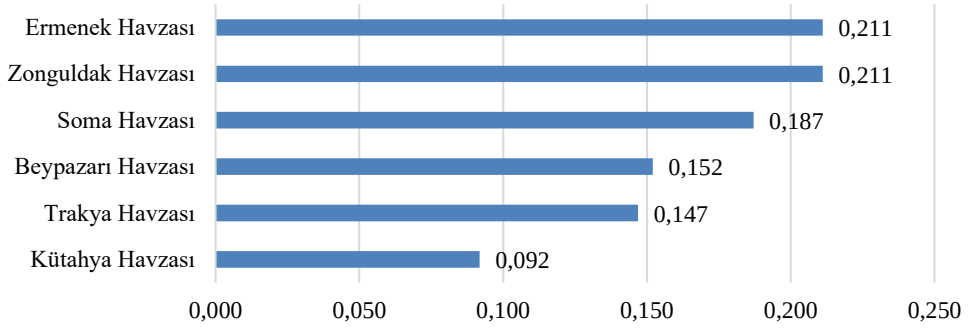
Şekil 4.159. İşletme büyüklüğü alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Kömür satış fiyatı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.93'te verilmiştir.

Çizelge 4.93. Kömür satış fiyatı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Kömür Satış Fiyatı	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.93'teki kömür satış fiyatı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimumları alınarak öncelik vektörü W= (0,886; 1,000; 0,435; 1,000; 0,696; 0,720) bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,187; 0,211; 0,092; 0,211; 0,147; 0,152) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.160'da kömür satış fiyatı alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa ocaklarda kömür satış fiyatı bakımından en riskli havzaların eşit risk puanları ile Zonguldak havzası (0,211) ve Ermenek havzası (0,211) olduğu, bu iki havzayı Soma havzasının (0,187) izlediği tespit edilmiştir.



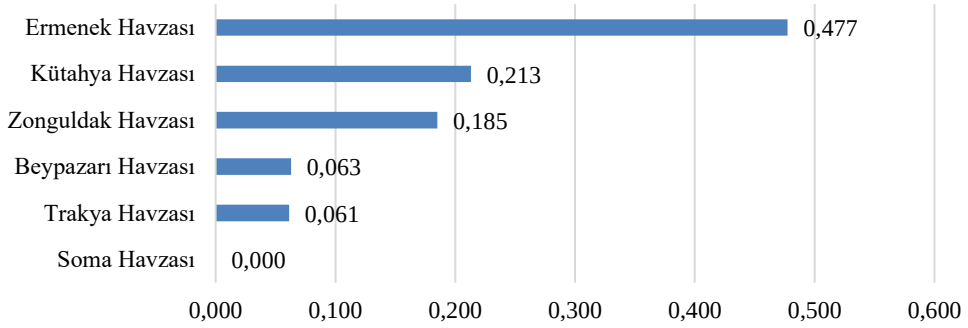
Şekil 4.160. Kömür satış fiyatı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

İşletme türü (kamu-özel) alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.94'te verilmiştir.

Çizelge 4.94. İşletme türü alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

İşletme Türü	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	0,11	0,14	0,20	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	3,00	5,00	7,00	5,00	7,00	9,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,09	0,11	0,14	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33
Ermenek Havzası	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00	11,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.94'te işletme türü (kamu-özel) alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak denklem (2.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerinin minimum olanı alınması ile öncelik vektörü W= (0,000; 0,388; 0,446; 1,000; 0,128; 0,132) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,000; 0,185; 0,213; 0,477; 0,061; 0,063) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.161'de işletme türü (kamu-özel) alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa havzalardaki işletmelerin türü bakımından en riskli havzanın Ermenek havzası (0,477) olduğu bunu sırasıyla Kütahya (0,213) ve Zonguldak havzalarının (0,185) takip ettiği yorumu yapılabilir.



Şekil 4.161. İşletme türü alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Şekil 4.139'daki işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için hesaplanan ağırlıklar ile her bir alt kriter için havzaların karşılaştırması sonucu elde edilen havzaların ağırlıkları çarpılarak toplanır. Böylece işletme yönetimi ve ekonomik parametreler kriteri için havzalar kendi arasında sıralanmıştır. Sıralama

Zonguldak havzası - Ermenek havzası - Beypazarı havzası - Trakya havzası - Kütahya havzası ve Soma havzası şeklindedir. (Çizelge 4.95).

Çizelge 4.95. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması.

	Rezerv Miktarı	Üretilebilirlik	Maden Ömrü	İşlet. Büyük.	Köm. Satş. Fiyt.	İşlet. Türü	Alternatiflerin Toplam Üstünlük Ağırlıkları	Sıralama
Soma Havzası	0,047	0,000	0,000	0,013	0,033	0,000	0,093	6
Zonguldak Havzası	0,026	0,122	0,039	0,014	0,038	0,030	0,268	1
Kütahya Havzası	0,008	0,040	0,000	0,006	0,016	0,034	0,105	5
Ermenek Havzası	0,050	0,013	0,033	0,006	0,038	0,077	0,215	2
Trakya Havzası	0,026	0,014	0,033	0,006	0,026	0,010	0,114	4
Beypazarı Havzası	0,014	0,071	0,069	0,014	0,027	0,010	0,205	3

Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için havzaların ikili karşılaştırılması şöyledir:

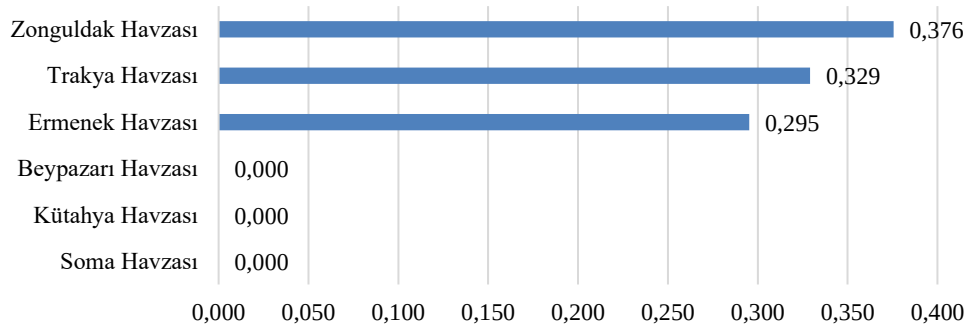
Modelde tüm anket verileri kullanılarak teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için tüm havzalar (alternatifler) bazında hesaplanan ortalama ağırlıklara göre mekanizasyon düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.96'da verilmiştir.

Çizelge 4.96. Mekanizasyon düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Mekanizasyon Düzeyi	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	1,00	1,00	1,00	0,11	0,14	0,20	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	0,11	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	3,00	5,00	7,00	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Trakya Havzası	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.96'da mekanizasyon düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanlarının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,000; 1,000; 0,000; 0,786; 0,877; 0,000) olarak

bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,000; 0,376; 0,000; 0,295; 0,329; 0,000) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.162'de mekanizasyon düzeyi alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa mekanizasyon düzeyi bakımından en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,376) olduğu bunu Trakya havzasnın (0,329) ve Ermenek havzasının (0,295) izlediği görülmektedir.



Şekil 4.162. Mekanizasyon düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

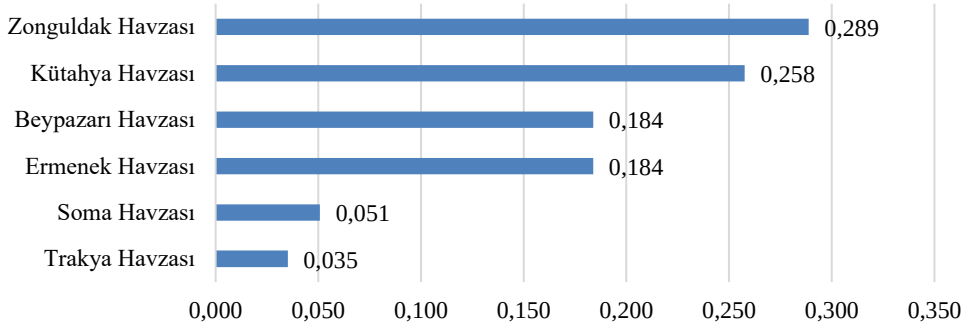
Uygun üretim yöntemi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.97'de verilmiştir.

Çizelge 4.97. Uygun üretim yöntemi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Uygun Üretim Yöntemi	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Zonguldak Havzası	3,00	5,00	7,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Ermenek Havzası	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.97'deki uygun üretim yöntemi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanı alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,176; 1,000; 0,892; 0,636; 0,122; 0,636) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde ağırlık W'= (0,051; 0,289; 0,258; 0,184; 0,035; 0,184) vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.163'te

uygun üretim yöntemi alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa uygun üretim yöntemi bakımından en riskli havzaların risk puanları sıralamasına göre Zonguldak (0,289), Kütahya (0,258) ve Beypazarı havzası (0,184) şeklinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.163. Uygun üretim yöntemi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

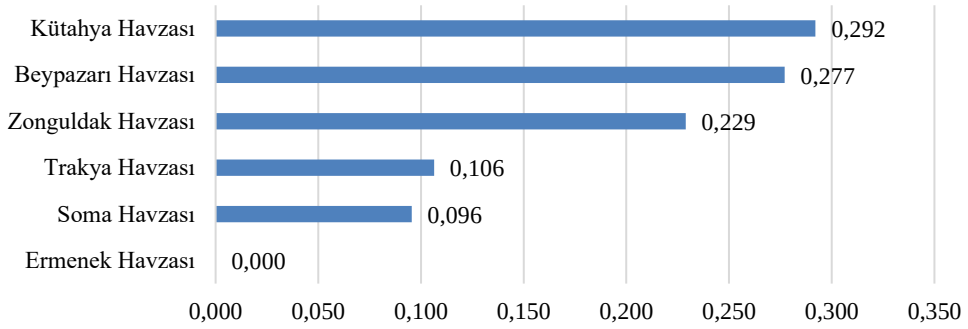
Havalandırma düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.98'de verilmiştir.

Çizelge 4.98. Havalandırma düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Havalandırma Düzeyi	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00
Kütahya Havzası	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33
Trakya Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.98'deki havalandırma düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanlarının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,327; 0,784; 1,000; 0,000; 0,364; 0,949) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,096; 0,229; 0,292; 0,000; 0,106; 0,277) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.164'te havalandırma düzeyi alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa havalandırma düzeyi

bakımından en riskli havzaların sırasıyla Kütahya havzası (0292), Beypazarı havzası (0,277) ve Zonguldak havzası (0,229) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.164. Havalandırma düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

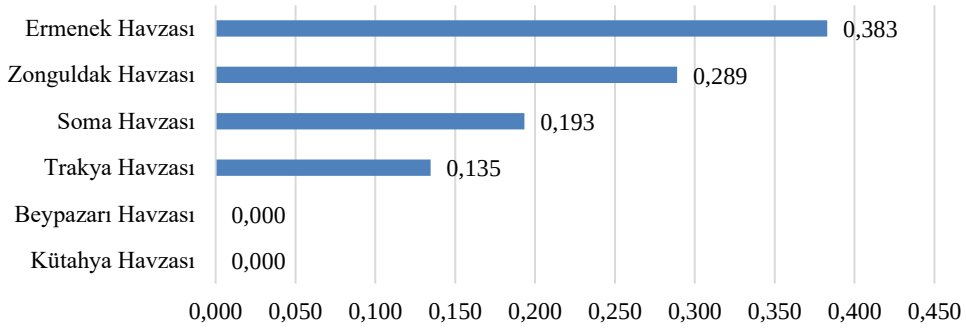
Arge çalışmalarının düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.99'da verilmiştir.

Çizelge 4.99. Arge çalışmalarının düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Arge Çal. Düzy.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	5,00	7,00	9,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	5,00	7,00	9,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.99'daki arge çalışmalarının düzeyi alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerlerin minimum olanının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,505; 0,754; 0,000; 1,000; 0,352; 0,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,193; 0,289; 0,000; 0,383; 0,135; 0,000) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.165'te arge çalışmalarının düzeyi alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa arge çalışmalarının düzeyi bakımından en riskli

havzaların sırasıyla Ermenek havzası (0,383), Zonguldak havzası (0,289) ve Soma havzası (0,193) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.165. Arge çalışmalarının düzeyi alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

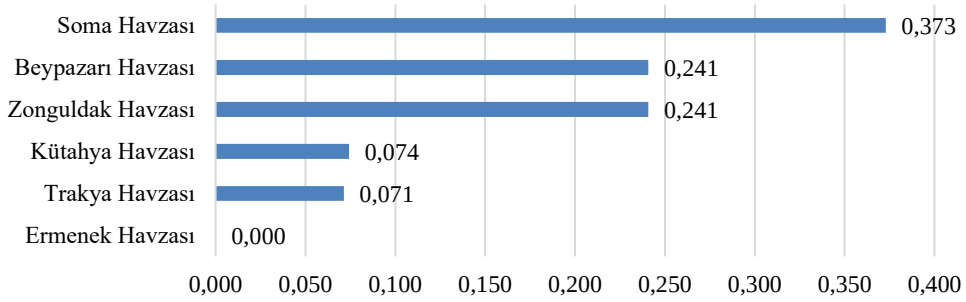
İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.100'de verilmiştir.

Çizelge 4.100. İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

İSG Ekip. ve Don. Kul.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	5,00	7,00	9,00	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Kütahya Havzası	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	0,11	0,14	0,20	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33
Trakya Havzası	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.100'deki İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerlerin minimum olanının alınmasıyla öncelik vektörü W= (1,000; 0,646; 0,199; 0,000; 0,191; 0,646) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,373; 0,241; 0,074; 0,000; 0,071; 0,241) ağırlık vektörü elde edilmiştir. Şekil 4.166'da İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa ocaklarda İSG ekipman ve

donanım kullanımı bakımından en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,373) olduğu, bunu birbirlerine çok yakın risk puanına sahip Beypazarı (0,241) ve Zonguldak havzasının (0,241) takip ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.166. İSG ekipman ve donanım kullanımı alt kriteri için havzaların hesaplanan risk puanları.

Şekil 4.140'daki teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için hesaplanan ağırlıklar ile her bir alt kriter için havzaların karşılaştırması sonucu elde edilen havzaların ağırlıkları çarpılarak toplanır. Böylece teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için havzalar kendi arasında sıralanmıştır. Sıralama Zonguldak havzası - Soma havzası - Kütahya havzası - Ermenek havzası - Trakya havzası - Beypazarı havzası şeklindedir. (Çizelge 4.101).

Çizelge 4.101. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri ana kriteri ve her bir alt kriterine göre havzaların kendi arasında sıralanması.

	Mek. Düzeyi	Uyg. Üretim Yönt.	Hav. Düzeyi	Arge Çal. Düzeyi	İSG Ekp. Don. Kul.	Alternatiflerin Toplam Üstünlük Ağırlıkları	Sıralama
Soma Havzası	0,000	0,011	0,025	0,022	0,104	0,163	2
Zonguldak Havzası	0,045	0,064	0,061	0,033	0,067	0,270	1
Kütahya Havzası	0,000	0,057	0,078	0,000	0,021	0,155	3
Ermenek Havzası	0,036	0,040	0,000	0,044	0,000	0,120	4
Trakya Havzası	0,040	0,008	0,028	0,015	0,020	0,111	5
Beypazarı Havzası	0,000	0,040	0,000	0,000	0,067	0,108	6

Ana kriterler için alternatiflerin (havzaların) karşılaştırılması şöyledir: Modelde tüm anket verileri kullanılarak ana kriterler için tüm havzalar (alternatifler) bazında hesaplanan ortalama ağırlıklara göre havzalara ait ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Kömür damarının özellikleri ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.102'de verilmiştir.

Çizelge 4.102. Kömür damarının özellikleri ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Kömür Damarı	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.102'deki kömür damarı özellikleri ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır (Çizelge 4.103).

Çizelge 4.103. Kömür damarı özellikleri ana kriterine göre sentez değerleri.

Alternatifler	l	m	u
Soma Havzası	0,06	0,22	0,66
Zonguldak Havzası	0,15	0,39	1,02
Kütahya Havzası	0,03	0,05	0,16
Ermenek Havzası	0,05	0,14	0,40
Trakya Havzası	0,03	0,05	0,16
Beypazarı Havzası	0,05	0,14	0,40

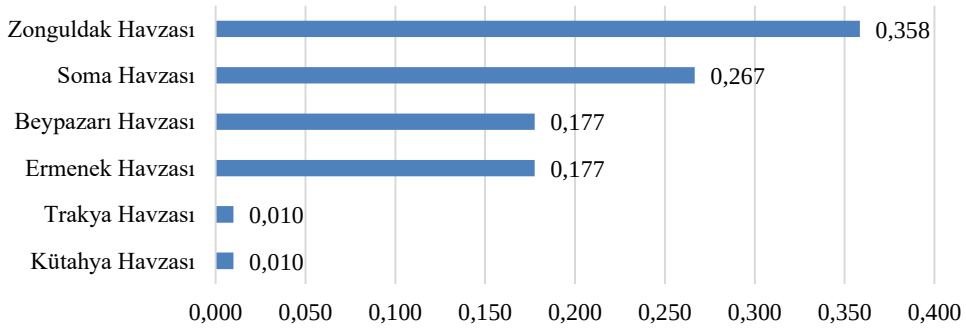
Elde edilen bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerler Çizelge 4.104'te sunulmuştur.

Çizelge 4.104. Kömür damarı özellikleri ana kriterine göre üyelik fonksiyonu değerleri.

	Soma Havzası	Zonguldak Havzası	Kütahya Havzası	Ermenek Havzası	Trakya Havzası	Beypazarı Havzası
Soma Havzası	-	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Kütahya Havzası	0,38	0,03	-	0,56	1,00	0,56
Ermenek Havzası	0,81	0,50	1,00	-	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,38	0,03	1,00	0,56	-	0,56
Beypazarı Havzası	0,81	0,50	1,00	1,00	1,00	-

Çizelge 4.104'te vektörün hesaplanması için elde edilen değerlerden öncelik değerlerinin minimum olanı alınmaktadır. Öncelik vektörü W= (0,744; 1,000; 0,028; 0,495; 0,028; 0,495) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,267; 0,358; 0,010; 0,177; 0,010; 0,177) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.167'de kömür damarı özellikleri ana kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre kömür damarı özellikleri ana kriteri için risk puanı en yüksek olan havza Zonguldak havzasıdır (0,358). İkinci sırada ise Soma havzası (0,267) yer almaktadır.



Şekil 4.167. Kömür damarı özellikleri ana kriteri için hesaplanan risk puanları.

Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.105'te verilmiştir.

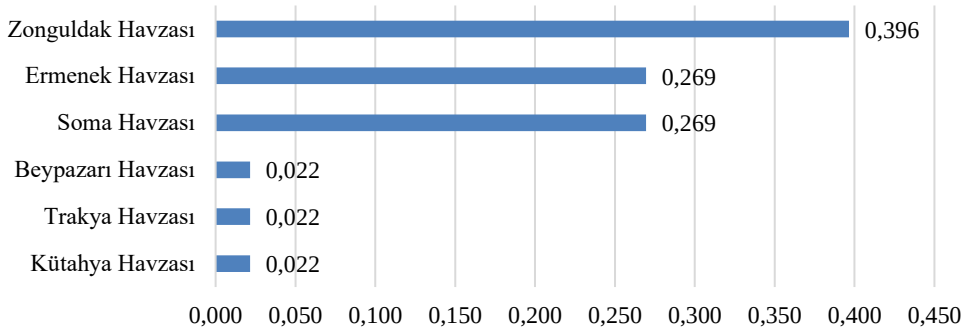
Çizelge 4.105. Kaya mekaniği parametreleri ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Kaya Mekaniği Para.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ermenek Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.105'teki kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Kriterlerin sentez değerlerini hesaplamak için kullanılmıştır. Sentez değerlerinin hesabı ve üyelik fonksiyonu değerlerinin hesabı için bir önceki kısımdaki hesaplamaların benzeri yapıldığından, hesaplanan sentez ve üyelik fonksiyonu değerleri anlatım düzenini bozmaması, sayfa sayısını artırmaması açısından artık bu bölümden itibaren verilmemiştir.

Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,680; 1,000; 0,054; 0,680; 0,054; 0,054) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,269; 0,396; 0,022; 0,269; 0,022; 0,022) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.168'de kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri bakımından en riskli havza Zonguldak havzasıdır (0,396). Ermenek (0,269) ve Soma havzaları (0,269) risk seviyelerinin hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.168. Kaya mekaniği parametreleri ana kriteri için hesaplanan risk puanları.

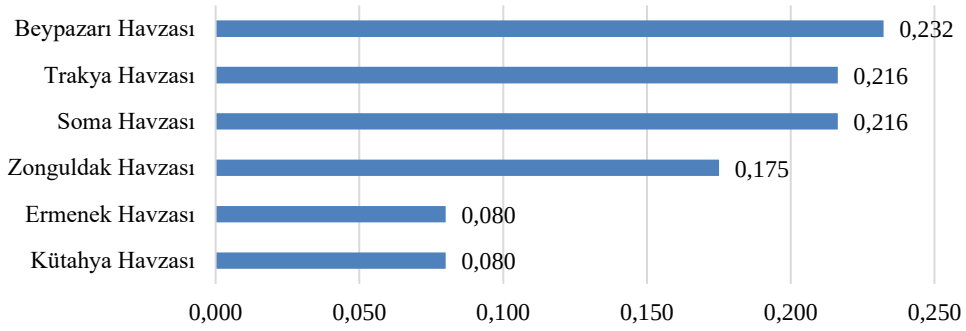
Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.106'da verilmiştir.

Çizelge 4.106. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Demografik Coğrafik Özel.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,30	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00
Trakya Havzası	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.106'daki demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır, denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin minimum olanının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,931; 0,754; 0,344; 0,344; 0,931; 1,000) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,216; 0,175; 0,080; 0,080; 0,216; 0,232) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.169'da demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Şekil incelendiğinde demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için en yüksek risk puanına Beypazarı havzasının (0,232) sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.169. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için hesaplanan risk puanları.

İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.107'de verilmiştir.

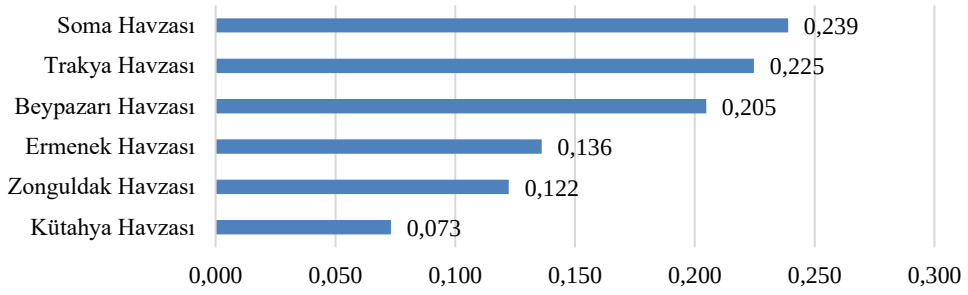
Çizelge 4.107. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

İşletme Yönt. Ve Eko. Para.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
Zonguldak Havzası	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00
Ermenek Havzası	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00
Trakya Havzası	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	1,00	1,00
Beypazarı Havzası	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.107'deki işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri deknlem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerlerin minimum olanının alınmasıyla öncelik vektörü W= (1,000; 0,512; 0,306; 0,570; 0,941, 0,857) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,239; 0,122; 0,073; 0,136; 0,225; 0,205) ağırlık vektörü elde edilir.

Şekil 4.170'te işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Risk puanlarına göre bir değerlendirme yapılacak olunursa, işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için en riskli havzanın Soma

havzası (0,239) olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla Trakya havzası (0,225) ve Beypazarı havzası (0,205) izlemektedir.



Şekil 4.170. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için hesaplanan risk puanları.

Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.108'de verilmiştir.

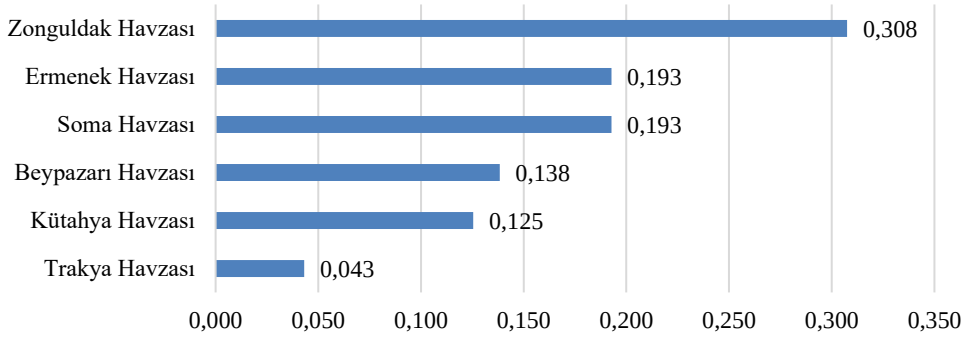
Çizelge 4.108. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisi.

Teknoloji Kul. Ve Düzy.	Soma Havzası			Zonguldak Havzası			Kütahya Havzası			Ermenek Havzası			Trakya Havzası			Beypazarı Havzası		
Soma Havzası	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Zonguldak Havzası	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	7,00	1,00	3,00	5,00
Kütahya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
Ermenek Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Trakya Havzası	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**	0,20	0,33	1,00
Beypazarı Havzası	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Çizelge 4.108'deki teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için havzalara ait ikili karşılaştırma matrisine göre her kriterin sentez değeri denklem (3.12) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kullanılarak denklem (3.17) yardımıyla bulanık değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve üyelik fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerlerin minimum olanının alınmasıyla öncelik vektörü W= (0,627; 1,000; 0,408; 0,627; 0,140; 0,450) olarak bulunmuştur. Öncelik vektörünün hesaplanması sonucu normalize edildiğinde W'= (0,193; 0,308; 0,125; 0,193; 0,043; 0,138) ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Şekil 4.171'de teknoloji kullanımı ve düzeyi ana için hesaplanan risk puanları sunulmuştur. Yapılan risk temelli sıralamada teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri

bakımından en riskli havzanın Zonguldak havzası (0,308) olduğu bunu Ermenek (0,193) ve Soma havzaları (0,193) hesaplanan eşit risk puanları ile takip ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.171. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için hesaplanan risk puanları.

Modeldeki her bir ana kriter ağırlığı ile her bir alt kriter için havzaların karşılaştırması sonucu elde edilen tüm havzaların ağırlıkları çarpılarak toplanır. Böylece havzalar kendi arasında sıralanmıştır (Çizelge 4.109).

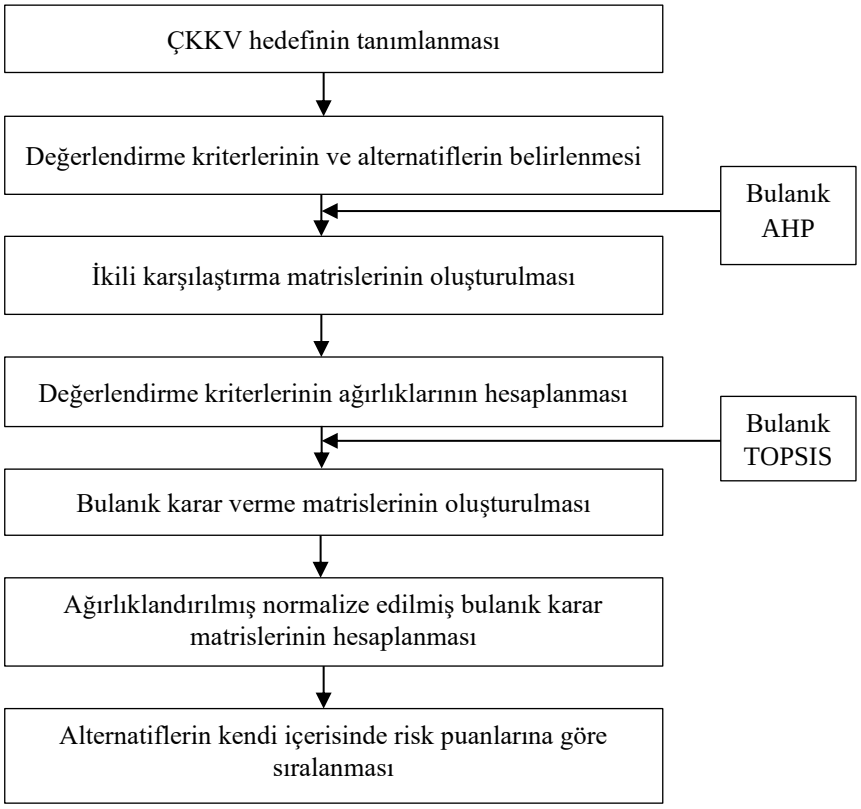
Çizelge 4.109. Bulanık AHP modeli için genel olarak tüm havzaların kendi arasında sıralanması.

	Kömür Dam. Özellik.	Kaya Mek. Para.	Demog. ve Coğr. Öz.	İşlt. Yönt.	Teknoloji Kul.	Alternatiflerin Toplam Üstünlük Ağırlıkları	Sıralama
Soma Havzası	0,068	0,058	0,006	0,057	0,051	0,240	2
Zonguldak Havzası	0,092	0,086	0,005	0,029	0,081	0,292	1
Kütahya Havzası	0,003	0,005	0,002	0,017	0,033	0,060	6
Ermenek Havzası	0,045	0,058	0,002	0,032	0,051	0,189	3
Trakya Havzası	0,003	0,005	0,006	0,053	0,011	0,078	5
Beypazarı Havzası	0,045	0,005	0,006	0,049	0,037	0,141	4

Çizelge 4.109 incelendiğinde, Bulanık AHP modelinin havza bazında risk temelli genel sıralamasının Zonguldak havzası - Soma havzası - Ermenek havzası - Beypazarı havzası - Trakya havzası ve Kütahya havzası şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.4. Bulanık TOPSIS yöntemi ile risk temelli sınıflandırma

Karar vericilerin her bir karar kriterinin önem ağırlığı için yaptığı değerlerlendirmelere ilişkin tablolar Bulanık AHP ile sıralama kısmında önceden verilmiştir. Bu kriterlerin ağırlıkları olarak ise, Bulanık AHP yönteminde daha önceden hesaplanan kriter ağırlıkları kullanılmış bu ağırlıklar Bulanık TOPSIS'deki dilsel ölçütlere dönüşümü yapılarak yansıtılmıştır. Şekil 4.172'de çalışmada uygulanan Bulanık TOPSIS yönteminin iş akış süreçlerinin şematik diyagramı sunulmuştur. Yapılan değerlendirmeler halihazırda bulanık sayılardır. Toplam 191 karar verici tarafından bu değerlendirmeler yapılmış ve bunların kriter bazında ortalamaları alınmıştır. Alternatiflerin her bir karar verici için alt kriterler bazında bulanık ortalamaları değerlendirme tablosu sunulmuştur (Çizelge 4.110). Modelde böylece 1. 2. ve 3. adımlar tamamlanmıştır.



Şekil 4.172. Bulanık TOPSIS yönteminin iş akış şeması.

Çizelge 4.110. Bulanık karar matrisi.

	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Damar eğimi			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değeri		
Soma Havzası	5,10	7,10	9,10	5,57	7,57	9,57	4,52	6,43	8,33	4,62	6,52	8,43	5,86	7,86	9,86	3,48	5,29	7,10
Zonguldak Havzası	5,40	7,40	9,40	4,63	6,58	8,53	4,46	6,41	8,36	5,64	7,64	9,64	6,11	8,11	10,11	3,54	5,25	6,95
Kütahya Havzası	3,21	4,93	6,64	3,57	5,36	7,14	3,21	5,14	7,07	3,57	5,07	6,57	2,43	3,93	5,43	2,50	4,07	5,64
Ermenek Havzası	2,45	4,09	5,73	4,64	6,64	8,64	2,64	4,45	6,27	3,00	4,64	6,27	3,91	5,73	7,55	2,82	4,45	6,09
Trakya Havzası	3,57	5,43	7,29	2,71	4,29	5,86	4,57	6,43	8,29	3,14	4,71	6,29	3,86	5,14	6,43	2,86	4,71	6,57
Beypazarı Havzası	2,83	4,61	6,39	3,39	5,39	7,39	5,11	7,11	9,11	3,06	4,72	6,39	4,44	6,00	7,56	2,83	4,39	5,94
Ağırlık	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00

Çizelge 4.110 (devam). Bulanık karar matrisi.

	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç Kaya Küt. Puan.			Arazi Ger. Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Soma Havzası	3,57	5,57	7,57	3,14	5,19	7,19	3,76	5,67	7,57	4,62	6,52	8,43
Zonguldak Havzası	4,78	6,78	8,78	6,33	8,33	10,33	4,21	6,19	8,16	3,64	5,47	7,30
Kütahya Havzası	3,21	5,14	7,07	3,43	5,36	7,29	3,14	4,79	6,43	5,14	7,14	9,14
Ermenek Havzası	3,91	5,91	7,91	4,64	6,64	8,64	3,91	5,91	7,91	6,09	8,09	10,09
Trakya Havzası	3,86	5,86	7,86	2,86	4,86	6,86	2,86	4,86	6,86	3,71	5,57	7,43
Beypazarı Havzası	4,11	6,06	8,00	3,61	5,61	7,61	3,83	5,78	7,72	4,39	6,39	8,39
Ağırlık	0,11	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33	0,09	0,11	0,14

Çizelge 4.110 (devam). Bulanık karar matrisi.

	Yerleşim Yer. Yakn.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Soma Havzası	2,52	4,33	6,14	2,90	4,81	6,71	2,33	4,14	5,95	6,33	8,43	10,43	2,62	4,33	6,05
Zonguldak Havzası	3,84	5,74	7,64	3,12	5,00	6,88	3,02	4,88	6,73	5,10	7,10	9,10	4,98	6,95	8,93
Kütahya Havzası	1,93	2,86	3,79	3,71	5,57	7,43	1,86	2,79	3,71	1,71	3,14	4,57	1,79	2,71	3,64
Ermenek Havzası	3,55	5,55	7,55	2,45	4,27	6,09	2,45	4,45	6,45	3,91	5,73	7,55	2,82	4,64	6,45
Trakya Havzası	2,00	3,14	4,29	4,86	6,86	8,86	2,29	3,71	5,14	3,14	5,00	6,86	1,29	2,43	3,57
Beypazarı Havzası	2,67	4,22	5,78	4,17	6,11	8,06	2,17	3,67	5,17	3,44	5,33	7,22	1,94	3,50	5,06
Ağırlık	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	0,09	0,11	0,14	1,00	1,00	1,00

Çizelge 4.110 (devam). Bulanık karar matrisi.

	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Soma Havzası	4,43	6,43	8,43	3,29	5,10	6,90	3,48	5,29	7,10	3,86	5,86	7,86	3,38	5,29	7,19	2,71	4,52	6,33
Zonguldak Havzası	4,06	5,79	7,52	5,99	7,99	9,99	4,58	6,51	8,43	4,56	6,56	8,56	4,14	5,99	7,84	4,65	6,58	8,51
Kütahya Havzası	3,29	4,93	6,57	4,36	6,21	8,07	3,43	5,21	7,00	2,86	4,36	5,86	2,00	3,29	4,57	1,64	2,57	3,50
Ermenek Havzası	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00	3,91	5,91	7,91	2,82	4,82	6,82	3,36	5,36	7,36	5,73	7,55	9,36
Trakya Havzası	3,43	5,43	7,43	3,43	5,43	7,43	3,57	5,57	7,57	3,00	4,86	6,71	2,29	4,29	6,29	2,43	4,14	5,86
Beypazarı Havzası	3,50	5,39	7,28	4,50	6,50	8,50	5,11	7,11	9,11	3,61	5,61	7,61	2,44	4,17	5,89	2,33	4,17	6,00
Ağırlık	0,14	0,20	0,33	0,11	0,14	0,20	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33

Çizelge 4.110 (devam). Bulanık karar matrisi.

	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çalışmaları Düzeyi			İSG Ekip. Donanım Kul.		
Soma Havzası	2,71	4,52	6,33	4,43	6,33	8,24	4,90	6,71	8,52	4,24	6,24	8,24	6,14	8,14	10,14
Zonguldak Havzası	5,77	7,74	9,72	6,11	8,11	10,11	5,74	7,72	9,69	5,44	7,40	9,35	5,64	7,62	9,59
Kütahya Havzası	2,79	4,29	5,79	5,64	7,64	9,64	6,14	8,14	10,14	2,71	4,36	6,00	4,29	6,00	7,71
Ermenek Havzası	4,09	6,09	8,09	5,36	7,36	9,36	4,09	5,91	7,73	5,73	7,73	9,73	3,55	5,36	7,18
Trakya Havzası	5,14	6,86	8,57	4,43	6,29	8,14	4,71	6,57	8,43	3,29	5,29	7,29	3,86	5,71	7,57
Beypazarı Havzası	3,11	4,72	6,33	4,72	6,72	8,72	6,22	8,17	10,11	2,89	4,61	6,33	5,67	7,67	9,67
Ağırlık	0,2	0,33	1,00	0,14	0,20	0,33	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	0,11	0,14	0,20

4. adımda normalleştirilmiş bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Normalleştirilmiş bulanık sayılar en büyüklemek ve en küçüklemek kriterlerine bağlı olarak oluşturulur. Eğer bulanık karar matrisinde ilgilenilen kriteri en büyüklemek istiyorsak o kriteri baz alarak alternatifin aldığı değerleri sütün içindeki en büyük değere bölünür (Denklem (3.25)), eğer bulanık karar matrisinde ilgilenilen kriteri en küçüklemek istiyorsak o kriteri baz alarak sütun içindeki en küçük değer alternatiflerin aldığı değerlere bölünerek denklem (3.26) ile normalleştirilmiş bulanık karar matrisi oluşturulur. Oluşturulan normalleştirilmiş bulanık karar matrisi Çizelge 4.111'de verilmektedir.

Çizelge 4.111. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Damar eğimi			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değeri		
Soma Havzası	0,54	0,76	0,97	0,58	0,79	1,00	0,50	0,71	0,91	0,48	0,68	0,87	0,58	0,78	0,97	0,49	0,74	1,00
Zonguldak Havzası	0,57	0,79	1,00	0,48	0,69	0,89	0,49	0,70	0,92	0,59	0,79	1,00	0,60	0,80	1,00	0,50	0,74	0,98
Kütahya Havzası	0,34	0,52	0,71	0,37	0,56	0,75	0,35	0,56	0,78	0,37	0,53	0,68	0,24	0,39	0,54	0,35	0,57	0,80
Ermenek Havzası	0,26	0,44	0,61	0,48	0,69	0,90	0,29	0,49	0,69	0,31	0,48	0,65	0,39	0,57	0,75	0,40	0,63	0,86
Trakya Havzası	0,38	0,58	0,78	0,28	0,45	0,61	0,50	0,71	0,91	0,33	0,49	0,65	0,38	0,51	0,64	0,40	0,66	0,93
Beypazarı Havzası	0,30	0,49	0,68	0,35	0,56	0,77	0,56	0,78	1,00	0,32	0,49	0,66	0,44	0,59	0,75	0,40	0,62	0,84

Çizelge 4.111 (devam). Normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç Kaya Küt. Puan.			Arazi Ger. Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Soma Havzası	0,41	0,63	0,86	0,30	0,50	0,70	0,46	0,69	0,93	0,46	0,65	0,84
Zonguldak Havzası	0,54	0,77	1,00	0,61	0,81	1,00	0,52	0,76	1,00	0,36	0,54	0,72
Kütahya Havzası	0,37	0,59	0,81	0,33	0,52	0,71	0,39	0,59	0,79	0,51	0,71	0,91
Ermenek Havzası	0,45	0,67	0,90	0,45	0,64	0,84	0,48	0,72	0,97	0,60	0,80	1,00
Trakya Havzası	0,44	0,67	0,90	0,28	0,47	0,66	0,35	0,60	0,84	0,37	0,55	0,74
Beypazarı Havzası	0,47	0,69	0,91	0,35	0,54	0,74	0,47	0,71	0,95	0,43	0,63	0,83

Çizelge 4.111 (devam). Normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Yerleşim Yer. Yakn.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Soma Havzası	0,33	0,57	0,80	0,33	0,54	0,76	0,35	0,62	0,88	0,61	0,81	1,00	0,29	0,49	0,68
Zonguldak Havzası	0,50	0,75	1,00	0,35	0,56	0,78	0,45	0,72	1,00	0,49	0,68	0,87	0,56	0,78	1,00
Kütahya Havzası	0,25	0,37	0,50	0,42	0,63	0,84	0,28	0,41	0,55	0,16	0,30	0,44	0,20	0,30	0,41
Ermenek Havzası	0,46	0,73	0,99	0,28	0,48	0,69	0,36	0,66	0,96	0,37	0,55	0,72	0,32	0,52	0,72
Trakya Havzası	0,26	0,41	0,56	0,55	0,77	1,00	0,34	0,55	0,76	0,30	0,48	0,66	0,14	0,27	0,40
Beypazarı Havzası	0,35	0,55	0,76	0,47	0,69	0,91	0,32	0,54	0,77	0,33	0,51	0,69	0,22	0,39	0,57

Çizelge 4.111 (devam). Normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Soma Havzası	0,49	0,71	0,94	0,33	0,51	0,69	0,38	0,58	0,78	0,45	0,68	0,92	0,43	0,67	0,92	0,29	0,48	0,68
Zonguldak Havzası	0,45	0,64	0,84	0,60	0,80	1,00	0,50	0,71	0,93	0,53	0,77	1,00	0,53	0,76	1,00	0,50	0,70	0,91
Kütahya Havzası	0,37	0,55	0,73	0,44	0,62	0,81	0,38	0,57	0,77	0,33	0,51	0,68	0,26	0,42	0,58	0,18	0,27	0,37
Ermenek Havzası	0,56	0,78	1,00	0,30	0,50	0,70	0,43	0,65	0,87	0,33	0,56	0,80	0,43	0,68	0,94	0,61	0,81	1,00
Trakya Havzası	0,38	0,60	0,83	0,34	0,54	0,74	0,39	0,61	0,83	0,35	0,57	0,78	0,29	0,55	0,80	0,26	0,44	0,63
Beypazarı Havzası	0,39	0,60	0,81	0,45	0,65	0,85	0,56	0,78	1,00	0,42	0,66	0,89	0,31	0,53	0,75	0,25	0,44	0,64

Çizelge 4.111 (devam). Normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çalışmaları Düzeyi			İSG Ekip. Donanım Kul.		
Soma Havzası	0,28	0,47	0,65	0,44	0,63	0,81	0,48	0,66	0,84	0,44	0,64	0,85	0,61	0,80	1,00
Zonguldak Havzası	0,59	0,80	1,00	0,60	0,80	1,00	0,57	0,76	0,96	0,56	0,76	0,96	0,56	0,75	0,95
Kütahya Havzası	0,29	0,44	0,60	0,56	0,76	0,95	0,61	0,80	1,00	0,28	0,45	0,62	0,42	0,59	0,76
Ermenek Havzası	0,42	0,63	0,83	0,53	0,73	0,93	0,40	0,58	0,76	0,59	0,79	1,00	0,35	0,53	0,71
Trakya Havzası	0,53	0,71	0,88	0,44	0,62	0,81	0,46	0,65	0,83	0,34	0,54	0,75	0,38	0,56	0,75
Beypazarı Havzası	0,32	0,49	0,65	0,47	0,66	0,86	0,61	0,81	1,00	0,30	0,47	0,65	0,56	0,76	0,95

5. adımda ağırlıklandırılmış normalize edilmiş matrisin hesaplanmıştır. Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi, alt kriterler için Bulanık AHP yöntemi ile elde edilen ağırlıklarla normalize edilmiş bulanık karar matrisinin çarpımı ile denklem (3.27) ve denklem (3.28) elde edilmiştir. Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi Çizelge 4.112'de görülmektedir.

Çizelge 4.112. Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Üretim Derinliği			Damar Kalınlığı			Damar eğimi			Tektonizma			Metan İçeriği			Kömürün Kal. Değeri		
Soma Havzası	0,54	0,76	0,97	0,12	0,26	1,00	0,07	0,14	0,30	0,07	0,14	0,29	0,06	0,11	0,19	0,10	0,25	1,00
Zonguldak Havzası	0,57	0,79	1,00	0,10	0,23	0,89	0,07	0,14	0,30	0,08	0,16	0,33	0,07	0,11	0,20	0,10	0,24	0,98
Kütahya Havzası	0,34	0,52	0,71	0,07	0,18	0,75	0,05	0,11	0,26	0,05	0,11	0,22	0,03	0,05	0,11	0,07	0,19	0,80
Ermenek Havzası	0,26	0,44	0,61	0,10	0,23	0,90	0,04	0,10	0,23	0,04	0,10	0,21	0,04	0,08	0,15	0,08	0,21	0,86
Trakya Havzası	0,38	0,58	0,78	0,06	0,15	0,61	0,07	0,14	0,30	0,05	0,10	0,22	0,04	0,07	0,13	0,08	0,22	0,93
Beypazarı Havzası	0,30	0,49	0,68	0,07	0,19	0,77	0,08	0,16	0,33	0,04	0,10	0,22	0,05	0,08	0,15	0,08	0,20	0,84

Çizelge 4.112 (devam). Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Yan Kayaç. Basınç Day.			Yan Kayaç Kaya Küt. Puan.			Arazi Ger. Düzeyi			Yeraltı Suyu Varlığı		
Soma Havzası	0,04	0,09	0,17	0,30	0,50	0,70	0,06	0,14	0,31	0,04	0,07	0,12
Zonguldak Havzası	0,06	0,11	0,20	0,61	0,81	1,00	0,07	0,15	0,33	0,03	0,06	0,10
Kütahya Havzası	0,04	0,08	0,16	0,33	0,52	0,71	0,05	0,12	0,26	0,05	0,08	0,13
Ermenek Havzası	0,05	0,09	0,18	0,45	0,64	0,84	0,07	0,14	0,32	0,05	0,09	0,14
Trakya Havzası	0,05	0,09	0,18	0,28	0,47	0,66	0,05	0,12	0,28	0,03	0,06	0,10
Beypazarı Havzası	0,05	0,10	0,18	0,35	0,54	0,74	0,07	0,14	0,31	0,04	0,07	0,12

Çizelge 4.112 (devam). Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Yerleşim Yer. Yakn.			Gelir Düzeyi			İklim			Çalışanların Eğt. Düzy.			Rakım		
Soma Havzası	0,05	0,11	0,27	0,05	0,11	0,25	0,07	0,20	0,88	0,05	0,09	0,14	0,29	0,49	0,68
Zonguldak Havzası	0,07	0,15	0,33	0,05	0,11	0,26	0,09	0,24	1,00	0,04	0,07	0,12	0,56	0,78	1,00
Kütahya Havzası	0,04	0,07	0,16	0,06	0,13	0,28	0,06	0,14	0,55	0,01	0,03	0,06	0,20	0,30	0,41
Ermenek Havzası	0,06	0,15	0,33	0,04	0,10	0,23	0,07	0,22	0,96	0,03	0,06	0,10	0,32	0,52	0,72
Trakya Havzası	0,04	0,08	0,19	0,08	0,15	0,33	0,07	0,18	0,76	0,03	0,05	0,09	0,14	0,27	0,40
Beypazarı Havzası	0,05	0,11	0,25	0,07	0,14	0,30	0,06	0,18	0,77	0,03	0,06	0,10	0,22	0,39	0,57

Çizelge 4.112 (devam). Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Rezerv Miktarı			Üretilebilirlik			Maden Ömrü			İşletme Büyüklüğü			Kömür Satış Fiyatı			İşletme Türü		
Soma Havzası	0,07	0,14	0,31	0,04	0,07	0,14	0,05	0,12	0,26	0,09	0,23	0,92	0,06	0,13	0,30	0,04	0,10	0,22
Zonguldak Havzası	0,06	0,13	0,28	0,07	0,11	0,20	0,07	0,14	0,31	0,11	0,25	1,00	0,07	0,15	0,33	0,07	0,14	0,30
Kütahya Havzası	0,05	0,11	0,24	0,05	0,09	0,16	0,05	0,11	0,25	0,07	0,17	0,68	0,04	0,08	0,19	0,02	0,05	0,12
Ermenek Havzası	0,08	0,16	0,33	0,03	0,07	0,14	0,06	0,13	0,29	0,07	0,19	0,80	0,06	0,14	0,31	0,09	0,16	0,33
Trakya Havzası	0,05	0,12	0,27	0,04	0,08	0,15	0,05	0,12	0,27	0,07	0,19	0,78	0,04	0,11	0,26	0,04	0,09	0,21
Beypazarı Havzası	0,05	0,12	0,27	0,05	0,09	0,17	0,08	0,16	0,33	0,08	0,22	0,89	0,04	0,11	0,25	0,03	0,09	0,21

Çizelge 4.112 (devam). Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Mekanizasyon Düzeyi			Uygun Üretim Yöntemi			Havalandırma Düzeyi			Arge Çalışmaları Düzeyi			İSG Ekip. Donanım Kul.		
Soma Havzası	0,06	0,15	0,65	0,06	0,13	0,27	0,05	0,09	0,17	0,09	0,21	0,85	0,07	0,11	0,20
Zonguldak Havzası	0,12	0,26	1,00	0,08	0,16	0,33	0,06	0,11	0,19	0,11	0,25	0,96	0,06	0,11	0,19
Kütahya Havzası	0,06	0,15	0,60	0,08	0,15	0,31	0,07	0,11	0,20	0,06	0,15	0,62	0,05	0,08	0,15
Ermenek Havzası	0,08	0,21	0,83	0,07	0,15	0,31	0,04	0,08	0,15	0,12	0,26	1,00	0,04	0,07	0,14
Trakya Havzası	0,11	0,23	0,88	0,06	0,12	0,27	0,05	0,09	0,17	0,07	0,18	0,75	0,04	0,08	0,15
Beypazarı Havzası	0,06	0,16	0,65	0,07	0,13	0,28	0,07	0,11	0,20	0,06	0,16	0,65	0,06	0,11	0,19

6. adımda bulanık pozitif ideal çözüm (BPIÇ. A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (BNIÇ. A^-) belirlenmesi ve Bulanık pozitif ideal çözüm (BPIÇ. A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (BNIÇ. A^-) belirlenirken ağırlıklandırılmış normalize edilmiş matristeki her bir kriter ayrı ayrı değerlendirilerek tüm alternatifler içindeki maksimum değer denklem (3.31) bulanık pozitif ideal çözüm (BPIÇ. A^*) olurken yine kriter bazında tüm alternatifler içindeki minumum değer denklem (3.32) bulanık negatif ideal çözüm (BNIÇ. A^-) olur.

Chen'in tanımlamasına göre, Chen'in Bulanık TOPSIS modeli gereği; j=1,2,….,n ve $\tilde{v}_j^* = (1,1,1,), \tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ olarak kabul edilir. Diğer bir ifadeyle A^*'da karar kriteri sayısı kadar (1,1,1); A^-'de karar kriteri sayısı kadar (0,0,0) değeri bulunur (Chen,2000). Bu modelde 26 alt kriter için A^*)'da 26 tane (1,1,1) değeri, A^- 'de 26 tane (0,0,0) değeri bulunmaktadır.

7. adımda her alternatifin bulanık ideal çözümlerin uzaklıklarının hesaplanması işlemi yapılmıştır.

Alternatiflerin bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklıkları denklem (3.33) e göre yapılmıştır. Her bir alternatifin tüm kriterlere göre BPIÇ. A^*'den uzaklıkları Çizelge 4.113'te ve BNIÇ. A^-'den uzaklıkları ise Çizelge 4.114'te verilmiştir.

Çizelge 4.113. Alternatiflerin her bir kriter bazında bulanık pozitif ideal çözüme (BPIÇ. A^*) uzaklıkları.

d_i^*	Üretim Derinliği	Damar Kalınlığı	Damar Eğimi	Tektonizma	Metan İçeriği	Köm. Kal. Değ	Yan Kayaç. Bas. Day.	Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	Arazi Ger. Düzeyi	Yeraltı Suyu Var.	Yerleş. Yer. Yakın.	Gelir Düzeyi	İklim	Çal. Eğt. Düz.	Rakım
Soma Havzası	0,30	0,67	0,83	0,84	0,88	0,68	0,90	0,52	0,84	0,92	0,86	0,87	0,71	0,91	0,54
Zonguldak Havzası	0,27	0,69	0,84	0,82	0,88	0,68	0,88	0,25	0,82	0,94	0,82	0,86	0,68	0,92	0,29
Kütahya Havzası	0,50	0,73	0,86	0,88	0,94	0,72	0,91	0,51	0,86	0,92	0,91	0,85	0,78	0,96	0,70
Ermenek Havzası	0,58	0,69	0,88	0,88	0,91	0,71	0,89	0,39	0,83	0,91	0,83	0,88	0,70	0,94	0,51
Trakya Havzası	0,45	0,77	0,84	0,88	0,92	0,70	0,89	0,55	0,86	0,93	0,90	0,82	0,73	0,94	0,74
Beypazarı Havzası	0,53	0,73	0,82	0,88	0,91	0,71	0,89	0,48	0,83	0,93	0,87	0,84	0,73	0,94	0,62

Çizelge 4.113 (devam). Alternatiflerin her bir kriter bazında bulanık pozitif ideal çözüme (BPIÇ. A^*) uzaklıkları.

d_i^*	Rezerv Miktarı	Üretilebilirlik	Maden Ömrü	İşlt. Büyüklüğü	Köm. Satış Fiyt.	İşletme Türü	Mekanizasyon Düzeyi	Uygun Ürt. Yöntemi	Havalandırma Düz.	Arge Çal. Düzeyi	İSG Ekip. Don. Kul.
Soma Havzası	0,83	0,92	0,86	0,69	0,84	0,88	0,76	0,85	0,90	0,70	0,88
Zonguldak Havzası	0,85	0,88	0,83	0,67	0,82	0,84	0,66	0,81	0,88	0,67	0,88
Kütahya Havzası	0,87	0,90	0,86	0,74	0,90	0,93	0,77	0,82	0,88	0,77	0,91
Ermenek Havzası	0,82	0,92	0,85	0,72	0,84	0,81	0,71	0,83	0,91	0,66	0,92
Trakya Havzası	0,86	0,91	0,85	0,72	0,87	0,89	0,68	0,85	0,90	0,73	0,91
Beypazarı Havzası	0,86	0,90	0,82	0,70	0,87	0,89	0,75	0,84	0,88	0,76	0,88

Çizelge 4.114. Alternatiflerin her bir kriter bazında bulanık negatif ideal çözüme (BNIÇ. $\boldsymbol{A^-}$) uzaklıkları.

d_i^-	Üretim Derinliği	Damar Kalınlığı	Damar Eğimi	Tektonizma	Metan İçeriği	Köm. Kal. Değ	Yan Kayaç. Bas. Day.	Yan Kayaç. Kaya Küt. Puan.	Arazi Ger. Düzeyi	Yeraltı Suyu Var.	Yerleş. Yer. Yakın.	Gelir Düzeyi	İklim	Çal. Eğt. Düz.	Rakım
Soma Havzası	0,77	0,60	0,20	0,19	0,13	0,60	0,11	0,53	0,20	0,08	0,17	0,16	0,53	0,10	0,51
Zonguldak Havzası	0,81	0,53	0,20	0,22	0,14	0,59	0,14	0,82	0,21	0,07	0,21	0,16	0,60	0,09	0,80
Kütahya Havzası	0,55	0,45	0,16	0,15	0,07	0,47	0,11	0,54	0,17	0,09	0,11	0,18	0,33	0,04	0,32
Ermenek Havzası	0,46	0,54	0,14	0,14	0,10	0,51	0,12	0,66	0,21	0,10	0,21	0,14	0,57	0,07	0,55
Trakya Havzası	0,60	0,36	0,20	0,14	0,09	0,55	0,12	0,50	0,18	0,07	0,12	0,22	0,46	0,06	0,29
Beypazarı Havzası	0,51	0,46	0,22	0,14	0,10	0,50	0,12	0,57	0,20	0,08	0,16	0,19	0,46	0,07	0,42

Çizelge 4.114 (devam). Alternatiflerin her bir kriter bazında bulanık negatif ideal çözüme (BNIÇ. A^-) uzaklıkları.

d_i^-	Rezerv Miktarı	Üretilebilirlik	Maden Ömrü	İşlt. Büyüklüğü	Köm. Satış Fiyt.	İşletme Türü	Mekanizasyon Düzeyi	Uygun Ürt. Yöntemi	Havalandırma Düz.	Arge Çal. Düzeyi	İSG Ekip. Don. Kul.
Soma Havzası	0,20	0,09	0,17	0,55	0,19	0,14	0,39	0,17	0,11	0,51	0,14
Zonguldak Havzası	0,18	0,14	0,20	0,60	0,21	0,20	0,60	0,22	0,13	0,58	0,13
Kütahya Havzası	0,16	0,11	0,16	0,41	0,12	0,08	0,36	0,21	0,14	0,37	0,10
Ermenek Havzası	0,22	0,09	0,18	0,47	0,20	0,22	0,50	0,20	0,10	0,60	0,09
Trakya Havzası	0,17	0,10	0,18	0,47	0,17	0,13	0,53	0,17	0,11	0,45	0,10
Beypazarı Havzası	0,17	0,12	0,22	0,53	0,16	0,13	0,39	0,19	0,14	0,39	0,13

Son adım olan 8. adımda ise alternatiflerin bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklık toplamlarının hesaplanması işlemi yapılmıştır. Bu toplam Çizelge 4.115'te verilmiştir.

Çizelge 4.115. Alternatiflerin $\boldsymbol{d_i^*}$ ve $\boldsymbol{d_i^-}$ değerleri.

Alternatifler	d_i^* (BPIÇ)	d_i^- (BNIÇ)
Soma Havzası	20,384	7,543
Zonguldak Havzası	19,438	8,758
Kütahya Havzası	21,381	5,933
Ermenek Havzası	20,517	7,401
Trakya Havzası	21,109	6,525
Beypazarı Havzası	20,855	6,756

Ardından yakınlık katsayılarının (CC_i) hesaplaması işlemine geçilmiştir. Bu işlem için denklem (3.34) kullanılmıştır. Böylece alternatifler kendi içinde sıralanmıştır (Çizelge 4.116).

Çizelge 4.116. Alternatifler için yakınlık katsayıları $(\mathbf{CC_i})$ ve sıralaması.

Alternatifler	CC_i	Sıralama
Soma Havzası	0,270	2
Zonguldak Havzası	0,310	1
Kütahya Havzası	0,217	6
Ermenek Havzası	0,265	3
Trakya Havzası	0,236	5
Beypazarı Havzası	0,244	4

Alternatiflerin yakınlık katsayısı CC_i değerlerine göre sıralaması yapılmıştır. Havzalar bazında Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan genel risk temelli sınıflandırma sonucu Zonguldak havzası - Soma havzası - Ermenek havzası - Beypazarı havzası - Trakya havzası ve Kütahya havzası olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sıralamanın, önceki kısımlarda AHP ve Bulanık AHP yöntemi ile elde edilen sıralama ile aynı olduğu görülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, maden sektöründe önceki çalışmalar incelendiğinde daha önce yapılmamış yeraltı madenciliğinde havza bazında risk temelli sınıflama işleminin yapılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında; Türkiye'de üretimin ve iş kazalarının yoğunlaştığı, yeraltı üretim yöntemiyle kömür üretimi yapan işletmelerin bulunduğu havzalar 6 ayrı havzada, ruhsatlı olarak üretim yapan, uygulama çalışması için izin alınabilen 39 yeraltı kömür ocağı tek tek ziyaret edilmiş, buradaki toplam 191 karar vericinin (üst düzey yöneticiler, maden mühendisleri, üretim mühendisleri, daimî nezaretçiler ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanları) anket yoluyla görüşlerine başvurulmuştur. Anket verileri kullanılarak Expert Choice yazılımında ve Microsoft Excel programında, yapılan literatür taraması sonucu iş şağlığı ve güvenliği bakımından etkisi olduğu düşünülen 5 ana kriter ve 26 alt kriterden oluşan ÇKKV modelleri oluşturulmuştur. Modeller yardımıyla, sahalar çok riskliden az riskliye doğru sınıflandırılmıştır.

Çalışmada AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi), Bulanık AHP (Bulanık analitik hiyerarşi prosesi) ve ülkemizde az uygulama alanı bulunan Bulanık TOPSIS (Bulanık ideal çözüme benzerlik bakımından sıralama performansı tekniği) yöntemleri tercih edilmiştir. Tez çalışmasında vurgulanması gereken en önemli nokta, oluşturulan risk sınıflamasının genel bir yaklaşımdan ziyade havza bazında olması, her havzanın bir bütün olarak değerlendirilmesi ve risk yönetim sürecinde havzalara özel koşuların dikkate alınmasıdır.

Çalışmanın ilk aşamasında, hiyerarşik modele AHP uygulaması sonucu alternatiflerin yani havzaların genel risk sıralamasının Zonguldak havzası (0,256) > Soma havzası (0,193) > Ermenek havzası (0,172) > Beypazarı havzası (0,168) > Trakya havzası (0,107) > Kütahya havzası (0,104) şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Kömür damarının özellikleri ana kriteri göz önünde bulundurulduğu durumda en yüksek risk puanına sahip havzaların sırasıyla Zonguldak havzası, Soma havzası ve Beypazarı havzası olduğu görülmüştür. Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterine göre en yüksek risk puanına sahip havzalar sırasıyla Ermenek havzası, Zonguldak havzası ve Beypazarı havzası olarak tespit edilmiştir. Demografik ve

coğrafik özellikler ana kriterine göre en riskli havzaların sırasıyla Zonguldak havzası, Soma havzası ve Ermenek havzası olduğu; işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterine göre şekillenen sıralamanın ise Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Beypazarı havzası şeklinde olduğu görülmektedir. Modelde son ana kriter olan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterine göre yapılan sıralamanın ise Zonguldak havzası, Beypazarı havzası ve Ermenek havzası şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Üretim derinliği alt kriterine göre havzalar için hesaplanan risk puanları değerlendirildiğinde risk sıralamasının Soma havzası, Zonguldak havzası ve Trakya havzası; damar kalınlığı alt kriterine en riskli havzaların hesaplanan benzer risk puanlarıyla Soma havzası ve Ermenek havzası, eğim alt kriterine göre Beypazarı havzası, Zonguldak havzası ve Soma havzası; tektonizma alt kriterine göre Zonguldak havzası, Soma havzası ve Trakya havzası; metan içeriği alt kriterine göre Zonguldak havzası, Soma havzası ve Ermenek havzası; kömürün kalorifik değerine göre ise Soma havzası, Zonguldak havzası ve Ermenek havzası şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Yan kayaçların basınç dayanımı alt kriterine göre havzalar için hesaplanan risk puanları değerlendirildiğinde sıralamanın Zonguldak havzası, Beypazarı havzası ve Soma havzası; yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması kriterine göre Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Soma havzası; arazi gerilmeleri düzeyine göre Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Soma havzası; yeraltı suyu varlığı kriterine göre ise Ermenek havzası, Kütahya havzası ve Soma havzası olduğu belirlenmiştir.

Yerleşim yerlerine yakınlık alt kriterine göre havzalar için hesaplanan risk puanları değerlendirildiğinde sıralamanın Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Soma havzası, gelir düzeyi kriterine göre sıralamanın Trakya havzası, Beypazarı havzası ve Kütahya havzası; iklim kriterine göre sıralamanın Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Soma havzası; çalışanların eğitim düzeyine göre sıralamanın Soma havzası, Zonguldak havzası ve Ermenek havzası; ve rakım kriterine göre ise sıralamanın Zonguldak havzası, Soma havzası ve Ermenek havzası şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Rezerv miktarı kriteri için hesaplanan risk puanları kullanılarak havzalar için bir değerlendirme yapılmak istenirse sıralamanın Ermenek havzası, Soma havzası ve

Zonguldak havzası; üretilebilirlik alt kriterine göre bu sıralamanın Zonguldak havzası, Beypazarı havzası ve Kütahya havzası; maden ömrü alt kriteri için bu sıralamanın Beypazarı havzası, Soma havzası ve Zonguldak havzası; işletme büyüklüğü alt kriteri için bu sıralamanın Zonguldak havzası, Soma havzası ve Beypazarı havzası; kömür satış fiyatı kriteri bakımında sıralamanın Ermenek havzası, Soma havzası ve Zonguldak havzası şeklinde olduğu ve işletme türü bakımından sıralamanın ise Ermenek havzası, Kütahya havzası ve Zonguldak havzası şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Hiyerarşide son ana kriter olan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri alt kriterlerinden mekanizasyon düzeyi kriteri için havzaların risk sıralaması yapıldığında bu sıralamanın Zonguldak havzası, Ermenek havzası ve Trakya havzası; uygun üretim yöntemi kriteri bakımından sıralamanın Zonguldak havzası, Kütahya havzası ve Beypazarı havzası; havalandırma düzeyi kriteri bakımından sıralamanın Beypazarı havzası, Kütahya havzası ve Zonguldak havzası; arge çalışmalarının düzeyi bakımından sıralamanın Ermenek havzası, Zonguldak havzası ve Soma havzası ve İSG ekipman ve donanım kullanımı kriteri bakımından sıralamanın ise Soma havzası, Zonguldak havzası ve Beypazarı havzası şeklinde olduğu bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci aşamasında modele Bulanık AHP yönteminin uygulanması sürecinin ilk aşamasında her havzadaki önemli risk etkenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu değerlendirme bütüncül bir bakış açısında değil de her bir havzadan elde edilen veriler kullanılarak yapılmıştır. Ana kriterler bakımından bir değerlendirme yapıldığında Zonguldak havzasında, Soma havzasında ve Ermenek havzasında teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri, Trakya havzasında ve Kütahya havzasında kömür damarı özellikleri kriteri, Beypazarı havzasında ise kaya mekaniği parametreleri kriteri en önemli risk unsurları olarak ön plana çıkmışlardır.

Kömür damarı özellikleri ana kriterinin alt kriterlerinin havza bazında risk puanlarına bakıldığında, havzaların tümünde metan içeriği açık ara en önemli risk etkeni olduğu tespit edilmiştir.

Kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterlerinin havza bazında risk puanlarına bakıldığında Soma havzası, Kütahya havzası, Ermenek havzası, Beypazarı

havzasında yeraltı suyu varlığının risk etkeni olarak önemli bir sorun teşkil ettiği, Zonguldak havzası, Trakya havzası da ise kayaçların basınç dayanımı kriterinin yani kömür damarını çevreleyen kayaçların basınç dayanımlarının düşük olması ve jeolojik kusurlar nedenli göçük oluşma tehlikesinin çalışanlar üzerinde bir önemli risk unsuru teşkil ettiği tespit edilmiştir.

Demografik coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterlerinin havza bazında risk puanlarına bakıldığında, havzaların tümünde çalışanların eğitim düzeyinin açık ara en önemli risk etkeni olduğu sonucuna varılmıştır.

İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterlerinin havza bazında risk puanlarına bakıldığında, Soma havzasında işin devamlılığındaki en büyük etken olan kömürün satış fiyatının, Zonguldak havzası, Kütahya havzası, Trakya havzası ve Beypazarı havzalarında ise çalışanların kömür üretimindeki zorlanma derecelerini belirten kriter olan üretilebilirliğin, Ermenek havzasında ise işletmenin türü kriterinin önemli birer risk faktörleri oldukları tespit edilmiştir.

Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterlerinin havza bazında risk puanlarına bakıldığında, Soma ve Zonguldak havzalarında çalışanlar için İSG ekipman ve donanım yetersiz kullanımının, Kütahya ve Trakya havzalarında üretim yönteminin uyumsuzluğu, Ermenek ve Beypazarı havzalarında ise havalandırma sistemlerinin yetersizliğinin önemli birer risk etkeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu aşamadan sonra artık modele tüm veriler dahil edilerek tüm Türkiye bazında bir risk temelli değerlendirmeye geçilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilecek olunursa; tüm havzalar ana kriterler için hesaplanan ağırlıklarına (risk puanlarına) göre en önemli kriterin mühendislerin kontrolünde olan ocaklardaki teknoloji kullanımı ve düzeyi olduğu, bu kriteri sırasıyla daha çok mühendisin kontrolünde olmayan kömür damarının özellikleri kriterinin ve işletme yönetimi ve ekonomik parametreler kriterinin takip ettiği tespit edilmiştir.

Ana kriterler için her bir alt kriteri için de risk puanları hesaplanmıştır. Kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriterleri için risk puanı en yüksek parametre kömür damarının metan içeriği olduğu tespit edilmiştir. Risk puanı bakımından bu

parametreye en yakın parametrelerin kömür damarının tektonik yapısı ve eğimi olduğu görülmüştür. Metan içeriği kriterinin diğer kriterlere nazaran ülkemizde yüksek bir risk puanı ile öne çıkması beklenen bir sonuçtur. Zira metan patlaması, yeraltı kömür madenciliğinde ölümlü iş kazalarının ana nedenlerinden biridir.

Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları incelendiğinde en yüksek puana sahip alt kriterin ocaktaki yeraltı suyu varlığı olduğu, bu kritere en yakın risk puanına sahip kriterin kayaçların basınç dayanımı kriteri olduğu görülmüştür.

Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri ve alt kriteri de her ne kadar doğrudan olmasa da dolaylı yoldan çalışanları doğrudan etkileyebilen bir risk unsurudur. Modelde demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları incelendiğinde en yüksek risk puanına sahip kriterin açık ara ile çalışanların eğitim düzeyi olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri birbirlerine yakın hesaplanan risk puanları ile gelir düzeyi ve yerleşim yerlerine yakınlık kriterleri takip etmektedir.

İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları incelendiğinde en yüksek risk puanına sahip olan kriterin üretilebilirlik kriteri yani diğer bir ifade ile çalışanların kömür üretimindeki zorlanma dereceleri olduğu görülmüştür. Bu kriteri sırasıyla kömür satış fiyatı ve madenin ömrü kriterleri izlemektedir.

Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için hesaplanan risk puanları incelendiğinde ise en yüksek parametrelerin sırasıyla ocaklardaki İSG ekipman ve donamı kullanımı ve havalandırma düzeyi olduğu görülmüştür. Risk puanı sıralamasında üçüncü sıradaki kriter ise ocaklardaki mevcut üretim yönteminin uygunluğu kriteridir.

Bulanık AHP modelinde tüm faktörler için genel risk sınıflandırması yapabilmek için değerlendirilen diğer bir karşılaştırma türü de modeldeki her bir ana kriter ile ana kriterin alt kriterleri için alternatiflerin (havzaların) karşılaştırılması işlemidir. Kömür damarı ana kriterinin alt kriteri olan üretim derinliği kriteri için hesaplanan risk

puanlarına göre havzalar sıralanacak olunursa bu sıralamada ilk sırada eşit risk puanları ile Zonguldak havzası ve Soma havzasının olduğu görülmüştür. Kömür damarı ana kriterinin alt kriteri olan damar kalınlığı kriteri için hesaplanan risk puanlarına göre havzalar değerlendirildiğinde, en riskli havzanın Soma havzası olduğu, ikinci ve üçüncü sırada birbirlerine yakın risk puanları ile Zonguldak ve Ermenek havzalarının olduğu, tespit edilmiştir. Kömür damarı ana kriterinin alt kriteri olarak tanımlanan kriterlerden birisi olan damar eğimi kriterine göre risk puanı en yüksek havzanın Beypazarı havzası olduğu tespit edilmiştir. Beypazarı havzasını birbilerine çok yakın olarak hesaplanan risk puanları ile Trakya ve Zonguldak havzaları takip etmektedir. Kömür damarı ana kriterinin alt kriteri olan tektonizma kriteri için hesaplanan risk puanları incelendiğinde en riskli havzanın Zonguldak havzası olduğu, ikinci sırada Soma havzasının yer aldığı tespit edilmiştir. Risk temelli sıralamada üçüncü sıradaki havza ise Kütahya havzası olarak tespit edilmiştir.

Kömür damarı ana kriterinin alt kriteri olan metan içeriği kriteri için havzalar risk puanlarına göre değerlendirilme yapılacak olunursa; en riskli havzanın Zonguldak havzası ve Soma havzası olduğu belirlenmiştir. Sıralamada üçüncü sırada ise Beypazarı havzası yer almaktadır. Kömür damarı ana kriterinin son alt kriteri olan kömürün kalorifik değeri kriteri için havzalar risk puanlarına göre değerlendirilmek istenirse, en riskli havzaların hemen hemen eşit risk puanları ile Soma havzası ve Zonguldak havzası olduğu tespit edilmiştir. Kömür damarının özellikleri ana kriteri için havzalar genel olarak risk puanlarına göre sınıflandırılmak istendiğinde ise; söz konusu risk temelli sıralamanın Zonguldak havzası - Soma havzası - Beypazarı havzası - Ermenek havzası - Kütahya havzası ve Trakya havzası şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Kaya mekaniği (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterleri için havzaların risk puanlarına göre değerlendirme işleminde; söz konusu ana kriterin alt kriteri olan yan kayaçların basınç dayanımı kriteri için bir değerlendirme yapılmak istendiğinde en riskli havzanın Beypazarı havzası olduğu, ardından Zonguldak ve Trakya havzasının takip ettiği belirlenmiştir. Kaya mekaniği (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriterlerinden birisi olarak tanımlanan yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması kriterine göre havzalar sınıflandırılmak istendiğinde; en riskli havzanın

Zonguldak havzası olduğu görülmüştür. Ardından sıralamada Ermenek havzası ve Beypazarı havzası gelmektedir. Kaya mekaniği (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin alt kriteri olan arazi gerilmeleri düzeyi kriteri için yapılan değerlendirmede en riskli havzanın Zonguldak havzası olduğu, ikinci ve üçüncü sıralarda ise hesaplanan hemen hemen eşit risk puanları ile Beypazarı havzası ve Ermenek havzalarının yer aldığı tespit edilmiştir. Kaya mekaniği (yan kayaçlar için değerler) ana kriterinin son alt kriteri olan yeraltı suyu varlığı kriteri için yapılan sınıflandırmada ise ilk sırada yine Ermenek havzasının olduğu, ikinci ve üçüncü sırada Kütahya havzasının ve Soma havzasının olduğu bulunmuştur. Kaya mekaniği (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri için havzalar genel olarak risk puanlarına göre risk temelli sınıflandırılmak istendiğinde ise; söz konusu risk sıralamasının, Ermenek havzası - Kütahya havzası - Beypazarı havzası - Soma havzası - Zonguldak havzası ve Trakya havzası şeklinde olduğu görülmüştür.

Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri alt kriterleri için havzaların risk puanarına göre değerlendirme işlemi aşamasında söz konusu ana kriterin ilk alt kriteri olan yerleşim yerlerine yakınlık kriteri için havzalar risk bazında sınıflandırması incelendiğinde en riskli havzanın Zonguldak havzası olduğu, bu havzaya en yakın risk puanlarına sırasıyla Ermenek havzasının ve Soma havzasının sahip olduğu görülmüştür. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterlerinden olan gelir düzeyi kriteri için bir değerlendirme yapılacak olunursa, havzaların risk sınıflamasında ilk sırada Trakya havzasının yer aldığı, ikinci sırada Beypazarı havzasının olduğu, üçüncü sırada ise Kütahya havzasının yer aldığı tespit edilmiştir. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriteri olan iklim kriteri için yapılan risk değerlendirmesinde Zonguldak havzasının yer aldığı, ikinci sırada ise Ermenek havzasının olduğu tespit edilmiştir. Sıralamada üçüncü sırada ise Soma havzası yer almaktadır. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri olan çalışanların eğitim düzeyi kriterine göre havzaların risk sınıflamasında ise ilk sırada Soma havzası yer almaktadır. Sıralamada ikinci sırada Zonguldak havzası, üçüncü sırada ise Ermenek havzasının olduğu tespit edilmiştir. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin son alt kriterleri olan rakım kriteri için havzaların risk sınıflamasında ise ilk üç sırada sırasıyla Zonguldak havzasının, Soma havzasının ve Ermenek havzasının yer aldıkları görülmüştür. Demografik ve coğrafik özellikler ana

ana kriteri için havzalar genel olarak risk puanlarına göre risk temelli sınıflandırılmak istendiğinde ise; söz konusu risk sıralamasının Soma havzası - Zonguldak havzası - Ermenek havzası - Beypazarı havzası - Trakya havzası ve Kütahya havzası şeklinde olduğu görülmüştür.

İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için havzaların risk puanlarına göre değerlendirme işlemi aşamasında söz konusu ana kriterin ilk alt kriteri olan rezerv miktarı kriteri için havzalar risk puanlarına göre sıralanmak istenirse bu sıralamada ilk sırayı Ermenek havzasının aldığı, Soma havzasının ve Trakya havzasının ise sıralamada ikinci ve üçüncü oldukları görülmüştür. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin ikinci alt kriteri olan üretilebilirlik kriteri için yapılan risk sınıflamasında ilk sırada Zonguldak havzasının yer aldığı tespit edilmiştir. Sıralamada ikinci sırada Beypazarı havzasının, üçüncü sırada ise Kütahya havzasının yer aldığı görülmüştür. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterlerinde olan maden ömrü kriteri için yapılan risk sınıflamasında ilk sırayı Beypazarı havzası almıştır. Risk sıralamasında ikinci sırada Zonguldak havzası üçüncü sırada ise Trakya havzası yer almaktadır. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriteri olan işletme büyüklüğü kriteri için yapılan havza risk sınıflandırmasında ilk iki sırada hemen hemen eşit risk puanları ile Beypazarı ve Zonguldak havzalarının yer aldığı tespit edilmiştir. Sıralamada üçüncü sırada Soma havzası yer almaktadır. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriteri olan kömür satış fiyatı kriteri için yapılan risk sınıflandırmasında ilk iki sırada hemen hemen eşit risk puanları ile Ermenek ve Zonguldak havzalarının olduğu, sıralamada üçüncü sırada ise Soma havzasının olduğu görülmüştür. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin son alt kriteri olan işletme türü kriteri için yapılan risk sınıflamasında ise en riskli havzanın açık ara önde hesaplanan risk puanı ile Ermenek havzası olduğu, ikinci sırada Kütahya havzasının, üçüncü sırada ise Zonguldak havzasının yer aldığı belirlenmiştir. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için havzalar genel olarak risk puanlarına göre risk temelli sınıflandırılmak istendiğinde ise; söz konusu risk Zonguldak havzası - Ermenek havzası - Beypazarı havzası - Trakya havzası - Kütahya havzası - Soma havzası şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için havzaların risk puanlarına göre değerlendirme işlemi aşamasında, söz konusu ana kriterin ilk alt kriteri olan mekanizasyon düzeyi kriteri için yapılan havzaların risk sınıflandırmasında ilk sırada Zonguldak havasının yer aldığı, ikinci ve üçüncü sırada Trakya havzasının ve Ermenek havzasının yer aldıkları bulunmuştur. Mekanizasyonun uygulandığı Beypazarı, Trakya ve Soma havzalarında bu alt kriterin risk puanı düşük olarak hesaplanmıştır. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin ikinci alt kriteri olan uygun üretim yöntemi kriteri için yapılan risk sınıflamasında ise ilk sırada Zonguldak havasının yer aldığı sıralamada ikinci sırada ve üçüncü sırada ise Kütahya ve Beypazarı havzalarının yer aldıkları görülmüştür. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriteri olan havalandırma düzeyi için yapılan risk temelli sınıflamada ise ilk iki sırada birbirlerine yakın risk puanları ile Kütahya ve Beypazarı havzalarının yer aldıkları, sıralamada üçüncü sırada ise Zonguldak havzasının bulunduğu belirlenmiştir. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterlerinden olan arge çalışmalarının düzeyi kriteri için yapılan risk sınıflamasında ilk sırada Ermenek havzası kendisine yer bulmuştur. Sıralamada ikinci ve üçüncü sıralarda Zonguldak havzası ve Soma havzasının yer aldıkları tespit edilmiştir. Teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin son alt kriteri olan İSG ekipman ve donanımı kullanımı kriteri için havzaların risk temelli yapılan sınıflandırmasında en riskli havzanın Soma havzası olduğu, sıralamada ikinci sırada Beypazarı havzasının yer aldığı üçüncü sırada ise Zonguldak havzasının olduğu tespit edilmiştir. İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için havzalar genel olarak risk puanlarına göre sınıflandırılmak istendiğinde ise; söz konusu risk temelli sıralamanın, Zonguldak havzası - Soma havzası - Kütahya havzası - Ermenek havzası - Trakya havzası - Beypazarı havzası şeklinde olduğu görülmüştür.

Her bir ana kriter için havzaların birbirleri ile karşılaştırılması sonucu ana kriterler için de havzalar risk temelli sınıflandırılmıştır. Kömür damarı özellikleri ana kriteri için yapılan risk sınıflamasına göre ilk sırada Zonguldak havzası, ikinci sırada Soma havzası, üçüncü sırada ise Beypazarı havzası yer almaktadır.

Kaya mekaniği parametreleri (yan kayaçlar için değerler) ana kriteri için yapılan sınıflandırmada ilk sırada yine Zonguldak havzasının yer alığı, ikinci sırada ise hemen

hemen eşit risk puanları ile Ermenek ve Soma havzalarının yer aldıkları görülmüştür. Demografik ve coğrafik özellikler ana kriteri için yapılan sınıflamada en riskli havzanın Beypazarı havzası olduğu, sıralamada ikinci sırada hemen hemen eşit risk puanları ile yer alan havzaların Trakya havzası ve Soma havzasının olduğu tespit edilmiştir.

İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriteri için hesaplanan risk puanlarına göre yapılan sınıflamada ilk sırada Soma havzasının yer aldığı, bunu sırasıyla Trakya havzasının ve Beypazarı havzasının izledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Modelde son ana kriter olan teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriteri için yapılan risk sınıflamasında ise en riskli havzanın Zonguldak havzası olduğu, sıralamada ikinci sırada hemen hemen eşit risk puanları ile Ermenek havzasının ve Soma havzasının yer aldıkları tespit edilmiştir.

Bulanık AHP modelinde tüm kriterler dahil edilerek, tüm havzaların genel ağırlıklarına (risk puanlarına) göre yapılan risk temelli sınıflaması; Zonguldak havzası (0,292) > Soma havzası (0,239) > Ermenek havzası (0,189) > Beypazarı havzası (0,141) > Trakya havzası (0,077) > Kütahya havzası (0,059) olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.1'de ana kriterler ve ana kriterlerin alt kriterleri için AHP yöntemi ve Bulanık AHP yöntemi ile hesaplanan risk puanlarının karşılaştırmaları verilmiştir. Çizelge 5.2'de AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile ana kriterler bakımından her havza için hesaplanan risk puanları karşılaştırmaları sunulmuştur.

Çizelge 5.3'te ise kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanları; Çizelge 5.4'te kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanları; Çizelge 5.5'te demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanları; Çizelge 5.6'da işletme yönetimi ve ekonomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanları; Çizelge 5.7'de teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanları karşılaştırlamaları birarada verilmiştir.

Çizelge 5.1. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması.

Ana Kriter	Alt Kriter	AHP puan	Bulanık AHP puan
Kömür damarının özellikleri		0,314	0,256
	Üretim derinliği	0,044	0,058
	Damar kalınlığı	0,107	0,125
	Eğim	0,172	0,172
	Tektonizma	0,226	0,191
	Metan içeriği	**0,356**	**0,316**
	Kömürün Kalorifik Değeri	0,095	0,137
Kaya mekaniği parametreleri		0,114	0,216
	Yan kayaçların basınç dayanımı	0,325	0,353
	Yan kayaçların kaya kütlesi puanlaması	0,048	0,047
	Arazi gerilmelerinin düzeyi	0,137	0,155
	Yeraltı suyu varlığı	**0,490**	**0,446**
Demografik ve Coğrafik Özellikler		0,027	0,026
	Yerleşim yerlerine yakınlık	0,116	0,230
	Gelir düzeyi	0,228	0,232
	İklim	0,150	0,083
	Çalışanların eğitim düzeyi	**0,446**	**0,455**
	Rakım	0,060	0,000
İşletme yönetimi ve ekonomik parametreler		0,175	0,237
	Rezerv miktarı	0,136	0,171
	Üretilebilirlik	**0,311**	**0,259**
	Maden ömrü	0,136	0,173
	İşletme büyüklüğü	0,049	0,058
	Kömür satış fiyatı	0,231	0,178
	İşletme Türü	0,136	0,161
Teknoloji kullanımı ve düzeyi		0,370	0,264
	Mekanizasyon düzeyi	0,109	0,121
	Uygun üretim yöntemi	0,179	0,220
	Havalandırma düzeyi	0,295	0,266
	Arge çalışmalarının düzeyi	0,100	0,114
	İSG ekipman ve donanım kullanımı	**0,317**	**0,279**

Çizelge 5.2. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile ana kriterler bakımından her havza için hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması.

Ana Kriterler	Kömür Damarının Özellikleri		Kaya Mekaniği Parametreleri		Demografik ve Coğrafik Özellikler		İşletme Yönetimi ve Ekonomik Parametreler		Teknoloji Kullanımı ve Düzeyi	
	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan
Soma Havzası	0,285	0,267	0,139	0,269	0,235	0,216	0,143	**0,239**	0,153	0,193
Kütahya Havzası	0,043	0,010	0,124	0,022	0,074	0,080	0,091	0,073	0,154	0,125
Zonguldak Havzası	**0,289**	**0,358**	0,193	**0,396**	**0,260**	0,175	**0,244**	0,122	**0,253**	**0,308**
Beypazarı Havzası	0,138	0,177	0,191	0,022	0,124	**0,232**	0,191	0,205	0,180	0,138
Trakya Havzası	0,121	0,010	0,090	0,022	0,126	0,216	0,115	0,225	0,096	0,043
Ermenek Havzası	0,126	0,177	**0,264**	0,269	0,181	0,080	0,215	0,136	0,164	0,193

Çizelge 5.3. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile kömür damarının özellikleri ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması.

Alt Kriterler	Üretim Derinliği		Damar Kalınlığı		Damar Eğimi		Tektonizma		Metan İçeriği		Köm. Kal. Değeri	
	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan
Soma Havzası	0,285	0,287	**0,311**	**0,365**	0,180	0,182	0,259	0,268	0,327	0,326	**0,331**	**0,255**
Kütahya Havzası	0,029	0,188	0,049	0,110	0,046	0,031	0,030	0,178	0,052	0,000	0,031	0,094
Zonguldak Havzası	**0,285**	**0,287**	0,180	0,232	0,205	0,182	**0,337**	**0,360**	**0,343**	**0,367**	0,246	0,238
Beypazarı Havzası	0,086	0,026	0,099	0,066	**0,372**	**0,424**	0,168	0,174	0,047	0,167	0,092	0,101
Trakya Havzası	0,157	0,188	0,049	0,000	0,154	0,182	0,173	0,010	0,097	0,009	0,099	0,156
Ermenek Havzası	0,157	0,026	0,311	0,227	0,044	0,000	0,032	0,010	0,135	0,132	0,202	0,156

Çizelge 5.4. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile kaya mekaniği parametreleri ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması.

Alt Kriterler	Yan Kayaçların Basınç Dayanımı		Yan Kayaçların Kaya Kütlesi Puanlaması		Arazi Gerilmelerinin Düzeyi		Yeraltı Suyu Varlığı	
	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan
Soma Havzası	0,134	0,157	0,120	0,122	0,183	0,195	0,129	0,163
Kütahya Havzası	0,042	0,081	0,031	0,122	0,032	0,091	0,247	0,302
Zonguldak Havzası	**0,289**	**0,207**	**0,364**	**0,335**	**0,300**	**0,222**	0,043	0,000
Beypazarı Havzası	0,268	**0,207**	0,120	0,132	0,183	0,201	0,129	0,154
Trakya Havzası	0,134	0,174	0,113	0,027	0,096	0,091	0,092	0,000
Ermenek Havzası	0,134	0,174	0,253	0,263	0,208	0,201	**0,408**	**0,381**

Çizelge 5.5. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile demografik ve coğrafik özellikler ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması.

Alt Kriterler	Yerleşim Yerlerine Yakınlık		Gelir Düzeyi		İklim		Çalışanların Eğitim Düzeyi		Rakım	
	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan
Soma Havzası	0,171	0,196	0,108	0,116	0,131	0,153	**0,383**	**0,459**	0,282	0,233
Kütahya Havzası	0,026	0,047	0,175	0,164	0,063	0,058	0,030	0,000	0,030	0,028
Zonguldak Havzası	**0,317**	**0,298**	0,108	0,116	**0,292**	**0,265**	0,322	0,382	**0,336**	**0,336**
Beypazarı Havzası	0,143	0,146	0,221	0,236	0,131	0,148	0,045	0,021	0,146	0,182
Trakya Havzası	0,092	0,049	**0,280**	**0,254**	0,123	0,148	0,045	0,017	0,030	0,028
Ermenek Havzası	0,251	0,265	0,108	0,113	0,261	0,229	0,176	0,121	0,176	0,193

Çizelge 5.6. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile işletme yönetimi ve eko nomik parametreler ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması.

Alt Kriterler	Rezerv Miktarı		Üretilebilirlik		Maden Ömrü		İşletme Büyüklüğü		Kömür Satış Fiyatı		İşletme Türü	
	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan
Soma Havzası	0,250	0,273	0,031	0,000	0,187	0,000	0,211	0,218	0,187	0,187	0,039	0,000
Kütahya Havzası	0,046	0,048	0,146	0,155	0,038	0,000	0,033	0,097	0,073	0,092	0,180	0,213
Zonguldak Havzası	0,145	0,152	**0,455**	**0,470**	0,187	0,225	**0,228**	**0,243**	0,163	0,211	0,174	0,185
Beypazarı Havzası	0,080	0,083	0,257	0,272	**0,362**	**0,398**	0,211	0,243	0,148	0,152	0,063	0,063
Trakya Havzası	0,145	0,152	0,056	0,054	0,187	0,188	0,211	0,102	0,109	0,147	0,063	0,061
Ermenek Havzası	**0,332**	**0,293**	0,056	0,048	0,038	0,188	0,106	0,097	**0,321**	**0,211**	**0,481**	**0,477**

Çizelge 5.7. AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile teknoloji kullanımı ve düzeyi ana kriterinin alt kriterleri için havza bazında hesaplanan risk puanlarının karşılaştırılması.

Alt Kriterler	Mekanizasyon Düzeyi		Uygun Üretim Yöntemi		Havalandırma Düzeyi		Arge Çalışmalarının Düzeyi		İSG Ekipman ve Donanım Kullanımı	
	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan	AHP puan	Bulanık AHP puan
Soma Havzası	0,044	0,000	0,048	0,051	0,072	0,096	0,180	0,193	**0,317**	**0,373**
Kütahya Havzası	0,039	0,000	0,260	0,258	0,276	**0,292**	0,053	0,000	0,035	0,074
Zonguldak Havzası	**0,354**	**0,376**	**0,337**	**0,289**	0,156	0,229	0,265	0,289	0,271	0,241
Beypazarı Havzası	0,035	0,000	0,157	0,184	**0,289**	0,277	0,049	0,000	0,163	0,241
Trakya Havzası	0,186	0,329	0,040	0,035	0,080	0,106	0,099	0,135	0,115	0,071
Ermenek Havzası	0,341	0,295	0,157	0,184	0,126	0,000	**0,354**	**0,383**	0,098	0,000

Çalışmada üçüncü risk sınıflandırma yöntemi olarak seçilen bulanık TOPSIS yönteminde hesaplanan alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre yapılan sıralama ise Zonguldak havzası (0,318) > Soma havzası (0,279) > Ermenek havzası (0,266) > Beypazarı havzası (0,250) > Trakya havzası (0,236) > Kütahya havzası (0,224) olarak bulunmuştur. Her üç yöntemle de çözülen modelin sonuçlarının birbiri ile örtüşmesi, yöntemlerin söz konusu risk sınıflamasında da kullanılabileceğinin bir göstergesidir. Doktora tez çalışmasında uygulanan her üç yöntem için elde edilen ve havzaların risk sınıflandırmasında kullanılan değerler ve söz konusu yöntemler ile yapılan risk sınıflandırmalarının karşılaştırmaları Çizelge 5.8'de sunulmuştur.

Çizelge 5.8. Üç ÇKKV yöntemi için sonuçların karşılaştırılması.

Alternatifler	AHP puan	AHP sıralama	Bulanık AHP puan	Bulanık AHP sıralama	Bulanık TOPSIS puan	Bulanık TOPSIS sıralama
Soma Havzası	0,193	2	0,239	2	0,279	2
Zonguldak Havzası	0,256	1	0,292	1	0,318	1
Kütahya Havzası	0,104	6	0,059	6	0,224	6
Ermenek Havzası	0,172	3	0,189	3	0,266	3
Trakya Havzası	0,107	5	0,077	5	0,236	5
Beypazarı Havzası	0,168	4	0,141	4	0,250	4

Çalışmanın tamamlanmasıyla, maden sektöründe yapılan çalışmalar incelendiğinde, daha önce yapılmamış olan üç farklı ÇKKV yönteminin kullanılmasıyla yeraltı madenciliğinde havza bazında risk temelli sınıflama işlemi ilk defa gerçekleştirilmiştir.

Havza ölçeğinde risk temelli sınıflamaların yapılması, bu sahalara yönelik oluşturulan risk temelli sınıflama ile sahalar çok riskliden az riskliye doğru sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde bu çalışma sonuçları, ülkemizdeki karar vericilerin mevcut riskleri azaltma yönünde hedeflerine ulaşmasında onlara bir rehber niteliğinde olacağı söylenilebilir. Son zamanlarda ülkemizde yeraltı kömür ocaklarında meydana gelen feci iş kazalarının oluşturduğu olumsuz durumlardan kaynaklı sorunları gidermeye yönelik karar vericilerin mevcut riskleri azaltma yönündeki çalışmalarına katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçların tutarlı çıkması, yöntemlerin uygulama kolaylığı karar vericilerin hedeflerine ulaşmasında ve Türkiye'deki yeraltı kömür ocaklarının çalışma koşullarının iyileştirilmesinde yöneticilere yol gösterici niteliktedir. Sonraki yapılabilecek çalışmalar için ise öncelik ve zemin oluşturacaktır. İş kazalarından ve kömür ocaklarının içerisinde bulunduğu olumsuz çalışma koşullarından kaynaklı ülkemizin kömür madenciliği sektörünün dünya kamuoyunda oluşturduğu algıyı gidermeye yönelik yapılacak diğer çalışmalar için de bir temel görevi göreceği söylenilebilir.

KAYNAKLAR

Akman, G. ve Alkan, A., 2006. Tedarik zinciri yönteminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performanslarının ölçülmesi: otomotiv yan sanayiinde bir uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5, 9, 23-46.

Alan, H., Ateşoğulları, M., Çağlan, D., İlgün, F., Konuk, R. ve Uytun, H., 2014. Manisa-Soma Eynez Karanlıkdere mevkii kapalı ocak kömür madeni işletmesi iş cinayeti/iş kazası raporu, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Isbn: 978-605-01-0628-2, 20, Ankara.

Alkan, A., 2006. AHP'de dilsel karşılaştırma sürecinin bulanık mantıkla gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Altınlı, İ.E., 1973. Orta Sakarya jeolojisi, Cumhuriyetin 50. Yılı Yer Bilimleri Kongresi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 103-112.

Alpay, S. ve Yavuz, M., 2009. Underground mining method selection by decision making tools, Tunnelling and Underground Space Techn., 24, 2, 173-184.

Arni, P., 1942. Soma linyit yatağı hakkında jeolojik rapor, MTA Raporu No. 1360, Ankara [yayınlanmamış].

Arpalıyiğit, İ., 2004. Pliocene-Quaternary geology of the Soma graben, Western Turkey, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 82 s., İzmir [yayınlanmamış].

Arslan, E. T., 2010. Analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle strateji seçimi: Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde bir uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15, 2, 455-477.

Arslansan, E., 1996. Ermenek kömürlerinin pilot çapta yeni bir teeknik ile biriket üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Ataei, M., 2005. Multicriteria selection for an alumina-cement plant location in East Azerbaijan province of Iran, Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, 105, 7, 507-514.

Ateş, N.Y., Çevik, S., Kahraman, C., Gülbay, M. ve Erdoğan, S.A., 2006. Multi attribute performance evaluation using a hierarchical fuzzy topsıs method, StudFuzz 201, 537-572.

Awasthi A. ve Chauhan S.S., 2012. A hybrid approach integrating affinity diagram, ahp and fuzzy topsis for sustainable city logistics planning, Applied Mathematical Modelling, 36, 2, 573–584.

Azadeh, A., Osanloo, M. ve Ataei, M., 2010. A new approach to mining method selection based on modifying the nicholas technique, Applied Soft Computing, 10, 4, 1040-1061.

Badri, A., Nadeau, S. ve Gbodossou, A., 2013. A new practical approach to risk management for underground mining project in Quebec, J. of Loss Prevention in the Process Indust., 26, 6, 1145-1158.

Bakhtavar, E., 2015. Determination of optimum drum shearer for Tabas mine using desicion making process, Türkiye 24. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Antalya, Bildiriler Kitabı, 919-924.

Bakhtavar, E. ve Lotfian, R., 2017. Applying an integrated fuzzy gray MCDM approach: A case study on mineral processing plant site selection, Int. Journal of Mining & Geo-Engineering, 51, 2, 177-183.

Ballı, S., 2005. Fuzzy çok kriterli karar verme ve basketbolda oyuncu seçimine uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Balusa, B. C. ve Singam, J., 2018. Underground mining method selection using WPM and PROMETHEE, Journal of the Institution of Engineers (India): Series D, 99, 1, 165-171.

Balusa, B. C. ve Gorai, A. K., 2019. Sensitivity analysis of fuzzy-analytic hierarchical process (FAHP) decision-making model in selection of underground metal mining method, Journal of Sustainable Mining, 18, 1, 8-17.

Bascetin, A., 2004. An application of the analytic hierarchy process in equipment selection at Orhaneli open pit coal mine, Mining Technology, 113, 3, 192-199.

Başçetin, A., ve Kesimal, A., 1999. Açık işletmelerde yükleme-taşıma sistemi seçiminde yeni bir yaklaşım, Türkiye 16. Madencilik Kongresi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 57-64.

Bascetin, A, 2003. A decision support system for optimal equipment selection in open pit mining: analytical hierarchy process, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, 16, 2, 1-11.

Baylan, E. B., 2015. Türkiye'deki mermer sektörü sorunlarının tespit edilip analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile önceliklendirilmesi, Türkiye 24. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Antalya, Bildiriler Kitabı, 825-834.

Beamish, B.B. ve Crosdale, P.J., 1998. Instantaneous outbursts in underground coal mines: An overview and association with coal type, International Journal of Coal Geology, 35, 27-55.

Beer, H. ve Wright, J.A., 1960. Stratigraphy of the Ganosdağ, Korudağ and Keşan hills, District I, TPAO Arama Grubu, yayınlanmamış teknik rapor, 736, 42 s, Ankara.

Bender, M. ve Simonovic, S., 2000. A fuzzy compromise approach to water resource systems planning under uncertainty, Fuzzy Sets and Systems, 115, 33-44.

Bodziony, P., Kasztelewicz, Z. ve Sawicki, P., 2016. The problem of multiple criteria selection of the surface mining haul trucks, Archives of Mining Sciences, 61, 2, 223-243.

Boender, C. G. E., De Graan, J. G. ve Lootsma, F. A., 1989. Multi-criteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons, Fuzzy sets and Systems, 29, 2, 133-143.

Boer, N.P., 1954. Report on a geological reconnaissance in Turkish Thrace, September-December G.A., Petrol Dairesi, Rapor No: 25373.

Bogdanovic, D., Nikolic, D. ve Ilic, I., 2012. Mining method selection by integrated AHP and PROMETHEE method, Anais da Academia Brasileira de Ciencias, 84, 1, 219-233.

Brinkmann, R., Feist, R., Marr, W.U., Nickel, E., Schlimm, W. ve Walter, H.R., 1970., Soma dağlarının jeolojisi, MTA Dergisi 74, 41-56.

Buckley, J.J., 1985. Fuzzy hierarchical, Fuzzy Sets and Systems, 17.

Cerev, G. ve Yıldırım, S., 2018. Çalışanların kişisel özelliklerinin iş kazası ve meslek hastalıklarına etkisi üzerine bir inceleme, Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2, 1, 53-72.

Chang, D.Y., 1996. Applications of the extent alaysis method on fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, 95.

Chaput, E., 1936. Voyage d'etudes geologiques et geomorrphologiques en Turquie, Mémoires de l'Institut Français d'Archéologie de Stamboul II, 312 s., Paris.

Chen, S.J. ve Hwang, C.L., 1992. Fuzzy multiple attribute decision-making: methods and applications, Springer, Verlag, Berlin.

Chen, S. M., 1996. Evaluating weapon systems using fuzzy arithmetic operations. Fuzzy sets and systems, 77, 3, 265-276.

Chen, C. T., 2000. Extensions of the topsis for group decision-making under fuzzy environment, Fuzzy sets and systems, 114, 1, 1-9.

Chen, C. T., 2001. A fuzzy approach to select the location of the distribution center. Fuzzy sets and systems, 118, 1, 65-73.

Chen, C. T., Lin, C. T. ve Huang, S. F., 2006. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management, International Journal of Production Economies, 102, 2, 289-301.

Cheng, C. H., 1996. Evaluating naval tactical system by AHP based on fuzzy scale, Fuzzy sets and Systems, 63.

Chu, T.C., 2002. Selecting plant location via fuzzy TOPSIS approach, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 20, 859-864.

Chu, T.C. ve Lin, Y. C., 2003. A fuzzy TOPSIS method for robot selection, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 21, 284-290.

Çetin, N.C., 2016. Enerji yatırımlarında bütünleşik çok ölçütlü karar verme yaklaşımları ile proje seçimi, Konya Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Çınar, İ., 1999. Ermenek bölgesi kömürlerinin kendiliğinden yanmaya yatkınlıklarının araştırılması,Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Çitli, N., 2006. Bulanık çok kriterli karar verme, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Daft, R. L., 1991, Management, The Dryden Press, 2nd Edition, USA.

De-shun, L. ve Kai-li, X., 2011. Research on the subjective weight of the risk assessment in the coal mine system based on GSPA-IAHP, Procedia Engineering, 26, 1956-1963.

Demir, M. H., Bircan, B. ve Tütek, H., 1985. Yönetsel karar verme, Bilgehan Basımevi, İzmir.

Demirel, İ. H., 1989. Ermenek (Konya) yöresinde yer alan tersiyer yaşlı istifin jeolojisi, sedimantolojisi ve bölgedeki kömür damarının ayrıntılı incelenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Despıc, O. ve Sımonovıc, S. P., 2000. Aggregation operations for soft decision making in water resource, Fuzzy Sets and Systems, 115, 11-33.

Dey, P. K. ve Ramcharan, E. K., 2008. Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados, Journal of Environmental management, 88, 4, 1384-1395.

Dirik, K., Özsayın, E. ve Kahraman, B., 2010. Eynez sahasının (Soma güneyi) yapısal özellikleri, TKİ Genel Müdürlüğü Raporu.

Doğan M., 1985. İşletmelerde karar verme teknikleri, Bilgehan Basımevi, İzmir.

Doğan, D. ve Şahin, U., 2003. Supplier selection using activity-based costing and fuzzy present-worth techniques, Logistics ınformation management, 16, 6, 420-426.

Ecer, F., 2007. Fuzzy TOPSIS yöntemiyle insan kaynağı seçiminde adayların değerlemesi ve bir uygulama, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.

Ejima, Y., Fujina, T., Takağı, H., Shımada, K., Iwanaga, T., Yoneda, Y. ve Murakomi, Y., 1987. The Prefeasibility study on the Dikili - Bergama geothermal development project in the Republic of Turkey, Progress Report II (yayınlanmamış).

Eleren, A. ve Ersoy, M., 2007. Mermer blok kesim yöntemlerinin Bulanık TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmesi, Madencilik, 46, 3, 9-22.

Emir, E., 2017. Kaya mekaniği ders notları, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Yayınları, 172 s.

Ercan, T., Satır, M., Sevin, D. ve Türkecan, A., 1997. Batı Anadolu'daki Tersiyer-Kuvaterner yaşlı volkanik kayaçlarda yeni yapılan radyometrik yaş ölçümlerinin yorumu, MTA Dergisi, 119: 103-112.

Ersoy, M., 2013. The role of occupational safety measures on reducing accidents in marble quarries of Iscehisar region, Safety Science, 57, 293-302.

Ertuğrul, İ. ve Karakasoğlu, N., 2006. The fuzzy abnalytic hierarchy process for supplier selection and an application in a textile compan, Proceedings of 5th İnternational Symposium on İntelligent Manufacturing Systems, Londra, Bildiriler Kitabı, 195-207.

Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A. ve Zavadskas, E. K., 2012. Risk evaluation of tunneling projects, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 12, 1, 1-12.

Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, H. ve Yoldaş, R., 1979. Mut-Ermenek-Silifke yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları, Bulletin of the Geological Society of Turkey, 22, 7-26.

Gelvez, E.J.I.R. ve Aldana, E.F.A.C., 2014. Mining method selection metodology by multiple criteria desicion analysis-case study in Colombian coal mining, Int. Symp. of the Analytic Hierarchy Process, Washington D.C. U.S.A, 3, 1, 1-11.

Gligoric, Z., Beljic, C. ve Simeunovic, V., 2010. Shaft location selection at deep multiple orebody deposit by using fuzzy TOPSIS method and Network Optimization, Expert Systems with Applications, 37, 2, 1408-1418.

Gökmen, V., 1965. Nallihan-Baypazari (Ankara) civarinda linyit ihtiva eden Neojen sahasinin jeolojisi hakkinda rapor, Directorate of Mineral Research and Exploration, Rapor No: 3802.

Göksu, A., 2008. Bulanık analitik hiyerarşik proses ve üniversite tercih sıralamasında uygulanması, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Göktunalı K., 1959. The geology of Soma-Eynez vicinity, The General Directorate of Mineral Research and Exploration Report.

Göktunalı, K., 1963, Beypazarı linyitlerinin jeolojik etüdleri hakkında rapor, M.T.A. Raporu, Ankara.

Gul, M., Ak, M. F. ve Guneri, A. F., 2019. Pythagorean fuzzy VIKOR-based approach for safety risk assessment in mine industry, Journal of Safety Research, 69, 135-153.

Greco, S., Ehrgott, M. ve Figueira, J.R. (ed.), 2016. Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. Springer, 78.

Gupta, S. ve Kumar, U. 2012. An analytical hierarchy process (AHP) guided decision model for underground mining method selection, Int. J. of Mining, Recl. and Envirn., 26, 4, 324-336.

Günden, C. ve Miran, B., 2008. Bulanık analitik hiyerarşi süreci kullanarak çiftçi kararlarının analizi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 45, 3, 195-204.

Gülcan B., 2012. Bulanık doğrusal programlama ve bir bisküvi işletmesinde optimum ürün formülü oluşturma, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman.

Güner, H., 2005. Bulanık AHP ve bir işletme için tedarikçi seçimi problemine uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Gürer, E. E., 2008. Türkiye inşaat sektörü için bir risk yönetim modeli. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Haifeng, W., Liang, W., Yuanping, C. ve Hongxing, Z., 2013, Characteristics and dominant controlling factors of gas outburst in Huaibei coalfield and its countermeasures, International Journal of Mining Science and Technology, 23, 591-596.

Hayati, M., Rajabzadeh, R. ve Darabi, M., 2015. Determination of optimal block size in Angouran mine using VIKOR method, J. Mater. Environ. Sci, ,6, 11, 3236-3244.

Helvacı, C., Yılmaz, H. ve İnci, U., 1988. Beypazarı (Ankara) yöresi Neojen tortullarının kil mineralleri ve bunların dikey ve yanal dağılımı. Jeoloji Mühendisliği, 32, 33-42.

Hökerek, S., 2015. Yaylaköy, Kalemköy ve Eynez (Soma) Neojen kömürlerinin biyomarker jekimyası, ana-iz element özellikleri ile organik fasiyes değişimleri, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Hudej, M., Vujic, S., Radosavlevic, M. ve Ilic, S., 2013. Multi-variable selection of the main mine shaft location, J. of Mining Science, 49, 6, 950-954.

Hwang, C. ve Lin M., 1987. Group decision making under multiple criteria, Springer Verlag, Berlin, 281.

Hyun, K. C., Min, S., Choi, H., Park, J. ve Lee, I. M., 2015. Risk analysis using Fault-Tree Analysis (FTA) and Analytic Hierarchy Process (AHP) applicable to shield TBM tunnels, Tunnelling and Underground Space Techn., 49, 121-129.

Ignatius, J., Mustafa, A. ve Goh, M., 2012. Modeling funding allocation problems via AHP and fuzzy TOPSIS, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 8, 5, 3329-3340.

İnci, U., 1998a. Miocene synvolcanic alluvial sedimentation in lignite-bearing Soma Basin, western Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences 7, 63-78.

İnci, U., 1998b. Lignite and carbonate deposition in Middle Lignite succession of the Soma Formation, Soma coalfield, western Turkey, International Journal of Coal Geology 37, 287-313.

İnci, U., 1991. Miocene ahvial Fdn-alkaline playa lignitetrona bearing deposits from an inverted basin in Anatolia: sedimentology and tectonic controls on deposition, Sedimentary Geology, 71, 73-97

İnci, U., Koçyiğit, A., Bozkurt, E. ve Arpalıyiğit, İ., 2001. Kırkağaç ve Soma (Manisa) grabenleri kenar faylarının kinematik analizi ve depremsellliği, Tübitak Projesi, YDABÇAG-199Y013, 73 s., [yayınlanmamış].

İnci, U., 2002. Depositional evolution of Miocene coal successions in the Soma coalfield, western Turkey, International Journal of Coal Geology 51, 1, 1-29.

İnci, U., Koçyiğit, A., Bozkurt, E. ve Arpalıyiğit, İ., 2003. Kırkağaç ve Soma grabenlerinin Kuvaterner jeolojisi. IV Kuvaterner Çalıştayı, Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi, 25-35.

Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh, F., Lotfı, M. ve Izadıkhah, M., 2006. Extension of the TOPSIS method for decision making problems with fuzzy data. Applied Mathematics And Computation, 181, 1544–1551.

Javanshirgiv, M. ve Safari, M., 2017. The selection of an underground mining method using the fuzzy TOPSIS method: a case study in the Kamar Mahdi II fluorine mine, Mining Science, 24.

Kahya, E., 2003. İnsan gücü seçiminde bulanık uzman sistemler yardımı ile iş başvuru formlarının değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.

Karadoğan, A., Başcetin, A., Kahriman, A. ve Görgün, S., 2001. Bulanık küme teorisinin yeraltı üretim yöntemi seçiminde kullanılabilirliği, Türkiye 17. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 95-102.

Karakaşoğlu, N., 2008. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.

Karakaya, K., 2003. İstanbul Boğazı'ndan geçen gemilerin emniyetli geçişinin analitik hiyerarşi prosesi kullanarak analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Karakurt İ., Aydın G. ve Aydıner K., 2009. Kömür kökenli metanın doğal gaz olarak kullanımı, 7. Enerji Sempozyumu, Ankara, Bildiriler Kitabı, 67-76.

Karayigit, A. I., Akgun, F., Gayer, R. A. ve Temel, A., 1999. Quality, palynology, and palaeoenvironmental interpretation of the Ilgin lignite, Turkey, International Journal of Coal Geology, 38, 219-236.

Kasar, S., Bürkan, K., Siyako, M. ve Demir, O., 1983. Tekirdağ - Şarköy - Keşan – Enez bölgesinin jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 1771, 71 s, Ankara.

Kavuşan, G., 1993. Beypazarı-Çayırhan kömür havzası linyitlerinin yataklanmasında tektonizmanın önemi, Doğa-Türk Yerbilimleri Dergisi. Turkish Journal of Earth Sciences, 2, 135-145.

Kayakıran, S. ve Çelik, E., 1986. Beypazan Trona (doğal soda) yatağı maden jeolojisi raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme, 8079.

Kazakidis, V.N., Mayer, Z. ve Scoble, M.J., 2004. Decision making using the Analytic Hierarchy Process in mining engineering, Mining Technology, 113, 1, 30–42.

Keçeci U., 2006. Tedarikçi seçim probleminde analitik ağ süreci, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kizil, M. S., Abdalla, S. ve Canbulat, I., 2014. Underground coal mine layout selection using analytical hierarchy process. Mining Technology, 123, 1, 20-29.

Kleinsorge, H., 1939. Manisa vilayetinin Soma civarındaki linyitli tersiyerin jeolojik tetkikine mütedair ihzan rapor, MTA Raporu, 937, Ankara, [yayınlanmamış].

Kleinsorge, H., 1941. Manisa vilâyeti Soma linyit zuhuru ve civarının jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama, Ankara, 57.

Kluge, P. ve Malan, D. F., 2011. The application of the analytical hierarchical process in complex mining engineering design problems, The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurg, 111, 847-855.

Koçel, T., 2003. işletme yöneticiliği, Beta Basım, İstanbul.

Köksoy, M., 1985. Yakıtlar jeolojisi, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A54, 208 s., Ankara.

Kun, M., Topaloğlu, Ş. ve Malli, T., 2013. Evaluation of wheel loaders in open pit marble quarrying by using the AHP and TOPSIS approaches, Archives of Mining Sciences, 58, 1, 255-267.

Kurşunoğlu, N., 2014. Yeraltı maden işletmelerinde analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile uygun vantilatör seçimi, Yüksek Lisans Tezi, ESOGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Kurşunoğlu, N. ve Önder, M., 2014. Yeraltı maden işletmelerinde analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile uygun vantilatör seçimi, Türkiye 19. Kömür Kongresi, Zonguldak, Bildiriler Kitabı, 115-122.

Kursunoglu, N. ve Onder, M., 2015. Selection of an appropriate fan for an underground coal mine using the Analytic Hierarchy Process, Tunnelling and Underground Space Technology, 48, 101-109.

Kurşunoğlu, N., 2019. Zonguldak taşkömürü havzasında meydana gelen degaj olaylarına etki eden faktörlerin yapısal eşitlik modellemesi ile değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Kwong, C.K. ve Bai, H., 2003. Determining the importance weights for the customer requirements in qfd using a fuzzy ahp with an extent analysis approach. Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University.

Li, X., Wang, K., Liu, L., Xin, J., Yang, H. ve Gao, C., 2011. Application of the entropy weight and TOPSIS method in safety evaluation of coal mines, Procedia Engineering, 26, 2085-2091.

Liang, G. S., 1999, Fuzzy MCDM based on ıdeal and anti-ıdeal concepts, European Journal of Operational Research, 112, 682-691.

Mahdevari, S., Shahriar, K. ve Esfahanipour, A., 2014. Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS, Science of The Total Environment, 488, 85-99.

Menteş, A., 2000. Manevra ve sevk sistemi seçiminde bulanık çok kriterli karar verme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Merad, M. M., Verdel, T., Roy, B. ve Kouniali, S., 2004. Use of multi-criteria decision-aids for risk zoning and management of large area subjected to mining-induced hazards, Tunnelling and Underground Space Techn., 19, 2, 125-138.

Mobtaker, M. M. ve Osanloo, M., 2013. Prediction of iron ore mine closure causes under uncertainty condition, using Vikor Technique. In: 6th Int. Conf. on Sustainable Development in the Minerals Industry, Yunanistan, Bildiriler Kitabı, 581-588.

Mohsen, J., Mohammad, A., Farhang, S. ve Esmaeil, J. S. M., 2009. The application of AHP approach to selection of optimum underground method, case study: Jajarm bauxite mine (Iran), Arc. Min. Sci., 54, 1, 103-117.

Mutlu, M. ve Sarı, M., 2017. Çok kriterli karar verme yöntemleri ve madencilik sektöründe kullanimi, Bilimsel Madencilik Dergisi, 56, 4, 181-196.

Naghadehi, M. Z., Mikaeil, R. ve Ataei, M., 2009. The application of fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) approach to selection of optimum underground mining method for Jajarm Bauxite Mine, Iran, Expert Systems with Applications, 36, 4, 8218-8226.

Narin, R., 1980. Beypazari, Beysehir lignite deposit in Central Anatolia, Turkey, Bulletin of Mineral Resources and Exploration Institute of Turkey, 17, 21-50.

Nebert, K., 1959. Bakırçay' ın güneyinde bulunan linyit kömürü ihtiva eden Soma (Manisa vilayeti) Neojen sahasının jeolojik durumları hakkında rapor, M.T.A. Rapor No: 3019 (yayınlanmamış), Ankara.

Nebert, K., 1978. Linyit içeren Soma Neojen bölgesi, Batı Anadolu, MTA Dergisi 90, 20-69.

Nezarat, H., Sereshki, F. ve Ataei, M., 2015. Ranking of geological risks in mechanized tunneling by using fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP), Tunnelling and Underground Space Techn., 50, 358-364.

Nolan, T. A. ve Kecojevic, V., 2014. Selection of overburden surface mining method in West Virginia by analytical hierarchy process, International Journal of Coal Science & Technology, 1, 3, 306-314.

Okay, A.I., 1984. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar, Ketin Sempozyumu, Türkiye Jeoloji Kurumu, Ankara, Bildiriler Kitabı, 83-92.

Okay, A.I., 1986. High pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey, In: Blueschists and Eclogites (Editors B.W. Evans and E.H. Brown), Geological Society of America Memoir, 164, 333-348.

Opricovic, S. ve Tzeng, G. H., 2003. Defuzzification within a multicriteria decision model, International Journal of Uncertainty, 11, 5, 635-652.

Özburan, M., 2009. Kütahya ve çevresinin neotektonik incelemesi, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Özpeker, I., Çoban, F., Esenli, F. ve Eren, R. H., 1991. Miyosen yaşlı Hırka Formasyonundaki (Beypazarı-Ankara) dolomitlerin minerolojik özellikleri [Mineralogical features of dolomite in the Hırka Formation (Beypazarı-Ankara)], Türkiye Jeoloji Bülteni, 34, 23-26.

Öztürk A., 2004. Yöneylem araştırması, Ekin Kitabevi, Bursa.

Prakash, T., 2003. Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multicriteria decision making approach, MS Theses international institute for geo-information science and earth observation enschede, The netherland.

Pohekar, S.D. ve Ramachandran, M., 2004. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning-a review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 8, 4, 365-381.

Querol, X., Whateley, M. K. G., Fernandez-Turiel, J. L. ve Tuncali, E., 1997. Geological controls on the mineralogy and geochemistry of the Beypazari lignite, central Anatolia, Turkey. International Journal of Coal Geology, 33, 3, 255-271.

Rahimdel, M. J. ve Karamoozian, M., 2014. Fuzzy TOPSIS method to primary crusher selection for Golegohar iron mine (Iran), J. of Central South Univ., 21, 11, 4352-4359.

Saaty, T.L., 1977. A Scaling method for priorities in hierarchical structures, J. Of Mathematical Psychology, 15, 3, 234-281.

Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. New York, McGraw Hill.

Saaty, T. L., 1990. The Analytic Hierarchy Process. RWS Publications, Pittsburgh.

Saaty, T. L., 1996. Decision-making for Leaders, Volume II, AHP Series, RWS Publications, 315 p.

Saaty, T. L., Vargas, L. G. ve Dellman, K., 2003. The allocation of instangible resources: The Analytic Hierarchy Process and Linear programming, Socio-Economic Planning Sciences 37, 169-189.

Saaty, T.L., 2008. Desicion making with Analytic Hierarchy Process, Int. J. of Services, 1, 1, 83-98.

Safari, M., Ataei, M., Khalokakaei, R. ve Karamozian, M., 2010. Mineral processing plant location using the analytic hierarchy process-a case study: the Sangan iron ore mine (phase 1), Journal of Mining Science and Technology, 20,5, 691-695.

Safari, M., Kakaei, R., Ataei, M. ve Karamoozian, M., 2012. Using fuzzy TOPSIS method for mineral processing plant site selection, Arabian Journal of Geosciences, 5, 5, 1011-1019.

Sanchez, J. D. A. ve Gomez, A. T., 2003. Applications of fuzzy regression in actuarial Analysis. The J. of Risk and Insurance, 70, 4, 665-699.

Sarıışık, A., Dinç, D. ve Gök, V., 2015. Koyunağılı Adularya yeraltı kömür işletmesi galeri, taban yolu tahkimat tasarım felsefesinin incelenmesi, Türkiye 5. Uluslararası Maden Makinaları Sempozyumu ve Sergisi, Eskişehir, Bildiriler Kitabı.

Shariati, S., Yazdani-Chamzini, A. ve Bashari, B. P., 2013. Mining method selection by using an Integrated model, Int. Research J. of Applied and Basic Sciences, 6, 2, 199-214.

Shen, L., Muduli, K. ve Barve, A., 2015. Developing a sustainable development framework in the context of mining industries: AHP approach, Resources Policy, 46, 1, 15-26.

Shrestha, R. K., Alavalapatı, J. R. R. ve Kalmbacher, R. S., 2004. Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: an application of SWOT-AHP method, Agricultural Systems 81, 185-199.

Siyako, F., 1982. Eskişehir–Mihalıççık–Koyunağılı linyit kömürü sahası jeoloji raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme, 7111.

Siyako, F., 1983. Beypazarı Ankara kömürlü Neojen havzasının çevresinin jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme, 7431.

Siyako, M., 2005. Trakya ve yakın çevresinin Tersiyer stratigrafisi, TPAO Arama Dairesi Arşivi Rapor No: 4608, Ankara, (yayımlanmamış).

Samanta, B., Sarkar, B. ve Mukherjee, S. K., 2002. Selection of opencast mining equipment by a multi-criteria decision making process, Mining Technology, 111, 2, 136-142.

Samantra, C., Datta, S. ve Mahapatra, S. S., 2017. A risk-based decision support framework for selection of appropriate safety measure system for underground coal mines, Int. J. of Injury Control and Safety Promotion, 24, 1, 54-68.

Samimi Namin, F., Shahriar, K., Ataee-pour, M. ve Dehghani, H., 2008. A new model for mining method selection of mineral deposit based on fuzzy decision making, Journal of the Southern African Insti-tute of Mining and Metallurgy, 108, 7, 385-395.

Soltanmohammadi, H., Osanloo, M., Sami, A. ve Malekzadeh, S. B., 2010. Selection of practical bench height in open pit mining using a multi-criteria decision making solution, J. of Geology and Mining Research, 2, 3, 48-59.

Stanujkic, D., Stojanovic, S., Jovanovic, R. ve Magdalinovic, N. , 2013. A framework for comminution circuits design evaluation using Grey Compromise Programming, J. of Business Economics and Management, 14, 1, 188-212.

Stchepinsky, V., 1941. Beypazarı-Nallıhan-Bolu mıntıkasının mineral zenginlikleri hakkında, MTA Derleme, Rapor No: 1332, Ankara (basım aşamasında).

Stchepinsky, V., 1942. Beypazarı-Nallıhan-Bolu-Gerede bölgesi jeolojisi hakkında rapor. M.T.A. Raporu, Rapor No: 1363, Ankara.

Şen, Z., 2001. Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri, Bilge Kültür Sanat, İstanbul.

Şengül, Ü., Eren, M. ve Shiraz S.E., 2012. Bulanık AHP ile belediyelerin toplu taşıma araç seçimi, Erciyes Üniv. İİBF Dergisi, 40, 143-165.

Şengüler, İ., Toprak, S., Kara, H., Öner, A., Tuncalı, E. ve Kır, N., 2000. Güney Trakya bölgesindeki kömürlerin petrografik incelemesi ve ortamsal yorumu, Türkiye 12. Kömür Kongresi, Zonguldak, Bildiriler Kitabı, 12, 173-180.

Şengüler, İ., 2008. Trakya havzası kömür aramaları projesi raporu (2005-2006-2007 Yılı Sondajları), MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 11069, Ankara, (yayımlanmamış).

Şengüler, İ., 2013. Ergene (Trakya) havzasının jeolojisi ve kömür potansiyeli, Maden Tetkik ve Arama Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 16, 109-114.

Tan, T., Ertürk, İ. ve Pekmezci, F., 2010. Manisa-Soma-Eynez, İzmir-Kınık-Yaylaköy sahası 21.01.2010 tarihli sözleşme raporu, M.T.A. Rapor, Rapor No: 2010-33-30, M.T.A. Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi, (yayınlanmamış), Ankara.

Tankut, A., Satir, M., Güleç, N. ve Toprak, V., 1995, Galatya volkaniklerinin petrojenezi, Tubitak Rapor No: YBAG-0059.

Tekeş, M., 2002. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde kullanılan tabancaların bulanık uygunluk indeksli analitik hiyerarşi prosesi ile karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Temur, S., 1998. Endüstriyel hammaddeler, Çizgi Kitabevi, 352 s., Konya.

Tenekeci, Ö., Kayakıran, S. ve Çelik, E., 1983, Ankara-Beypazarı trona yatağı ara değerlendirme raporu, MTA, Rapor No: 7431, (yayımlanmamış), Ankara.

Tekin, M., 2004. Sayısal yöntemler. 5. Baskı, Konya.

Tiryaki, A. E. ve Kazan, R., 2007. Bulaşık makinesinin bulanık mantık ile modellenmesi, Mühendis ve Makine, 48, 565.

Tokgöz, R., 1988. Ermenek-Konya civarının jeolojisi ve kömür yatakları, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Tsaur, S. H., Chang, T. Y. ve Yen, C. H., 2002. The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM, Tourism Management, 23, 107-115.

Tütek H. H. ve Gümüşoğlu, Ş., 2000. Sayısal yöntemler yönetsel yaklaşım, Beta Basım A.Ş., İstanbul.

Tüysüz, F., 2004. Proje risk analizinde bulanık analitik hiyerarşi prosesinin kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tüzün, G., 2010. Havza planlama ve yönetiminde yöntem arayişi: meriç-ergene havzası örneği, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ulucan, A., 2004. Yöneylem araştırması, Siyasal Kitabevi, Ankara.

Ustasüleyman, T., 2009. Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Ahs–Topsis yöntemi, Bankacılar Dergisi, 69, 33–43.

Ünal, O.T., 1967. Trakya jeolojisi ve petrol imkanları, TPAO Arama Dairesi Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 391, 80, Ankara.

Ünal, Ü., 1997. Beypazarı granitoidinin (Dümrek-Yalnızçam) mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Üzgün, T., 2006. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ABD, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Van Laarhoven, P. J. M. ve Pedrycz, W., 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory, Fuzzy Sets and Systems, 11.

Vargas, G. L., 1990. An overview of the analytic hierarchy process and its applications, European J. Of Operational Research, 48, 1, 2-8.

Varol, B. ve Kazancı, N., 1981. Nallıhan-Seben (Bolu) bölgesinde Üst Jura-Alt Kretase karbonat istifinin lito ve biyofasiyes özellikleri, T.J.K. Bülteni, Ankara, 24, 2, 31-38.

Verma, S. ve Chaudhari, S., 2017. Fuzzy AHP approach for risk assessment in manganese mines of India. International Journal of Decision Sciences, Risk and Management, 7, 3, 169-189.

Wang, Y. M. ve Elhag, T. M. S., 2005. Fuzzy TOPSIS method based on alpha levelsets with an application to bridge risk assessment, Expert Systems with Applications, 1-11.

Wang T. C. ve Chang T. H., 2007. Application of TOPSIS in evaluating ınitial training aircraft under a fuzzy environment, Expert Systems with Applications, 33, 7, 870-880.

Wang, C. ve Tu, S., 2015. Selection of an appropriate mechanized mining technical process for thin-coal seam-mining, Math. Problems in Engineering, Article No. 893232.

Whateley, M. K. G. ve Tuncali, E., 1995. Quality variations in the high-sulphur lignite of the Neogene Beypazari Basin, Central Anatolia, Turkey, International Journal of Coal Geology, 27, 131-151.

Whateley, M. K. G., Querol, X., Fernandez-Turiel, J. L. ve Tuncali, E., 1996. Zeolites in Tertiary coal from the Cayirhan mine, Beypazari, Turkey, Mineralium Deposita, 31, 6, 529-538.

Wind, Y. ve Saaty, T. L., 1980. Marketing applications of the Analytic Hierarchy Process, Management Science 26, 7, 641- 658.

Yağmurlu, F., Helvacı, C, İnci, U. ve Önal, M., 1987. Tectonic features to structural of the Beypazarı and Nallıhan, Central Anatolia, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, 20, 4.

Yagmurlu, F., Helvaci, C. ve Inci, U., 1988. Depositional setting and geometric structure of the Beypazari lignite deposits, central Anatolia, Turkey. International journal of coal geology, 10, 4, 337-360.

Yavuz, M., 2008. Selection of plant location in the natural stone industry using the fuzzy multiple attribute decision making method, J. of the South African Institute of Mining & Metallurgy, 108, 10, 641-649.

Yavuz, M. ve Alpay, S., 2008. Underground mining technique selection by multicriterion optimization methods, J. of Mining Science, 44, 4, 391-401.

Yavuz, M., İphar, M. ve Önce, G., 2008. The optimum support design selection by using AHP method for the main haulage road in WLC Tuncbilek colliery, Tunnelling and Underground Space Techn., 23, 2, 111-119.

Yavuz, M., 2011. Bulanık AHP yöntemi ile açık ocak kamyon seçimi, Türkiye 22. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Ankara, 63-71.

Yavuz, M., 2015. The application of the analytic hierarchy process (AHP) and YAGER's method in underground mining method selection problem, Int. J. of Mining, Recl. and Envirn., 29, 6, 453-475.

Yazdani-Chamzini, A. ve Yakhchali, S. H., 2012. Tunnel boring machine (TBM) selection using fuzzy multicriteria decision making methods, Tunnelling and Underground Space Techn., 30, 194-204.

Yeşilkaya, M., 2018. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kağıt fabrikası kuruluş yeri seçimi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33, 4.

Yetim, S., 2003. Sporcuları sakatlanmaya iten bazı sebeplerin analitik hiyerarşik proses ile analizi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yılmaz, M., 2012. Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi, Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4, 2, 33-54.

Yılmaz, F. ve Alp, S., 2016. Underlying factors of occupational accidents: the case of Turkey, Open J. of Safety Science and Techn., 6, 1-10.

Yong, D., 2006. Plant location selection based on fuzzy TOPSIS, Int. J. Adv. Manuf. Technol. 28, 839-844.

Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy sets, Information and control, 8, 3, 338-353.

Zanakis, S. H., Solomon, A., Wishart, N. ve Dublish, S., 1998. Multi-attribute decision making: a simulation comparison of select methods, European Journal of Operational Research, 107, 507-529.

Zhang, G. ve Lu, J., 2003. An integrated group decision-making method dealing with fuzzy preferences for alternatives and individual judgments for selection criteria, Group Decision and Negotiation, 12, 6, 501-515.

Zhang G. ve Zou P.X.W., 2007. Fuzzy analytical hierarchy process risk assessment approach for joint venture construction projects in China, Journal Of Construction Engineering and Management, 133- 10, 771-779.

Zhou, P., Ang, B. W. ve Poh, K. L., 2006. Decision analysis in energy and environmental modeling: an Update, Energy, 31, 14, 2604-2622.

Zhou, W., Yin, W., Peng, X., Liu, F. ve Yang, F., 2016. Comprehensive evaluation of land reclamation and utilisation schemes based on a modified VIKOR method for surface mines, Int. J. Mining, Recl. Envirn., 1-16.

Zhou, O., Herrera, J. ve Hidalgo, A., 2017. Development of a quantitative assessment approach for the coal and gas outbursts in coal mines using rock engineering systems, Int. J. Mining, Recl. Envirn, 33, 21-41.

Zionts, S., 1979. Mcdm-if not a roman numeral then what?., Interfaces, 9, 4, 94-101.

URL-1 < https://www.enerji.gov.tr/File/ >, Erişim tarihi: 14.05.2019.

EKLER

EK A. Anket çalışması.

TÜRKİYE'DEKİ YERALTI KÖMÜR OCAĞI HAVZALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE RİSK TEMELLİ SINIFLANDIRILMASI ANKET FORMU

Aşağıda verilen soruları ikili karşılaştırma matrisinde işaretleyiniz. İşaretleme yapılırken size göre sağ tarafta yer alan bir kriter eğer sol tarafta yer alan kriterden daha önemli ise işaretlemenizi önem derecesine göre sağ tarafta 1 den 9 a kadar yer alan kutulardan seçim (X) yaparak; sol tarafta yer alan kriter sağ tarafta yer alan kritere göre daha önemli ise işaretlemenizi önem derecesine göre sol tarafta 1 den 9 a kadar yer alan kutulardan seçim (X) yaparak; eğer değerlendirme yapılan iki kriter arasında size göre bir fark yoksa ''ikisi de eşit derecede önemli'' 1 kutucuğunu seçerek (X) işaretleyiniz.

ANA KRİTERLER İÇİN KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ									
SORU NUMARASI	KESİN ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	EŞİT DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KESİN ÖNEMLİ
SORU 1	KÖMÜR DAMARININ ÖZELLİKLERİ				1	KAYA MEKANİĞİ PARAMETRELERİ (Yan Kayaçlar İçin Değerler)			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 2	KÖMÜR DAMARININ ÖZELLİKLERİ				1	DEMOGROFİK VE COĞRAFİK ÖZELLİKLER			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 3	KÖMÜR DAMARININ ÖZELLİKLERİ				1	İŞLETME YÖNETİMİ VE EKONOMİK PARAMETRELER			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 4	KÖMÜR DAMARININ ÖZELLİKLERİ				1	TEKNOLOJİ KULLANIMI VE DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 5	KAYA MEKANİĞİ PARAMETRELERİ (Yan Kayaçlar İçin Değerler)				1	DEMOGROFİK VE COĞRAFİK ÖZELLİKLER			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 6	KAYA MEKANİĞİ PARAMETRELERİ (Yan Kayaçlar İçin Değerler)				1	İŞLETME YÖNETİMİ VE EKONOMİK PARAMETRELER			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 7	KAYA MEKANİĞİ PARAMETRELERİ (Yan Kayaçlar İçin Değerler)				1	TEKNOLOJİ KULLANIMI VE DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 8	DEMOGROFİK VE COĞRAFİK ÖZELLİKLER				1	İŞLETME YÖNETİMİ VE EKONOMİK PARAMETRELER			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 9	DEMOGROFİK VE COĞRAFİK ÖZELLİKLER				1	TEKNOLOJİ KULLANIMI VE DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 10	İŞLETME YÖNETİMİ VE EKONOMİK PARAMETRELER				1	TEKNOLOJİ KULLANIMI VE DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9

EK A (devam). Anket çalışması.

KÖMÜR DAMARININ ÖZELLİKLERİ ANA KRİTERİ İÇİN KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ									
SORU NUMARASI	KESİN ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	EŞİT DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KESİN ÖNEMLİ
SORU 1	ÜRETİM DERİNLİĞİ				1	DAMAR KALINLIĞI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 2	ÜRETİM DERİNLİĞİ				1	DAMAR EĞİMİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 3	ÜRETİM DERİNLİĞİ				1	TEKTONİZMA			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 4	ÜRETİM DERİNLİĞİ				1	METAN İÇERİĞİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 5	ÜRETİM DERİNLİĞİ				1	KÖMÜRÜN KALORİFİK DEĞERİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 6	DAMAR KALINLIĞI				1	DAMAR EĞİMİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 7	DAMAR KALINLIĞI				1	TEKTONİZMA			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 8	DAMAR KALINLIĞI				1	METAN İÇERİĞİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 9	DAMAR KALINLIĞI				1	KÖMÜRÜN KALORİFİK DEĞERİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 10	DAMAR EĞİMİ				1	TEKTONİZMA			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 11	DAMAR EĞİMİ				1	METAN İÇERİĞİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 12	DAMAR EĞİMİ				1	KÖMÜRÜN KALORİFİK DEĞERİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 13	TEKTONİZMA				1	METAN İÇERİĞİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 14	TEKTONİZMA				1	KÖMÜRÜN KALORİFİK DEĞERİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 15	METAN İÇERİĞİ				1	KÖMÜRÜN KALORİFİK DEĞERİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9

EK A (devam). Anket çalışması.

KAYA MEKANİĞİ PAREMETRELERİ ANA KRİTERİ İÇİN KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ									
SORU NUMARASI	KESİN ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	İKİSİDE EŞİT DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KESİN ÖNEMLİ
SORU 1	YAN KAYAÇLARIN BASINÇ DAYANIMI				1	YAN KAYAÇLARIN KAYA KÜTLESİ PUANLAMASI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 2	YAN KAYAÇLARIN BASINÇ DAYANIMI				1	ARAZİ GERİLMELERİNİN DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 3	YAN KAYAÇLARIN BASINÇ DAYANIMI				1	YERALTI SUYU VARLIĞI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 4	YAN KAYAÇLARIN KAYA KÜTLESİ PUANLAMASI				1	ARAZİ GERİLMELERİNİN DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 5	YAN KAYAÇLARIN KAYA KÜTLESİ PUANLAMASI				1	YERALTI SUYU VARLIĞI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 6	ARAZİ GERİLMELERİNİN DÜZEYİ				1	YERALTI SUYU VARLIĞI			
	9	7	5	3		3	5	7	9

EK A (devam). Anket çalışması.

DEMOGROFİK VE COĞRAFİK ÖZELLİKLER ANA KRİTERİ İÇİN KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ									
SORU NUMARASI	KESİN ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	İKİSİDE EŞİT DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KESİN ÖNEMLİ
SORU 1	YERLEŞİM YERLERİNE YAKINLIK				1	GELİR DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 2	YERLEŞİM YERLERİNE YAKINLIK				1	İKLİM			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 3	YERLEŞİM YERLERİNE YAKINLIK				1	ÇALIŞANLARIN EĞİTİM DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 4	YERLEŞİM YERLERİNE YAKINLIK				1	RAKIM			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 5	GELİR DÜZEYİ				1	İKLİM			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 6	GELİR DÜZEYİ				1	ÇALIŞANLARIN EĞİTİM DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 7	GELİR DÜZEYİ				1	RAKIM			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 8	İKLİM				1	ÇALIŞANLARIN EĞİTİM DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 9	İKLİM				1	RAKIM			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 10	ÇALIŞANLARIN EĞİTİM DÜZEYİ				1	RAKIM			
	9	7	5	3		3	5	7	9

EK A (devam). Anket çalışması.

İŞLETME YÖNETİMİ VE EKONOMİK PARAMETRELER ANA KRİTERİ İÇİN KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ									
SORU NUMARASI	KESİN ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	İKİSİDE EŞİT DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KESİN ÖNEMLİ
SORU 1	REZERV MİKTARI				1	ÜRETİLEBİLİRLİK			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 2	REZERV MİKTARI				1	MADEN ÖMRÜ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 3	REZERV MİKTARI				1	İŞLETME BÜYÜKLÜĞÜ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 4	REZERV MİKTARI				1	KÖMÜR SATIŞ FİYATI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 5	REZERV MİKTARI				1	İŞLETME TÜRÜ (KAMU-ÖZEL)			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 6	ÜRETİLEBİLİRLİK				1	MADEN ÖMRÜ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 7	ÜRETİLEBİLİRLİK				1	İŞLETME BÜYÜKLÜĞÜ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 8	ÜRETİLEBİLİRLİK				1	KÖMÜR SATIŞ FİYATI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 9	ÜRETİLEBİLİRLİK				1	İŞLETME TÜRÜ (KAMU-ÖZEL)			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 10	MADEN ÖMRÜ				1	İŞLETME BÜYÜKLÜĞÜ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 11	MADEN ÖMRÜ				1	KÖMÜR SATIŞ FİYATI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 12	MADEN ÖMRÜ				1	İŞLETME TÜRÜ (KAMU-ÖZEL)			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 13	İŞLETME BÜYÜKLÜĞÜ				1	KÖMÜR SATIŞ FİYATI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 14	İŞLETME BÜYÜKLÜĞÜ				1	İŞLETME TÜRÜ (KAMU-ÖZEL)			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 15	KÖMÜR SATIŞ FİYATI				1	İŞLETME TÜRÜ (KAMU-ÖZEL)			
	9	7	5	3		3	5	7	9

EK A (devam). Anket çalışması.

TEKNOLOJİ KULLANIMI VE DÜZEYİ ANA KRİTERİ İÇİN KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ									
SORU NUMARASI	KESİN ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	İKİSİDE EŞİT DERECEDE ÖNEMLİ	ORTA DERECEDE ÖNEMLİ	KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	ÇOK KUVVETLİ DERECEDE ÖNEMLİ	KESİN ÖNEMLİ
SORU 1	MEKANİZASYON DÜZEYİ				1	UYGUN ÜRETİM YÖNTEMİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 2	MEKANİZASYON DÜZEYİ				1	HAVALANDIRMA DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 3	MEKANİZASYON DÜZEYİ				1	ARGE ÇALIŞMALARININ DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 4	MEKANİZASYON DÜZEYİ				1	İSG EKİPMAN VE DONANIM KULLANIMI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 5	UYGUN ÜRETİM YÖNTEMİ				1	HAVALANDIRMA DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 6	UYGUN ÜRETİM YÖNTEMİ				1	ARGE ÇALIŞMALARININ DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 7	UYGUN ÜRETİM YÖNTEMİ				1	İSG EKİPMAN VE DONANIM KULLANIMI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 8	HAVALANDIRMA DÜZEYİ				1	ARGE ÇALIŞMALARININ DÜZEYİ			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 9	HAVALANDIRMA DÜZEYİ				1	İSG EKİPMAN VE DONANIM KULLANIMI			
	9	7	5	3		3	5	7	9
SORU 10	ARGE ÇALIŞMALARININ DÜZEYİ				1	İSG EKİPMAN VE DONANIM KULLANIMI			
	9	7	5	3		3	5	7	9

EK A (devam). Anket çalışması.

2. AŞAMA

Not: Bu aşamada ocağın, anket kapsamında değerlendirilen ana ve alt kriterleri için ilgili kutulardan seçim (X) yaparak iş sağlığı ve güvenliği açısından genel bir risk değerlendirmesi yapılacaktır.

ANA KRİTERLER AÇISINDAN RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Ana Kriterler Açısından Risk Değerlendirmesi	ÇOK AZ	AZ	NORMAL	FAZLA	ÇOK FAZLA
KÖMÜR DAMARININ ÖZELLİKLERİ					
KAYA MEKANİĞİ PARAMETRELERİ (Yan Kayaçlar İçin Değerler)					
DEMOGRAFİK VE COĞRAFİK ÖZELLİKLER					
İŞLETME YÖNETİMİ VE EKONOMİK PARAMETRELER					
TEKNOLOJİ KULLANIMI VE DÜZEYİ					

ALT KRİTERLER AÇISINDAN RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Kömür Damarının Özellikleri	ÇOK AZ	AZ	NORMAL	FAZLA	ÇOK FAZLA
ÜRETİM DERİNLİĞİ					
DAMAR KALINLIĞI					
DAMAR EĞİMİ					
TEKTONİZMA					
METAN İÇERİĞİ					
KÖMÜRÜN KALORİFİK DEĞERİ					

Kaya Mekaniği Parametreleri (Yan Kayaçlar İçin)	ÇOK AZ	AZ	NORMAL	FAZLA	ÇOK FAZLA
YAN KAYAÇLARIN BASINÇ DAYANIMI					
YAN KAYAÇLARIN KAYA KÜTLESİ PUANLAMASI					
ARAZİ GERİLMELERİ DÜZEYİ					
YERALTI SUYU VARLIĞI					

EK A (devam). Anket çalışması.

2. AŞAMA (devam)

Demografik ve Coğrafik Özellikler	ÇOK AZ	AZ	NORMAL	FAZLA	ÇOK FAZLA
YERLEŞİM YERLERİNE YAKINLIK					
GELİR DÜZEYİ					
İKLİM					
ÇALIŞANLARIN EĞİTİM DÜZEYİ					
RAKIM					

İşletme Yönetimi ve Ekonomik Parametreler	ÇOK AZ	AZ	NORMAL	FAZLA	ÇOK FAZLA
REZERV MİKTARI					
ÜRETİLEBİLİRLİK					
MADEN ÖMRÜ					
İŞLETME BÜYÜKLÜĞÜ					
KÖMÜR SATIŞ FİYATI					
İŞLETME TÜRÜ (KAMU-ÖZEL)					

Teknoloji Kullanımı ve Düzeyi	ÇOK AZ	AZ	NORMAL	FAZLA	ÇOK FAZLA
MEKANİZASYON DÜZEYİ					
UYGUN ÜRETİM YÖNTEMİ					
HAVALANDIRMA DÜZEYİ					
ARGE ÇALIŞMALARININ DÜZEYİ					
İSG EKİPMAN VE DONANIM KULLANIMI					

EK A (devam). Anket çalışması.

3. AŞAMA (Jeolojik ve Jeoteknik Parametreler)

Not: Bu aşamada Açıklamalar kısmına ocağın Jeolojik ve Jeoteknik parametre değerleri sayısal olarak belirtilecek, Kriterler Açısından Risk Değerlendirmesi kısmında ise ilgili kutulardan seçim (X) yaparak iş sağlığı ve güvenliği açısından kriterler için genel bir risk değerlendirmesi yapılacaktır.

KRİTERLER	KRİTERLERİN AÇIKLAMALARI	KRİTERLER AÇISINDAN RİSK DEĞERLENDİRMESİ				
		ÇOK AZ	AZ	NORMAL	FAZLA	ÇOK FAZLA
Kömür yatağının geometrik şekli:						
Kömür damarı kalınlığı (m):						
Damar eğimi (°):						
Kazının yapıldığı derinlik (m):						
Kömürün basınç dayanımı testi sonucu (MPa):						
Tavan taşının sağlamlık derecesi (Basma Dayanımı değeri) (MPa):						
Taban taşının sağlamlık derecesi (Kayma dayanımı değeri) (MPa):						
Kömür damarı RMR değeri:						
Tavan taşının RMR değeri:						
Taban taşının RMR değeri:						
Tasman etkisi (var/yok):						
Tahkimat gerekliliği (var/yok):						
Kömürün yanma özelliği (var/yok):						
Uygulanan üretim yöntemi:						
Yıllık üretim miktarı (ton):						
Rezerv (ton):						

	Y:	X:
Desandre & Kuyu Koordinatları:		
İşletmedeki Göreviniz:		

Anket çalışmamıza gösterdiğiniz ilgi için teşekkür ederiz...

EK B. Aksaray Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu uygunluk kararı.

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Kararı

Tarih	Toplantı Sayısı	Karar No	Sayfa
19.12.2018	19	2018/282	1

Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurulu 19.12.2018 tarihinde saat 12.30'da İslami İlimler Fakültesi Toplantı Salonunda kurula yapılan başvuruları görüşmek üzere toplanmış ve aşağıdaki kararı/kararları almıştır:

Karar 2018/282: Yürütücülüğünü Araştırma Görevlisi Mert MUTLU'nun yaptığı **"Türkiye'deki Yeraltı Kömür Ocağı Havzalarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Risk Temelli Sınıflandırılması "** başlıklı araştırma ile ilgili 2018/282 protokol numaralı başvuru kurulumuz tarafından incelenmiş, Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurul Yönergesi'nde belirtilen etik ilkelere **uygun olduğuna**, toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Necmettin AYGÜN
Başkan

Doç. Dr. Mehmet KARACA **Üye**	İzinli **Prof. Dr. Hüseyin ÜNLÜ** **Üye**	**Dr. Öğr. Üyesi** **Sevilay USLU DİVANOĞLU** **Üye**
Dr. Öğr. Üyesi Arzu YÜKSEL **Üye**	İzinli **Dr. Öğr. Üyesi Gaye BULUT** **Üye**	İzinli **Dr. Öğr. Üyesi** **Funda VARNACI UZUN** **Üye**

EK C. Ocak ziyaretlerinde kullanılan resmi izin yazısı.

Aksaray Üniversitesi - Aksaray Üniversitesi Rektörlüğü - Maden Mühendisliği Bölüm Başkanlığı
24.08.2017 13:55
Sayı: 46033694-106.99-E.00000199933
00000199933

T.C.
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Maden Mühendisliği Bölüm Başkanlığı

Sayı : 46033694-106.99
Konu : Anket Çalışması

İLGİLİ MAKAMA

Aksaray Üniversitesi BAP_2016_056 No'lu ''Türkiye'deki Yeraltı Kömür Ocağı Havzalarının Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri ile Risk Temelli Sınıflandırılması'' adlı Proje ve Doktora tez çalışmasında değerlendirilecek olan anketin (çalışma kapsamında firma ünvanları ve anketi dolduran kişilerin isimleri kesinlikle çalışmada belirtilmeyecektir), işletmenizde görevli maden mühendisine uygulanabilmesi için, bölümümüzde görev yapan Arş. Gör. Mert MUTLU'ya gerekli kolaylığın sağlanması hususunda,

Gereğini saygılarımla rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Mehmet SARI
Bölüm Başkanı

İletişim Bilgileri:
Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü Adana Yolu Üzeri E-90 Karayolu 7. Km
Merkez Kampüs 68100 Aksaray / Türkiye
Tel: 0 505 635 51 81
0 382 288 36 21
Fax: 0 382 288 35 25
E-mail: mehmetsari@aksaray.edu.tr

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı **:** Mert MUTLU

Doğum Tarihi ve Yeri: 1988 - Eskişehir

E-posta adresi **:** mertmutlu@aksaray.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans **:** Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Maden Mühendisliği 2007-2011

Lisans **:** Anadolu Üniversitesi İşletme 2009 - 2014

Yüksek Lisans **:** Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği 2011 - 2013

Doktora **:** Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği 2014 - 2019

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Maden Mühendisligi Bölümü Mezunları Arasında Bölüm Üçüncülügü Ödülü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 2011.
2. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi (2013 - 2018).
3. Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi (2018 - devam).

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

1. Mutlu, M. ve Sarı, M., 2017. Çok kriterli karar verme yöntemleri ve madencilik sektöründe kullanımı, Bilimsel Madencilik Dergisi, 56, 4, 181-196.