



**T.C. İSTANBUL T CARET
ÜNİVERSİTESİ**

FEN B LİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**“JEOTERMAL SONDAJ ALANLARINDA
İ  SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ PERFORMANSININ
ÇOK KR TERL  KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ÖLÇÜLMESİ”**

**“MEASUREMENT OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
PERFORMANCE IN GEOTHERMAL DRILLING AREAS WITH
MULTI-CRITERIA DECISION METHODS”**

ŞEBNEM KARUL TONKA

**Danışman
Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ**

**DOKTORA TEZİ
İ  SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
İSTANBUL – 2023**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Şebnem TONKA tarafından hazırlanan "**Jeotermal Sondaj Alanlarında İş Sağlığı Ve Güvenliği Performansının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Ölçülmesi**" adlı tez çalışması .../.../2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ**
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi **Unvanı Adı SOYADI**
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi **Unvanı Adı SOYADI**
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi **Unvanı Adı SOYADI**
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi **Unvanı Adı SOYADI**
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Onay Tarihi : **(Enstitü Tarafından Doldurulacaktır.)**

Prof. Dr. Doğan KAYA
Enstitü Müdürü

AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Tarih

İmza

Şebnem Karul TONKA

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER	iv
ÇİZELGELER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. DÜNYA ENERJİ GÖRÜNÜMÜ.....	2
2.2. TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ VE ARAMA ÇALIŞMALARI	5
3. SONDAJ TEKNİK BİLGİLERİ	10
3.1. JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANILDIĞI ALANLAR.....	10
3.2. JEOTERMAL SONDAJ	12
3.2.1. <i>Jeotermal sondaj türleri</i>	13
3.3. SONDAJ EKİPMANLARI VE SİSTEMLERİ.....	15
3.3.1. <i>Sondaj işlemleri</i>	15
3.3.1.1. Darbeli sondaj (Percussion drilling)	16
3.3.1.2. Döner (Rotary) sondaj.....	16
3.3.1.3. Döner sondajda delme dizisi elemanları.....	23
3.3.1.4. Döner sondajda taşıma dizisi elemanları.....	26
3.3.1.5. Döner sondajda dolaşım dizisi elemanları.....	27
3.3.2. <i>Döner sondaj yöntemleri</i>	28
3.3.2.1. Düz dolaşimli sondaj	28
3.3.2.2. Ters Dolaşimli Sondaj.....	28
3.3.2.3. Kuyu Kontrolü ve Ekipmanları	29
3.3.3. <i>Kule demontaj ve nakliyesi</i>	31
3.3.3.1. Demontaj ve mobil kulelerde kule yatırma.....	31
3.3.4. <i>Sondaj çamuru</i>	32
3.3.4.1. Kullanım amacı	32
3.3.4.2. Sirkülasyon Sistemi	33
3.3.4.3. Çamur Pompaları.....	34
3.3.4.4. Çamur Katkı Malzemeleri.....	35
3.3.4.5. Çamur Özellikleri ve Testleri	37
3.3.5. <i>Borulama</i>	37
3.3.5.1. Muhafaza Borusu	37
3.3.6. <i>Çimentolama</i>	38
3.3.6.1. Tek Kademe Çimento Operasyonu:	38
3.3.6.2. Çift Kademe Çimento Operasyonu.....	40
3.3.7. <i>Kuyu Testleri</i>	41
4. LİTERATÜR TARAMA	42
4.1. İŞ KAZASI İSTATİSTİKLERİ.....	42
4.2. LİTERATÜR TARAMASI VERİLERİ	44
4.2.1. <i>Jeotermal sondaj alanları ile ilgili literatür çalışmaları</i>	47

4.2.2. Performans ölçümü ile ilgili literatürdeki çalışmalar	53
5. YÖNTEM VE ANALİZ.....	56
5.1. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP) YÖNTEMİ VE ADIMLARI.....	56
5.2. PROMETHEE YÖNTEM VE ADIMLARI	59
5.3. PERFORMANS ÖLÇÜMÜ.....	64
6. JEOTERMAL SONDAJ PERFORMANS İNDEKS MODELİ ÖNERİSİ	67
6.1. KRİTERLERİN BELİRLENMESİ VE HİYERARŞİK YAPI OLUŞUMU	69
6.1.1 İnsan kaynaklı hata indeksi	70
6.1.2 Kayıtların eksik olması indeksi	71
6.1.3 Kaza cinsleri indeksi.....	72
6.1.4 Yönetimsel desteğin olmaması indeksi	73
6.1.5 Ekipmanların hatalı kullanımı indeksi.....	74
6.1.6 Koruyucu önlemler indeksi	75
6.1.7 Çevre koşulları indeksi	76
6.2. VERİLERİN TOPLANMASI VE KRİTER AĞIRLIKLANDIRMASI	77
6.3. PERFORMANS İNDEKS AĞIRLIKLARININ ELDE EDİLMESİ	77
6.4. SWOT ANALİZİ.....	77
6.5. RADAR DİYAGRAM ANALİZİ	79
6.6. ÖNERİLEN İSG PERFORMANS ÖLÇÜM MODELİNİN UYGULANMASI	80
7. ÖNERİLEN SONDAJ ALANI İSG PERFORMANS ÖLÇÜM MODELİNİN UYGULANMASI	82
7.1. KRİTER AĞIRLIKLARININ AHP YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ	82
7.1.1. Jeotermal sondaj alanı İSG performans indeksi.....	84
7.1.2. Çalışan hata indeksi.....	84
7.1.3. Kayıtların eksik olması indeksi	85
7.1.4. Kaza cinsleri indeksi.....	87
7.1.5. Yönetimsel desteğin olmaması indeksi	88
7.1.6. Ekipmanların hatalı kullanımı indeksi	89
7.1.7. Koruyucu önlemler indeksi.....	90
7.1.8. Çevre koşulları indeksi.....	91
7.2. PROMETHEE YÖNTEMİ İLE SONDAJ ALANI İSG PERFORMANS İNDEKSLERİNİN BELİRLENMESİ	92
7.2.1. Alanlarına göre performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi.....	94
7.2.1.1 Çalışan Hata performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi.....	95
7.2.1.2. Kayıt Eksiklikleri performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi	96
7.2.1.3. Geçmiş iş kazaları performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi.....	97
7.2.1.4. Yönetim kaynaklı eksikler indeks sonuçlarının değerlendirilmesi.....	98
7.2.1.5. Ekipman sebepli hatalar indeks sonuçlarının değerlendirilmesi.....	99
7.2.1.6. Toplu koruma önlemleri eksiklikleri indeks sonuçlarının değerlendirilmesi.....	100
7.2.1.7. Çevre koşulları indeks sonuçlarının değerlendirilmesi	101
7.2.2. Sondaj sahalarına göre performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi.....	102
7.2.3 Sondaj sahası performans indeksi genel sonuçlar	104
8. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	106
8.1 SWOT ANALİZİ.....	106
8.1.1 Kriterlerin belirlenmesi ve seçilmesi.....	106
8.1.2 Stratejilerin ve senaryoların oluşturulması	109
8.1.3 Sonuçların ağırlıklandırılması ve değerlendirilmesi	112
8.2. RADAR DİYAGRAMI İLE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	117
9. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	123

KAYNAKÇA	126
----------------	-----

ÖZET

Doktora Tezi

JEOTERMAL SONDAJ ALANLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ PERFORMANSININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ÖLÇÜLMESİ Şebnem Karul TONKA

İstanbul Ticaret Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof Dr. İsmail EKMEKÇİ

2023, ... sayfa

Ülkelerin kalkınma, refah ve gelişimlerinin sağlanması ve sürdürülmesi için gerekli olan enerji kaynakları, aynı zamanda atmosfere saldıkları karbon emisyonu, kimyasal ve biyolojik atıklar nedeniyle iklimi dahi değiştirebilecek çevresel kirlenmelere neden olmaktadır. Bu nedenle ülkeler yenilenebilir çevreci enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal enerji sahalarında yapılan çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) faktörleri çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak İSG performans modeli oluşturulmuştur. Literatür taramasında Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanarak jeotermal enerji alanlarında İSG performansı yapan çalışmaya rastlanmamıştır. Jeotermal enerji sahalarındaki çalışmaların İSG performans indeksi ölçümü için iki aşamalı bir model önerisinde bulunulmuştur. İlk aşamasında literatür taraması, jeotermal enerji sahasında yapılmış risk analizi değerlendirme kriterleri, jeofizik mühendisleri ve İSG uzmanları ile yapılan incelemeler ve görüşmeler sonucunda performans indeksi ölçüm kriterleri belirlenmiştir. 7 ana kriter (Çalışanlardan kaynaklanan hatalar, kayıt eksikliği sebepli hatalar, geçmiş iş kazaları, yönetim kaynaklı eksikler, ekipman sebepli hatalar, toplu koruma önlemleri eksikleri, çevre koşulları) ve 47 alt kriter belirlenmiştir. Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi (AHP) kullanılarak, ana kriterler ve alt kriterlerin ağırlıkları ve önem değerleri tespit edilmiştir. 2.aşamada, üç jeotermal kuyuda Promethee yöntemi kullanılarak, maruziyet oranları elde edildi ve performans ölçümü yapılmış oldu. Bu çalışma, jeotermal kuyu inşaatlarındaki İSG performansının ölçümü için yeni performans modeli geliştiren ilk çalışma olması açısından önemlidir. Jeotermal enerji üretim alanlarının İSG performansı açısından eksik noktalarının belirlenmesini sağlayarak, yöneticilere ve İSG profesyonellerine performans geliştirmeyi sağlayacak bir araç olması umulmaktadır.

Anahtar kelimeler: İSG, Jeotermal enerji, İSG performansı, Çok Kriterli Karar Verme.

ABSTRACT

Doctorate Thesis

TITLE OF THE THESIS

Şebnem Karul TONKA

**İstanbul Commerce University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of occupational Healt and Safety**

Supervisor: Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ

2023, /// pages

The energy sources required for the development, prosperity and development of the countries also cause environmental contamination that can change the climate even due to the chemical and biological wastes they released into the atmosphere. For this reason, countries have turned to renewable environmental energy sources. In this study, OHS performance model was created by using multi-criteria black -giving methods in the work of geothermal energy fields which are one of the renewable energy sources. In the literature screening, there was no OHS performance in geothermal energy fields by using multi -criteria decision -making methods. A two -stage model was proposed for OHS Performance Index of the studies in geothermal energy fields. In the first stage, literature screening, risk analysis evaluation criteria in the geothermal energy field, geophysical engineers and OHS experts and performance index criteria were determined as a result of investigations and interviews. 7 main criteria (errors arising from employees, errors due to lack of registration, past work accidents, management -based deficiencies, equipment -reasons for errors, collective protection measures, environmental conditions) and 47 sub -criteria were determined. Analytical hierarchy process method (AHP) using the main criteria and the weights and importance of sub -criteria were determined. In the 2nd stage, exposure rates were obtained using the Promethee method in three geothermal wells and performance measurement was made. This study is important to be the first work that develops a new performance model for the measurement of OHS performance in geothermal well constructions. It is hoped that the geothermal energy production areas will be determined by the determination of the missing points in terms of OHS performance and that they will be a tool that will enable managers and OHS professionals to improve performance.

Keywords: OHS, Geothermal Energy, OHS performance, multi -criteria decision making.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof Dr, İsmail Ekmekçi'ye teşekkürlerimi sunarım. Literatür araştırmalarımnda yardımcı olan değerli hocam Prof Dr. Murat Yakar'a, teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm Ş. Göktürk Özmenek, Adem Şengül, Arda Tangör, olmak üzere sondaj alanında faaliyet gösteren MTA personeline, yardımını esirgemeyen Cengiz Akyıldız' a, manevi kardeşim Özlem Koçar'a ve desteğini her an yanımda bulduğum her sorunumun aşılmasında el uzatan yol arkadaşım Hüsamettin Aydın' a teşekkür ederim.

Tezimin gerçekleşmesinde EuropeAid/162207/ID/ACT/TR/284 numaralı proje ile maddi destek sağlayan Yrd. Doç. Dr. Yaşar ŞEN ve DÜZCE ÜNİVERSİTESİ' ne teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Şebnem KARUL TONKA
İSTANBUL, 2023

ŞEKİLLER

Şekil 1 Nüfus, GSYİH Büyüme Oranı ve Birincil Enerji Talebi Projeksiyonları (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2020)	2
Şekil 2 Türlerine Göre Fosil Yakıt Rezervlerinin Kalan Ömürleri.....	3
Şekil 3. 1990 ile 2035 yılları arasında enerji kullanımı (GeoWell, 2020).....	3
Şekil 4. 2010 ve 2025 arasında MWe toplam oransal yatırım değişimi	4
Şekil 5. 2015 ile 2020 yılları arasında ülkeler bazında yeni kurulan enerji santralleri	4
Şekil 6. Türkiye enerji arz (TC DIŞ İŞLERİ BAKANLIĞI, , 2020	6
Şekil 7. Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası	8
Şekil 8: Ülkemizdeki Potansiyel Jeotermal Alanların Haritası (Kaynak: gooenergy.com).....	9
Şekil 9. Sondaj sahası yerleşim planı (Erdoğan Y., 2017)	15
Şekil 10 Darbeli Sondaj.....	16
Şekil 11. Düz dolaşimli sıg jeotermal döner sondaj.....	17
Şekil 12. Ters dolaşimli sıg jeotermal döner sondaj.....	17
Şekil 13. Kule kaldırma sistemi temel elemanları.....	18
Şekil 14 Sondaj makinesi	19
Şekil 15 Derin jeotermal sondaj kulesi kısımları.....	20
Şekil 16 Döner Sondaj Sistem Elemanları.....	21
Şekil 17. Döner masa ve kesiti	22
Şekil 18 Morset Takımı.....	22
Şekil 19 Sondaj döner kafası.....	23
Şekil 20. Anüler BOP'yi oluşturan parçalar.	30
Şekil 21 Poorboy degasser (gaz-ayırıştırıcı) iç şeması.....	31
Şekil 22 Kule mastının yatırılması.	32
Şekil 23 Sirkülasyon sistemi şeması.....	34
Şekil 24 Tek hareketli triplex pompa	34
Şekil 25 Tek ve çift hareketli pompa çalışma prensibi.....	35
Şekil 26 Tipik bir jeotermal kuyu boru tasarımı	38
Şekil 27 Float collar ve float shoe	39
Şekil 28 Çimento operasyonlarında kullanılan alt ve üst tapa.....	39
Şekil 29 Çimentolama işleminin başarısında borulamanın önemi.....	40
Şekil 30 Literatür araştırmasında maden ve sondaj ile ilgili çalışmaların kullandıkları yöntemlere göre dağılımı	52
Şekil 31 Literatür araştırmasında maden ve sondaj ile ilgili çalışmaların konularına göre dağılımı	53
Şekil 32. Hiyerarşik yapı modeli (Saaty and Vargas, 2001)	56
Şekil 33. PROMETHEE yöntemi uygulama adımları.....	60
Şekil 34. Ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi (Yılmaz, Dağdeviren, 2010)	62
Şekil 35. Önerilen Sondaj Sahalarında İSG performans ölçüm indeksi algoritması	68

Şekil 36. Sondaj Sahası İSG performans indeksi ana kriterlerinin hiyerarşik yapısı	69
Şekil 37. SWOT analizi uygulama adımları	79
Şekil 38. Kriter Ağırlıkları Ana Kriterler Super Decision v3.2	82
Şekil 39 Kriter Ağırlıkları Ana ve Alt Kriterler Super Decision v3.2	83
Şekil 40. Super Decision v3.2 İkili kıyaslama anketi ekran görüntüsü	83
Şekil 41. Sondaj alanı İSG performans indeksi ana kriterler ağırlık tablosu	84
Şekil 42 Sondaj Alanı İSG Performansı	84
Şekil 43. Çalışan hataları performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği	85
Şekil 44. AHP yöntemine göre kayıtların eksik olması performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği	86
Şekil 45. AHP yöntemine göre kaza cinsleri performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği	88
Şekil 46. Yönetimsel Desteğin Olmaması performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği	89
Şekil 47. Ekipmanların Hatalı Kullanımı performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları	90
Şekil 48. Koruyucu Önlemler performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği	91
Şekil 49. Çevre Koşulları performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği	92
Şekil 50. “Visual PROMETHEE” programı veri giriş ekranı	93
Şekil 51. Çalışan Hata PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları	95
Şekil 52 Kayıt Eksiklikleri PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları	96
Şekil 53. Geçmiş iş kazaları PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları..	97
Şekil 54. Yönetim kaynaklı eksikler PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları	98
Şekil 55 Ekipman sebepli hatalar PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları	99
Şekil 56. Toplu koruma önlemleri PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları	100
Şekil 57 Çevre koşulları PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları	101
Şekil 58 SONDAJ SAHASI-1 performans değerlendirme grafiği	102
Şekil 59 SONDAJ SAHASI-2 performans değerlendirme grafiği	103
Şekil 60. SONDAJ SAHASI-3 performans değerlendirme grafiği	104
Şekil 61. PROMETHEE 1 ile hesaplanan genel sıralama sonuçları	105
Şekil 66 Sondaj Sahası 1 için senaryo ağırlıkları	113
Şekil 67 Sondaj Sahası 2 için senaryo ağırlıkları	114
Şekil 68 Sondaj Sahası 2 için senaryo ağırlıkları	115
Şekil 69 Radar diyagram grafiği kriter numaralandırılması	118
Şekil 70 SONDAJ SAHASI-1 için radar diyagramı sonuç grafiği	120
Şekil 71 SONDAJ SAHASI 2 için radar diyagramı sonuç grafiği	121
Şekil 72 SONDAJ SAHASI 2 için radar diyagramı sonuç grafiği	122

ÇİZELGELER

Çizelge 1. 2020 yılında jeotermal enerji üreten ilk 10 ülke.....	5
Çizelge 2. Sıcaklığa Göre Jeotermal Kullanım Alanları	11
Çizelge 3. Jeotermal enerjinin kullanım alanları.....	12
Çizelge 4. Döner Sondaj Sistem Elemanları ve İşlevleri.....	21
Çizelge 5 İkili kıyaslama ölçeği [Saaty,1990; 2008]	57
Çizelge 6. Tutarlılık indeksi (RI) (Saaty,1980)	59
Çizelge 7. Veri matrisi	61
Çizelge 8. Tercih fonksiyonları (Brans vd.,1986)	61
Çizelge 9. Sondaj Sahası İSG performans indeksi ana kriterlerinin hiyerarşik yapısı	70
Çizelge 10. İnsandan Kaynaklı Hata performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları	71
Çizelge 11. Kayıtların Eksik Olması performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları	72
Çizelge 12. Kaza Cinsleri performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları.....	73
Çizelge 13. Kaza Cinsleri performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları.....	74
Çizelge 14. Yanlış Ekipman performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları.....	75
Çizelge 15. Koruyucu Önlemler performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları	76
Çizelge 16. Çevre Koşulları performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları	76
Çizelge 17. İkili kıyaslama ölçeği (Saaty,2008)	83
Çizelge 18. AHP yöntemine göre çalışan hataları performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları	85
Çizelge 19. AHP yöntemine göre kayıtların eksik olması performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları.....	86
Çizelge 20. AHP yöntemine göre kaza cinsleri performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları	87
Çizelge 21. AHP yöntemine göre Yönetimsel Desteğin Olmaması performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları	88
Çizelge 22. AHP yöntemine göre Ekipmanların Hatalı Kullanımı performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları	89
Çizelge 23. AHP yöntemine göre Koruyucu Önlemler performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları	91
Çizelge 24. AHP yöntemine göre Çevre Koşulları performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları	91
Çizelge 25. Kayıt Eksiklikleri PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları	96
Çizelge 26. Geçmiş iş kazaları PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları	97
Çizelge 27. Yönetim kaynaklı eksikler PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları.....	98

Çizelge 28. Ekipman sebepli hatalar PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları.....	99
Çizelge 29. Toplu koruma önlemleri PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları.....	100
Çizelge 30. Çevre koşulları PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları.....	101
Çizelge 31. PROMETHEE 2 ile hesaplanan genel sıralama sonuçları	105
Çizelge 32. Belirlenen 47 kriterin iç ve dış faktörler çizelgesi	107
Çizelge 33. Sondaj Sahası 1 için iç ve dış faktörler çizelgesi	108
Çizelge 34. Sondaj Sahası 2 için iç ve dış faktörler çizelgesi	108
Çizelge 35. Sondaj Sahası 3 için iç ve dış faktörler çizelgesi	108
Çizelge 36. Sondaj Sahası-1 SWOT matrisi	110
Çizelge 37. Sondaj Sahası-2 SWOT matrisi	111
Çizelge 38. Sondaj Sahası-3 SWOT matrisi	112

SİMGELER VE KISALTMALAR

İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
AHP	Analitik Hiyerarşi Proses
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GWe	Gigawatt Elektrik
MWt	Megawatt Elektrik
W	Watt Elektrik
AHP	Assessment Of The Proportion Effect
MCDM	Multi-Criteria Decision-Making
OHS	Occupational Health And Safety
OSHA	Occupational Health And Safety Agency
GAIA	A Preference Ranking Organization Method
TFN	Triangular Fuzzy Numbers
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
MTA	Maden Tetkik Arama Enstitüsü
DSİ	Devlet Su İşleri
BM	Birleşmiş Milletler
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
İLO	International Labour Organization
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
PROMETHEE	The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
w	Ağırlıklandırma
k	Kriter
F	Fonksiyon
A	Alternatif

1. GİRİŞ

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomi bakımından en önemli problemleri arasında enerji yer almaktadır. Bilinen enerji kaynakları fosil yakıtlar (petrol, doğalgaz, kömür), nükleer, hidroelektrik, biyoyakıtlar (odun, gübre, yağlı bitkiler, nişasta, şeker), rüzgar, jeotermal, dalga ve güneş enerjisidir. Bu kaynaklardan hidroelektrik, biyoyakıtlar, rüzgar, jeotermal, dalga ve güneş enerjisi yenilenebilir, diğerleri ise tükenebilen enerjilerdir. Ülkelerin çoğunun enerji portföyleri kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil kökenli yakıtlardan oluşmaktadır. Fakat bu kaynakların ileride tükenecek olması, petrol ve doğal gazda son yıllarda yaşanan global kriz ülkemizde jeotermal enerji araştırmalarını ve kullanımını artırmaktadır. (Kuyucu, 2016)

Jeotermal enerji, sanayi ihtiyacının artmasıyla doğru orantılı olarak istikrarlı bir büyüme içerisinde. Yeraltı ve yerüstü maden işletmeleri, iş sağlığı ve güvenliği açısından, çalışanların yaşamı için önemli riskler taşımaktadır. Madencilik, arama faaliyetleri ile başlayan, cevher üretimi ve zenginleştirilmesi ile devam eden, çalışılan madenlerin kapatılması ve çevre düzenlemesi ile son bulan bir süreçler bütünüdür. “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları” tebliğinde madencilik faaliyetleri çok tehlikeli sınıfta yer almakta olup ülkemizde bu alanda çok sayıda çalışan istihdam edilmektedir. (GeoWell, Haziran 2020)

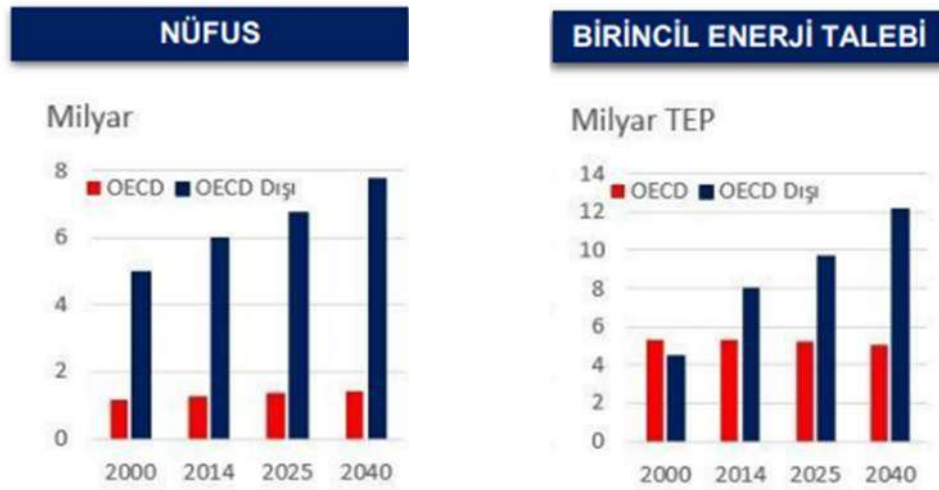
Bu çalışma, derin kuyu sondaj çalışmalarında İş sağlığı ve güvenliği performanslarını, çok kriterli karar verme metodları kullanarak ölçmeyi hedefler. Bu ölçüm esnasında Maden Tetkik Arama Enstitüsü Marmara Bölge Müdürlüğü ile görüşülerek jeotermal sondaj kuyuları ile ilgili bilgilerin kullanılması konusunda mutabık kalınmıştır. Yönetim sistemlerinin etkinliğinin belirlenmesi kuruluşlarda sürekli iyileştirme sağlamak için kaçınılmazdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dünya Enerji Görünümü

Dünya birincil enerji tüketiminin artmasına neden olan temel etkenlerin başında nüfus ve gelir artışı gelmektedir. Nüfus artışının gelişmekte olan sanayi ve kentleşmelere bağlı olarak küresel enerji talep artışına önemli miktarda etki edeceği öngörülmektedir. OECD dışı ülkelerin oluşturacağı bu etki; nüfus, GSYİH büyüme oranı ve birincil enerji talebi artışı beklenmektedir. Yapılan senaryolara göre, 2040 yılına kadar olan dönemde fosil yakıtların paylarının nispeten azalmasına rağmen bu yakıtlar hâkim kaynaklar olmaya devam edecektir.

Şekil 1 Nüfus, GSYİH Büyüme Oranı ve Birincil Enerji Talebi Projeksiyonları (DENİZ et al., 2019)



Fosil yakıtların paylarının nispeten azalmasına rağmen bu yakıtlar hâkim kaynaklar olmaya devam edecektir. Nükleer enerjinin birincil enerji kaynakları içindeki payının artacağı öngörülmekte, yenilenebilir enerji kaynaklarının 2040 yılındaki payının %16,1 olacağı beklenmektedir. Mevcut politikalar senaryosuna göre küresel elektrik talebinin 2040 yılına kadar yıllık ortalama %2,3 olmak üzere %80 oranında artacağı beklenmektedir.

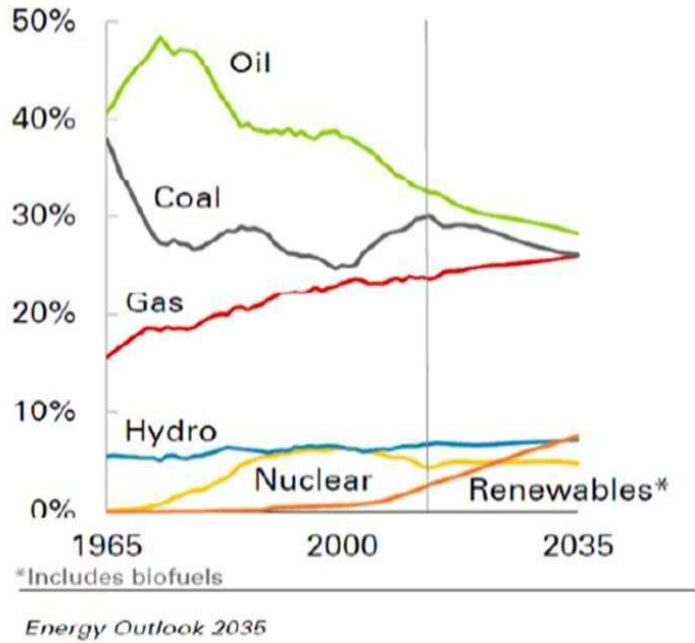
Fosil yakıt rezervleri hızla azalmakta olup özellikle petrol ve doğal gaz rezervleri kritik seviyelere yaklaşmaktadır. Şekil 2’de dünya kömür, doğal gaz ve petrol rezervlerine ilişkin bilgi verilmiştir. (DENİZ et al., 2019)

Şekil 2 Türlerine Göre Fosil Yakıt Rezervlerinin Kalan Ömürleri(DENİZ et al., 2019)



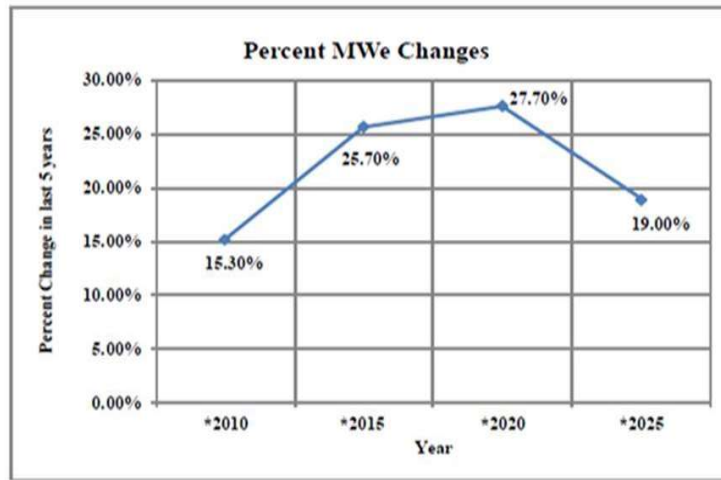
Dünyadaki toplam petrol rezervleri 1,7 trilyon varil civarında olup bu miktar, yaklaşık 51 yıllık tüketimi karşılamaktadır. Dünya doğal gaz rezervi 2015 yılı sonunda 187 trilyon m³ olarak belirlenmiş olup bu miktar küresel üretimi 53 yıl gibi bir süre boyunca karşılamak için yeterlidir. Dünya kömür rezervleri küresel üretimi 114 yıl boyunca karşılamaya yeterli olup tüm yakıtlar arasında en yüksek rezerv üretim oranına sahiptir. Amerika en fazla yerel rezerve sahip ülke olup, arkasından Rusya ve Çin gelmektedir. (DENİZ et al., 2019)

Şekil 3. 1990 ile 2035 yılları arasında enerji kullanımı (Lohne, 2017)



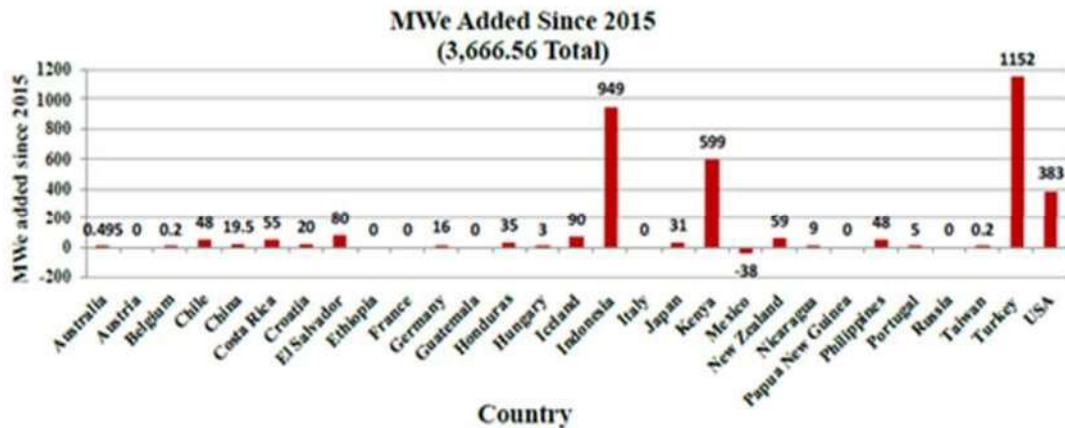
Dünya jeotermal kongresi 5 yıllık raporunun verileri incelendiğinde 2015-2020 döneminde bir önceki döneme göre 3.649 GW'lık (yaklaşık% 27) artış olmuştur. Bu rakam, 2010 yılından bu yana belgelenen kabaca doğrusal artış trendinden çok az sapmaktadır. Aralarındaki beş ülke ilk kez jeotermal enerji üretmiştir. Bunlar Belçika (0.8 MWe), Şili (48 MWe), Hırvatistan (16.5 MWe), Honduras (35 MWe) ve Macaristan (3 MWe). (Lohne, 2017)

Şekil 4. 2010 ve 2025 arasında MWe toplam oransal yatırım değişimi (Lohne, 2017)



Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde önde gelen ilk beş ülke; ABD, Kenya, Endonezya, Türkiye ve El Salvador şeklindedir.

Şekil 5. 2015 ile 2020 yılları arasında ülkeler bazında yeni kurulan enerji santralleri



2015'ten önce bir veya daha fazla jeotermal enerji santralini devreye almış olan ülkeler tarafından son 5 yıl içinde kurulu kapasitenin megavat elektrik (MWe) sayısını grafik olarak göstermektedir. Dünya Enerji Konseyi'nin iyimser senaryo altında, 2015-2020 dönemindeki jeotermal bileşik yıllık büyüme oranının sırasıyla sadece % 5,4 tahmin edeceğini öngörmesi dikkat çekicidir. İyimser durum bile 2020-2025 tahmini için Şekil 1' de gösterilen % 19,0 büyümenin oldukça altında görünüyor. (Lohne, 2017)

Çizelge 1. 2020 yılında jeotermal enerji üreten ilk 10 ülke (Lohne, 2017)

Country	MWe Installed in 2020		Country	MWe Installed in 2020
1. U.S.A	3,700		6. Mexico	1,105
2. Indonesia	2,289		7. New Zealand	1,064
3. Philippines	1,918		8. Italy	916
4. Turkey	1,549		9. Japan	550
5. Kenya	1,193		10. Iceland	755

Rapor sonucu: Elektrik üretmek için günümüzde jeotermal enerji kullanan ulusların sayısı, termal kaynaklarını bölgesel veya alan ısıtma, tarım ve su ürünleri yetiştiriciliği ve / veya hafif sanayi amaçları için kullanan birçok ülkeye kıyasla hala azdır. Türkiye (1.074 MWe), Endonezya (998 MWe), Kenya (599 MWe), ABD (234 MWe), İzlanda (73 MWe), Yeni Zelanda (59 MWe), Çin (19.5 MWe) ve Almanya (16 MWe). tarafından toplam kurulu kapasitelerdeki önemli büyüme yüzdelerinin belgelenmesini görmek ise umut vericidir. (Lohne, 2017)

2.2. Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli Ve Arama Çalışmaları

Bilindiği gibi jeotermal enerji, yenilenebilir, temiz, ucuz ve çevre dostu olan yerli bir yeraltı kaynağıdır. Ülkemiz jeolojik ve coğrafik konumu itibarı ile aktif bir tektonik kuşak üzerinde yer aldığı için jeotermal açıdan dünya ülkeleri arasında zengin bir konumdadır.

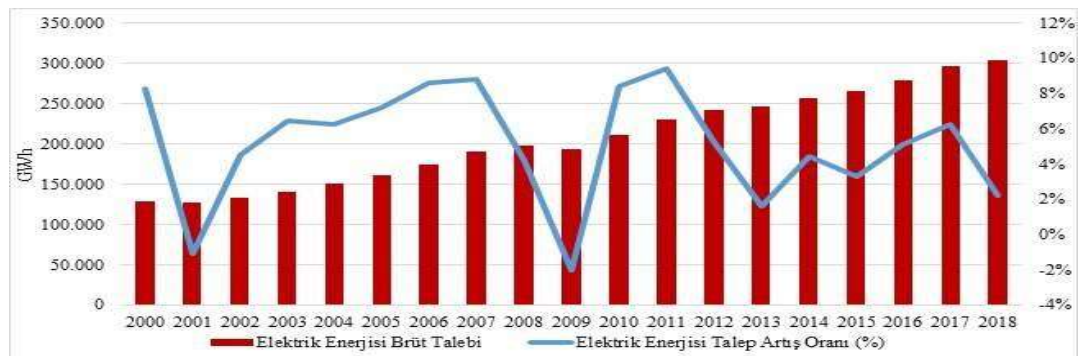
Bugün için ülkemizde elde edilen jeotermal enerjiden elektrik üretimi, ısıtma (sera ve konut), termal ve sağlık turizmi, endüstriyel mineral eldesi, balıkçılık, kurutmacılık vb. gibi alanlarda yararlanılmaktadır.

Jeotermal Enerji uygulamalarında ilk sondaj İskenderun'un Çengen köyünde 1887'de petrol amaçlı açılmış ve sonuç negatif olmuştur. Bunun gibi Tekirdağ Gaziköy'de 1892'de Seferyan isimli bir sondajcı su sondajları yapmıştır. Seferyan belkide ilk Türk sondörüdür. Tekirdağ'da Osmanlı Bankası tarafından Fransız şirketine 82 m'lik petrol kuyusu açtırılmıştır ancak sonuç yine negatif. Olmuştur. Ülkemizdeki yazılı belgeleri olan ilk sondajdır. İlk derin petrol sondajı kuyusu 1934 yılında Midyat'ta açılmıştır. Derinliği 1351 m olup, Petrol arama ve işletme iradesi adına yapılmıştır. Sondajcılığın gelişimi için büyük adım 1935'de MTA'nın kuruluşudur. İkinci büyük adım ise 1956'da DSİ Yeraltısuları dairesinin kuruluşudur. Elektrik üretimi 1975 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından kurulan ve 0,5 MWe güce sahip Kızıldere Santrali ile başlatılmıştır. (Toka, 2011)

Ülkemizin her tarafında yayılmış yaklaşık 1.000 adet doğal çıkış şeklinde değişik sıcaklıklarda jeotermal kaynaklar mevcuttur. Ülkemizin jeotermal potansiyeli oldukça yüksek olup potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın %90'ı düşük ve orta sıcaklıkta olup doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, çeşitli endüstriyel uygulamalar vb.) için, %10' u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur.

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 2018 yılı sonu verilerine göre 14.9 GWe düzeyindedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk beş ülke; ABD, Filipinler, Endonezya, Türkiye ve Yeni Zelanda şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 70.000 MWt'ı aşmış olup dünyada doğrudan kullanım uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise ABD, Çin, İsveç, Belarus ve Norveç'tir.

Şekil 6. Türkiye enerji arzı (Kuyucu, 2016)



Jeotermal kaynakların arama ve ortaya çıkarılması çalışmaları MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1962 yılında başlatılarak bugüne kadar getirilmiş olup 287,5 °C sıcaklığa kadar ulaşan yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynaklar keşfedilmiştir.

Jeotermal enerji arama çalışmalarına hız verilmiş ve sondajlı jeotermal enerji aramaları 2.000 m'ler den 28.000 m'lere, jeotermal enerji aramaları için sağlanan ödenek ise yaklaşık 10 katına çıkarılmıştır.

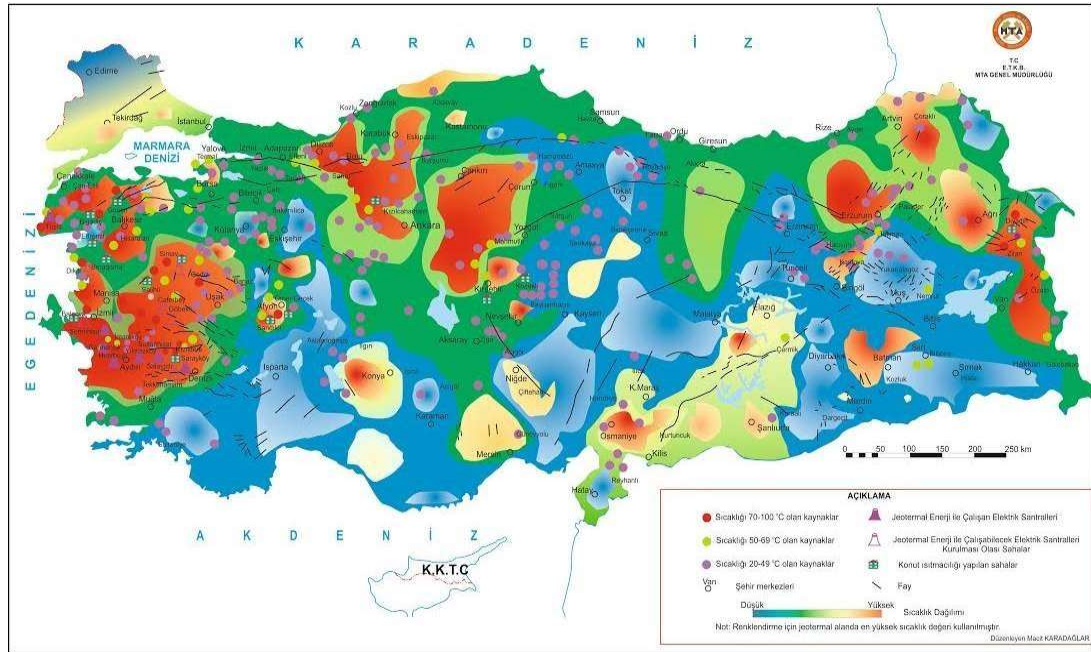
2005 yılından itibaren mevcut kaynakların geliştirilmesi ve yeni kaynak alanlarının aranması çalışmalarına ağırlık verilmesi nedeniyle, 2004 sonu itibari ile 3.100 MWt olan kullanılabilir ısı kapasitesi, 2018 yılı Aralık sonu itibari ile ilave 1.900 MWt ısı enerjisi artışıyla 5.000 MWt'e yükselmiştir. 173 adet olan keşfedilmiş jeotermal saha sayısı da sondajlı aramalarla 10 adedi elektrik üretimine uygun olan yeni sahaların keşfiyle 239 sahaya çıkarılmış olup bugüne kadar toplam 634 adet, 412.250 metre sondajlı arama çalışması yapılarak doğal çıkışlar dahil açılan kuyularla yaklaşık 5.000 MWt ısı enerjisi elde edilmiştir.

2008 yılında, Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu'nun yürürlüğe girmesi ve özel sektörün de jeotermal arama, geliştirme ve yatırım çalışmaları ile birlikte ülkemiz toplam jeotermal ısı kapasitesi (görünür ısı miktarı) 35.500 MWt'e ulaşmıştır
(<https://www.mta.gov.tr/v3.0/Arastirmalar/Jeotermal-Enerji-Arastirmalari>, n.d.)

Ülkemizin jeotermal potansiyeli oldukça yüksek olup potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın %90'ı düşük ve orta sıcaklıkta olup doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, çeşitli endüstriyel uygulamalar vb.) için, %10' u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur. Jeotermal enerji uygulamalarında ilk elektrik üretimi 1975 yılında 0,5 MWe güce sahip Kızıldere Santrali ile başlatılmıştır.

Jeotermal enerji arama çalışmalarına hız verilmiş ve sondajlı jeotermal enerji aramaları 2.000 m seviyelerinden 28.000 m seviyelerine çıkarılmıştır. 2005 yılından itibaren, 2004 sonu itibari ile 3.100 MWt olan kullanılabilir ısı kapasitesi, 2008 yılında, Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu'nun yürürlüğe girmesi ve özel sektörün de jeotermal arama, geliştirme ve yatırım çalışmaları ile birlikte ülkemiz toplam jeotermal ısı kapasitesi (görünür ısı miktarı) 35.500 MWt'e ulaşmıştır. Türkiye'nin muhtemel jeotermal ısı potansiyeli 31500 MWt elektrik üretimi için olan potansiyel 2000 MWe olarak tahmin edilmektedir.

Şekil 7. Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası

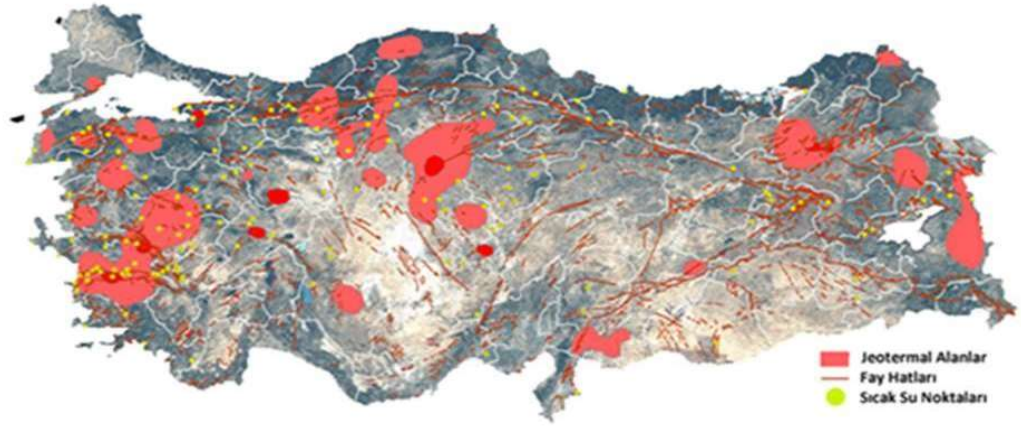


Jeotermal kaynaklara yönelik arama ve geliştirme sürecinin tamamında etkin olan MTA Genel Müdürlüğü'nün yanı sıra İller Bankası, TPAO, Belediyeler, Özel İdareler ve son zamanlarda özel teşebbüsün yaptığı çalışmaların sonucu olarak günümüzde Türkiye'nin jeotermal potansiyeli teorik olarak 31.500 MWt olup, yine teorik olarak bu rakamın %5'i elektrik üretimi için uygundur. Ülkemiz sıcaklığı bazı kaynaklarda 103°C olarak ölçülen toplam 600 doğal boşalımın yer aldığı 346 jeotermal sahaya sahiptir ve bu sahaların 39'u elektrik üretimine uygundur (Akkuş ve Alan, 2016:26). (Akkuş & Alan, 2016)

Ülkemiz jeolojik yapısındaki çeşitlilik dikkate alındığında, jeotermal kaynakların belli yöre ve bölgelerde yer aldığı, jeotermal sistemlerin genç tektonik ve volkanik faaliyetlere bağlı olarak geliştiği görülmektedir. Özellikle Batı Anadolu Bölgesi'ndeki graben sistemleri ülkemizde yüksek sıcaklığa sahip jeotermal alanlarını barındırmaktadır. Şekil 9'da görüleceği üzere potansiyel jeotermal alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın %90'ı düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral eldesi v.s.) için uygundur, geri kalan %10'u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur.

Şekil 8: Ülkemizdeki Potansiyel Jeotermal Alanların Haritası

(<https://www.mta.gov.tr/v3.0/Arastirmalar/Jeotermal-Enerji-Arastirmalari>, n.d.)



3. SONDAJ TEKNİK BİLGİLERİ

Sondaj işleminin ilk uygulamaları “cable tool drilling” denilen çelik bir kazığın, bir kablo ucuna bağlanarak yere çarptırılması ile uygulanmaktaydı. Ancak, geçtiğimiz yaklaşık 70 yıldır “rotary drilling” yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem sondaj kulesi aracılığıyla uygulanır. Sondaj kulesi, sondaj matkabı üzerine gelen ağırlığın kontrolünü, döndürülmesini ve beraberinde sondaj akışkanının (çamur) sirküle edilerek kuyunun dengelenmesi sağlamaktadır. Dizi, sondaj borusu (drill pipe) ve ağırlık borusu (drill collar) denilen yüksek kaliteli ve sondaj işlemi sırasında birbirine eklenen borulardan oluşmaktadır. Matkap, dizinin en altında bulunur ve üzerine gelen ağırlık ve diziden aldığı dönme hızı ile yer altı formasyonunun kazılmasını sağlar. Kesintiler sondaj sırasında sürekli sirkülasyonda olan çamur ile yüzeye taşınmaktadır. Çamur yüzeyde yabancı maddelerinden ayrışmakta ve yüksek basınçlı çamur pompaları ile tekrar kuyuya basılmaktadır. Böylece sürekli sirkülasyon sağlanır. (Balkaya, 2013)

Sondaj mühendisi ise bu işlemler sırasında kuyu lokasyonunda yer alır ve daha önceden hazırlanmış sondaj programını takip ederek bütün operasyonların güvenli, hızlı ve ekonomik bir şekilde ilerlemesini sağlar.(Balkaya, 2013)

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısı ve basıncın oluşturduğu sıcaklıkların; bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla çözülmüş mineraller, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su, buhar ve gazlar ile yüzeye taşınan ısı enerjisidir. (Kuyucu, 2016)

3.1. Jeotermal Enerjinin Kullanıldığı Alanlar

Jeotermal kaynaklar çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Su yoğunluğuna göre, buhar yoğunluğuna göre ve en sık kullanılan sıcaklık değerine göre sınıflandırma gibi. Sıcaklık derecesine göre jeotermal kaynaklar üç grupta incelenmektedir. Bunlar;

- 1) Düşük sıcaklığa sahip sahalar (20-70 °C),
- 2) Orta sıcaklığa sahip sahalar (70-150 °C),

3) Yüksek sıcaklığa sahip sahalar (150 °C'den yüksek)'dır (Adıyaman, 2012)

Jeotermal enerji, başta elektrik enerjisi üretiminde, ısıtmada (sera-şehir-konut vb.), soğutmada, endüstride (süt, ilaç, deri, kimyasal madde eldesi vb.) ve sağlık turizmi kapsamında olan kaplıca turizminde kullanımıyla pek çok kullanım sahası olan yeşil bir enerji türüdür. Enerji olarak konutların ve binaların ısıtılmasında ve soğutulmasında dolaylı olarak kullanıldığı gibi, sıcak su temininde ve ayrıca endüstrinin ısı gereksiniminin karşılanmasında doğrudan kullanılır Ancak daha yalın bir ifadeyle gruplarsak, jeotermal enerji kullanımı iki ana grupta toplanabilir:

1. Dolaylı kullanım
 - i. Elektrik enerjisi üretimi
2. Doğrudan kullanım
 - i. Endüstriyel kullanım
 - ii. Konut ısıtması, seracılık, sağlık, turizm vb. (Kuyucu, 2016)

Çizelge 2. Sıcaklığa Göre Jeotermal Kullanım Alanları (Özdemir, 2018)

SICAKLIK(°C)	KULLANIM ALANLARI	
180	Yüksek konsantrasyonlu solüsyonların buharlaştırılması, Elektrik üretimi, amonyum absorpsiyonu ile soğutma	Elektrik Üretimi
170	Diatomitlerin kurutulması, ağır su ve hidrojen sülfür eldesi	
160	Kereste kurutmacılığı, balık kurutmacılığı	İkincil (Binary) Akışkan
150	Bayer's metodu ile alüminyum eldesi	
140	Konservacilik, çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması	
130	Şeker endüstrisi, tuz endüstrisi,	
120	Distilasyonla temiz su elde edilmesi	
110	Çimento kurutmacılığı	
100	Organik maddeleri kurutma (Deniz yosunu, çimen, sebze), yün yıkama ve kurutma	Isı Pompalarıyla Alan Soğutma ve Isıtma
90	Balık kurutma (stok balık)	
80	Yer ve sera ısıtmacılığı	
70	Soğutma (Alt Sıcaklık Limiti)	
60	Sera, ahır ve kümes ısıtmacılığı	
50	Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar	
40	Toprak ısıtma	
30	Yüzme havuzları, fermantasyonlar, damıtma	
20	Balık çiftlikleri	

Çizelge 3. Jeotermal enerjinin kullanım alanları(Özdemir, 2018)

UYGULAMA	SICAKLIK (°C)	DURUM
- Konut Isıtması	50-80	Ülkemiz ve Dünyada Yaygın Kullanım
- Kimya Endüstrisi NaHCO_3	120	Potansiyel Kullanım
* Boksitten Alüminyum	150	Potansiyel Kullanım
* Desalinasyon	120	Pilot Tesis, Şili
* Kükürt Madenciliği	120	Potansiyel Kullanım
* Beton Proses ve Kurutma	110	İzlanda'da Tesis
* Diatomit Kurutması	170	İzlanda'da Tesis
* Karbondioksit	100	Ülkemizde
* Jeotermal Sudan Yan Ürün	120	Borik Asit, Lityum, Arsenik
- Petrol Rafinasyonu	175-250 (%20)	Potansiyel Kullanım
	150-175 (%40)	
	125-150 (%40)	
- Gıda Prosesi		
* Kurutma	120-140	Potansiyel Kullanım
* Şeker Rafinasyonu	130	
- Kağıt Endüstrisi	175-200 (%70)	Tesis, Yeni Zelanda
	150-175 (%30)	
- Tarım		
* Ekin Kurutma	60	Tüm Dünyada
* Sera	60	Dünyada ve Ülkemizde
* Balık Üretimi	20	Japonya' da Tesis

3.2. Jeotermal Sondaj

Jeotermal sondajların 40 yıl civarında bir tarihi vardır ve petrol-doğalgaz sondaj tekniklerinin devamı şeklindedir. Jeotermal sondaj teknikleri, temelde petrol ve doğalgaz sondaj teknikleri ile aynıdır. Fakat edinilen tecrübeler sonucunda jeotermal sondajlar için bazı farklı uygulamalar geliştirilmiştir. (Özdemir, 2018)

Jeotermal sondajlar şu şekilde sınıflandırılabilir;

- Gradyan
- Arama (/üretim)
- Üretim
- Geliştirme
- Re-enjeksiyon
- Gözlem kuyuları

Sondajlı aramalarda destekleyici çalışmalar şunlardır;

- Kuyu logları
- Rezervuar testleri
- Rezervuar izleme

Jeotermal sondajlar jeoloji, jeokimya, hidrojeokimya, jeofizik çalışmalar ve değerlendirmeleri yapıldıktan sonra belirlenen lokasyonlarda; elde edilen yorumların ve kavramsal modelin testi, rezervuar keşfi ve üretim amaçlı olarak yapılır.

Gradyan sondajları; sahada yapılacak maliyeti yüksek derin arama kuyularının yerlerini daha sağlıklı belirlemede yardımcı olan, sahada sıcaklık dağılımının yoğunlaştığı seviyeleri belirleyen sondajlar olup, sahanın genel jeolojik yapısına ve hedefin boyutuna göre sayısı ve derinliği değişen sondajlardır. (Özdemir, 2019)

3.2.1. Jeotermal sondaj türleri

Jeotermal sondaj çalışmaları kapsamında kuyu tasarımı büyük önem arz etmektedir. Kuyu tasarımında göz önünde bulundurulması gereken hususlar ise rezervuar derinliği, üretim borusu çapı, rezervuar akışkan tipi ve özellikleri, jeolojik ve tektonik yapı şeklindedir. Sondajlarda; jeotermal rezervuarın derinliği ve kuyu çapına uygun makine ve pompa seçiminin yanında makine ve pompanın kapasitesine uygun takım dizisinin seçimi de oldukça önemlidir (Kuyucu, 2016)

Derinliğe göre sınıflandırma

- i. Çok sığ sondajlar <100 m
- ii. Sığ sondajlar 100 m – 1000 m
- iii. Derin sondajlar 1000 m – 4000 m
- iv. Çok derin sondajlar > 4000 m

Kuyu çapına göre sınıflandırma

- i. Dar çaplı sondajlar <6 inç (152.4 mm)
- ii. Geniş çaplı sondajlar 6 inç – 24 inç (609.6 mm)
- iii. Çok geniş çaplı sondajlar > 24 inç

Sondajın yapıldığı yere göre sınıflandırma

- i. Yer yüzünde yapılan sondajlar
- ii. Yeraltında (galeri ve tünel yapılan sondajlar

Su üzerinde yapılan sondajlar

- i. Sığ sularda yapılan sondajlar
- ii. Açık sularda yapılan sondajlar

Amaçlarına göre sınıflandırma

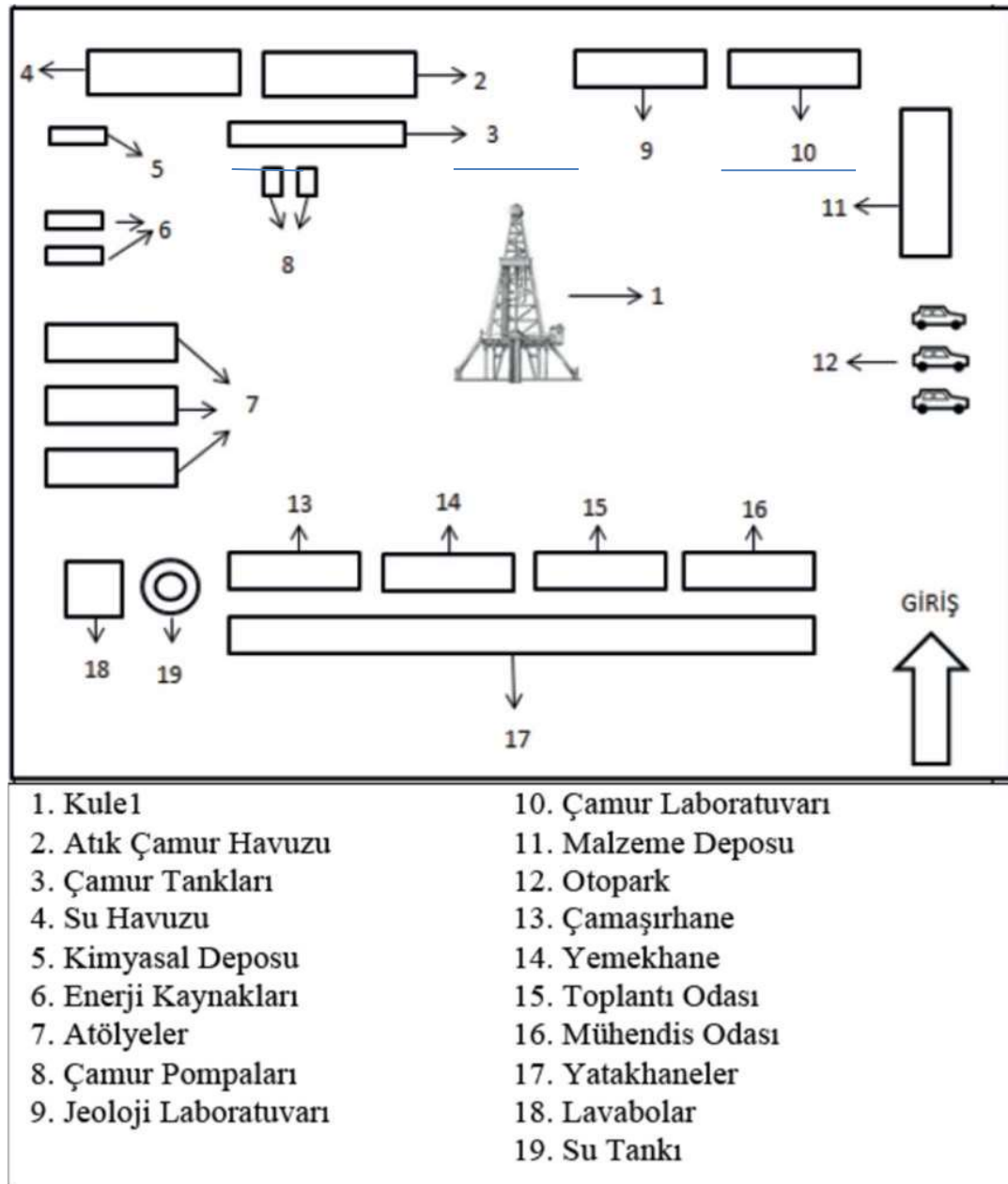
- i. Petrol sondajları
 - a. Petrol arama sondajları
 - b. Petrol üretim sondajları
 - c. Sismik etüd sondajları
- ii. Su sondajları
 - a. Araştırma sondajları
 - b. İşletme sondajları (içme ve kullanma & sulama suyu)
 - c. Drenaj sondajları
 - d. Gözlem sondajları
 - e. Yapay besleme sondajları
- iii. Zemin etüdü (temel) sondajları
- iv. Enjeksiyon sondajları
 - a. Sağlamlaştırma enjeksiyon sondaları
 - b. Dolgu enjeksiyon sondajları
 - c. Perde enjeksiyon sondajları
 - d. Maden sondajları
 - e. Maden arama sondajları
 - f. Üretim sondajları (doğal gaz ve sıvı madenler için)
 - g. Dolaylı üretim sondajları (patlatma amaçlı)
 - h. Havalandırma kuyusu sondajları
 - i. Kuyu sondajları (galeri bağlantıları için)
- v. Özel amaçlı sondajlar (Toka, 2011)

3.3. Sondaj Ekipmanları Ve Sistemleri

3.3.1. Sondaj işlemleri

1. Dönme sistemi Delme veya kazma
2. Dolaşım sistemi Boşaltma veya temizleme
3. Vinç sistemi Taşıma
4. Transmisyon sistemi Güç aktarma
5. Kazma işlemi

Şekil 9. Sondaj sahası yerleşim planı (Kuyucu, 2016)



3.3.1.1. Darbeli sondaj (Percussion drilling)

Halat veya rijit çubuklarla, keskin ağızlı ağır bir kazıcının formasyonun üzerine serbes bırakılarak derinliğe doğru yapılan kazı işlemi sonucunda oluşan kırıntıların kova vb. gereçlerle yukarı alındığı sondaj işlemine darbeli sondaj denir. (Toka, 2011)

Şekil 10 Darbeli Sondaj



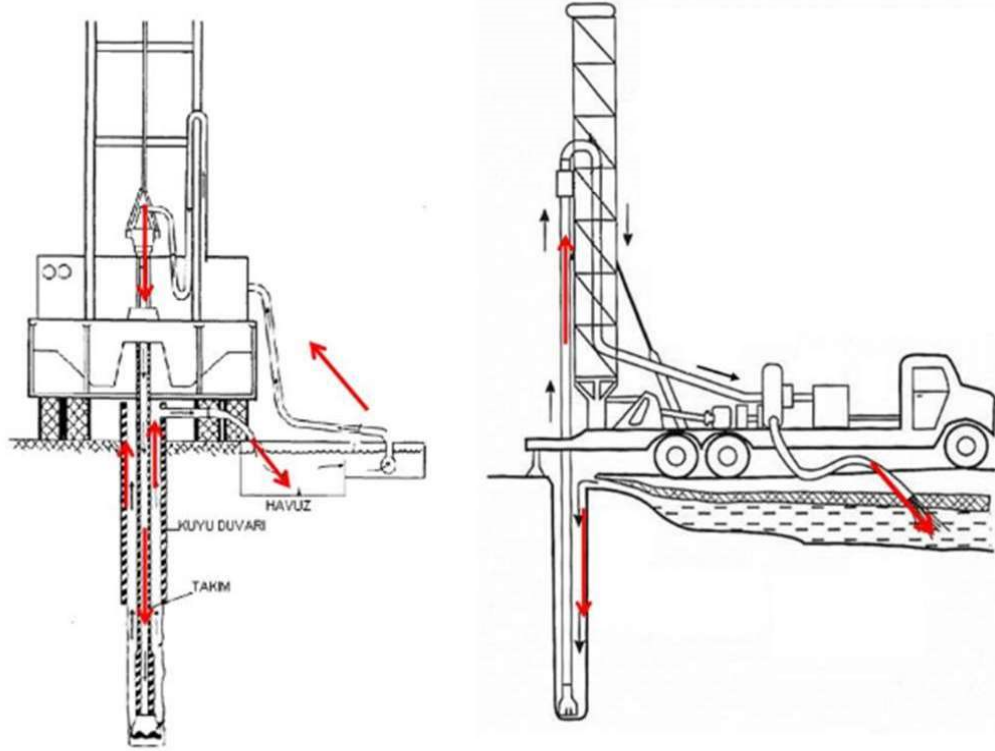
3.3.1.2. Döner (Rotary) sondaj

Kendi eksenini etrafında dönerek, üzerinde döndüğü yapıyı kesen, koparan veya öğüten döner deliciler aracılığıyla yapılan silindirik biçimli kazı işlemine döner sondaj denir. Baskı altında dönen bir matkabın kesici dişleri aracılığıyla formasyonun parçalanması sonucu oluşan formasyon parçalarının bir dolaşım sıvısı (çamur veya su) ile dışarı atılma işlemidir. Bu yönetmede dönme ile koparma işlemleri egemen olup, ilerleme baskı ve tork aracılığı ile sağlanır. Bu yöntemle çamurlu sondaj yöntemi de denilmektedir. (Özdemir, 2018)

Döner sondajlar üç boyutlu uzayda her yönde ve her doğrultuda yapılabilirler.

Şekil 11. Düz dolaşımlı sıg jeotermal döner sondaj

Şekil 12. Ters dolaşımlı sıg jeotermal döner sondaj



3.3.1.2.1. Kule Güç Sistemi

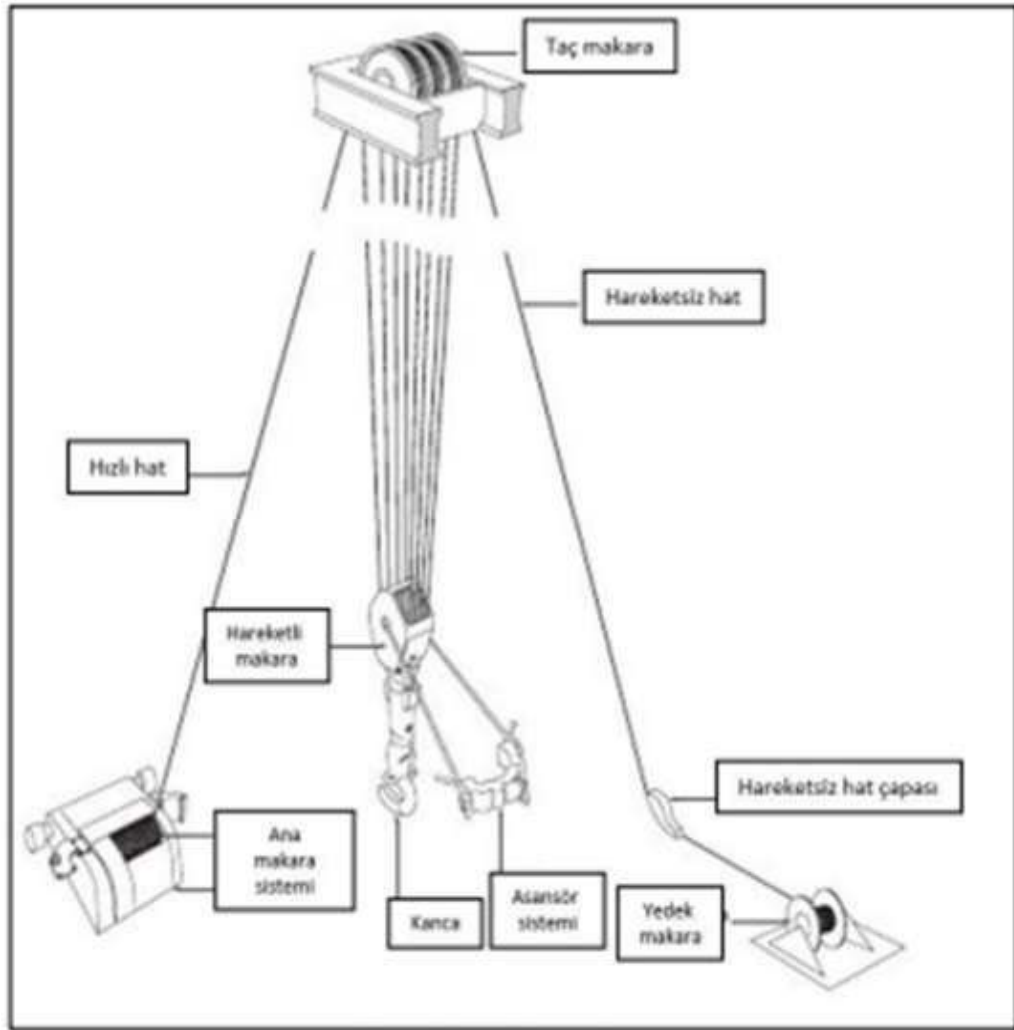
Petrol, doğalgaz ve jeotermal sondajlarında kullanılan sondaj kulelerine gerekli gücün sağlanması için, genellikle içten yanmalı dizel motorlar kullanılır. Bu motorlar ile oluşturulan mekanik enerji; dişli sistemleri, kayış-kasnak sistemleri, zincir ve şaft gibi mekanik aktarma organları sayesinde kulenin gerekli bölgelerine aktarılır. Çoğu sondaj sahasının şebeke elektriğinden uzak olmasından ötürü, sahada kullanılacak olan enerji, jeneratörler ile sağlanır. (Balkaya, 2013)

Bunun yanında, “Elektrikli Kule” olarak adlandırılan kuleler de bulunmaktadır. Bu kulelerde güç, yine bir jeneratör veya şebeke elektriği ile sağlanıp, kulenin kaldırma, döndürme ve sirkülasyon gibi temel güç isteyen sistemlerine aktarılır. Elektrik üretiminin temeli konumuz dışı olduğundan dizel motorların çalışma prensibinden basitçe bahsetmek yeterli olacaktır. (Balkaya, 2013)

3.3.1.2.2. Kule Kaldırma Sistemleri

Kule kaldırma sistemi, sondaj dizinin veya muhafaza borusunun aşağı ve yukarı yönlü hareketini sağlayan temel sistemdir. Temel elemanları; ana makara sistemi, taç makara, hareketli makara, kanca (hook), sondaj halatı ve clampslerdir (Şekil 13). (Balkaya, 2013)

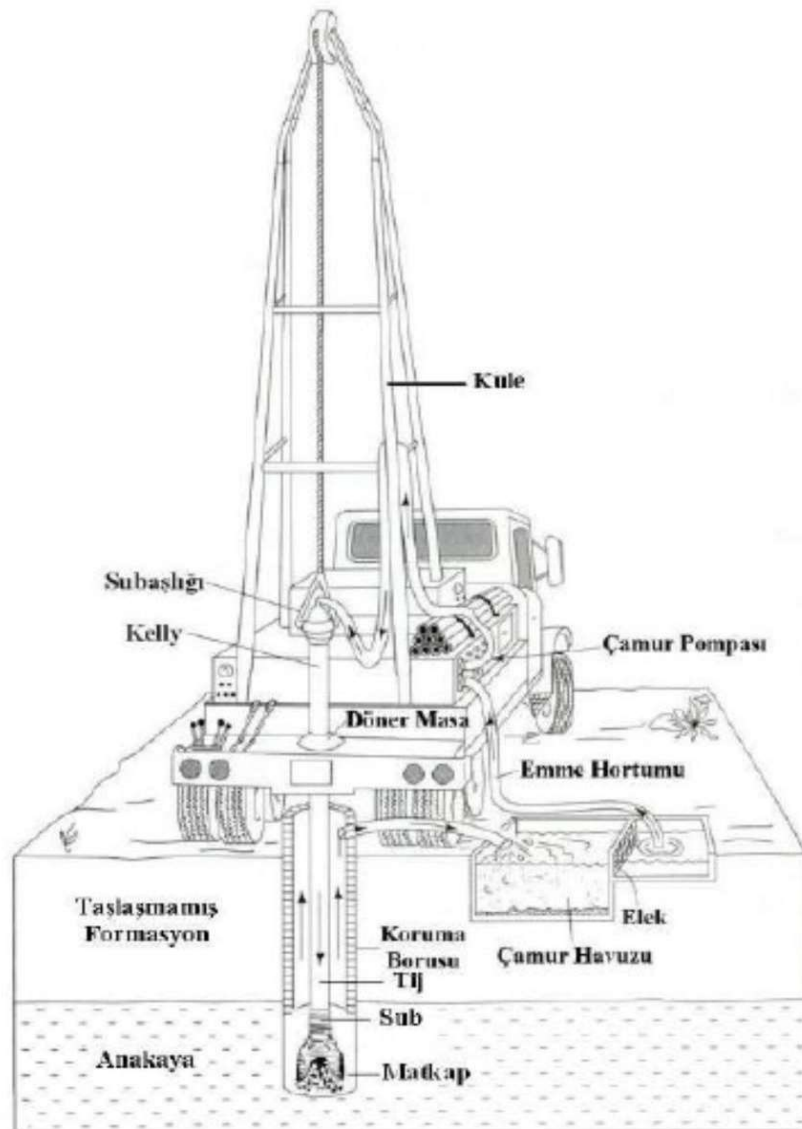
Şekil 13. Kule kaldırma sistemi temel elemanları.



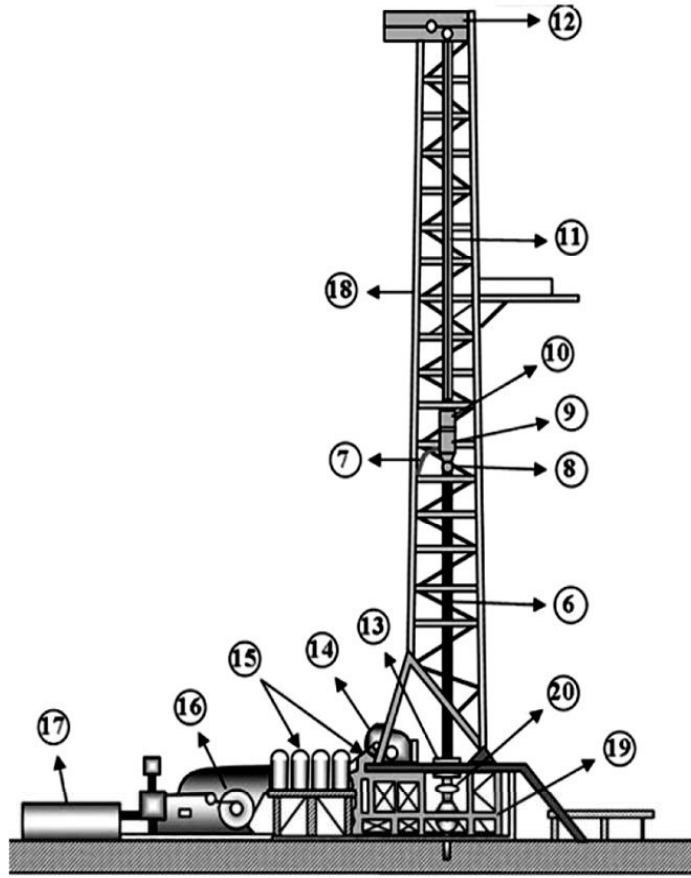
Kule kaldırma sistemi, sondaj dizisini veya muhafaza borusunu yukarı-aşağı hareket ettirmek için kullanılan bir makara sistemidir. Kaldırma sistemi temel ekipmanları Şekil 13’da gösterilmektedir. Ana makara sistemi, sondaj halatının bir makara üzerine sarılıp, hareket ettiği bir sistemdir. Kule motorlarına aktarma organları ile bağlıdır. Sondör, makara sistemini bir clutch sistemi ile kontrol ederek dizinin veya muhafaza borusunun yukarı hareketini; fren sistemi

yardımıyla da aşağı yönlü hareketini sağlar. Sondaj halatı, yedek makara (reservedrum)'dan taç makaraya, oradan da hareketli makaraya gelir. Halat, bir dizi makara sistemi sonucu taç makaradan çıkarak ana makaraya gider ve yeterli sarım yapılır. Manevra esnasında diziyi hareket ettirmek için asansör (elevator) adı verilen ekipman kullanılır. Asansörler "link kolu" adı verilen ekipmanlarla hareketli makaraya monte edilir. Dizi ağırlığı, hareketsiz hat çapası (dead line anchor) adı verilen sistem ile belirlenir. Bu sistem sayesinde hareketsiz hattaki gerilim ölçülür ve halat sayısı da hesaba katılarak sistemdeki toplam yük hesaplanır. Hareketli makaranın içerisinde bulunan makara sayısı, taç makarada bulunandan bir adet eksiktir. (Balkaya, 2013)

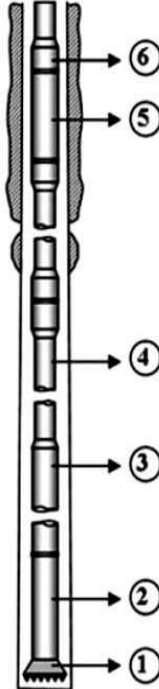
Şekil 14 Sondaj makinesi



Şekil 15 Derin jeotermal sondaj kulesi kısımları



- 1 Matkap
- 2 Çap değiştirici
- 3 Ağırlık boruları
- 4 Sondaj boruları
- 5 Bağlantı elemanları
- 6 Köşeli boru
- 7 Çamur hortumu ve borusu
- 8 Subaşı
- 9 Kanca
- 10 Hareketli makara
- 11 Halat
- 12 Taç makara
- 13 Döner masa
- 14 Vinç
- 15 Motorlar ve güç dağıtımı
- 16 Çamur pompası
- 17 Çamur tankı
- 18 Kule
- 19 Alt yapı
- 20 Kuyu başı emniyet vanaları



- a) Kule
 - Kule ana vinci (Drawworks)
 - Vinç sistemi
 - Motorlar
- c) Sondaj Sistemi
 - Kelli (Kelly)
 - Sondaj borusu (DP-Drill Pipe)
 - Ağırlık borusu (DC-Drill Collar)
 - Matkap
 - Tahliye ekipmanları
- b) Çamur Sistemi
 - Pompa
 - Kompresör vb.
 - Çamur hattı
 - Çamur soğutma sistemi
 - Katı madde ayırıcılar
 - Su tankları
- d) Kuyubaşı Vana ve Yardımcı Ekipmanları

A. Döner sondaj sistemleri ve işlevleri

Çizelge 4. Döner Sondaj Sistem Elemanları ve İşlevleri

<u>Sistem</u>	<u>İşlevi</u>
Dönme Sistemi	Dönme ve Delme
Vinç Sistemi	Taşıma
Güç Aktarma Sistemi	Güç İletimi
Dolaşım Sistemi	Boşaltma ve Temizleme
Sondaj Dizisi	Delme

Şekil 16 Döner Sondaj Sistem Elemanları (Balkaya, 2013)



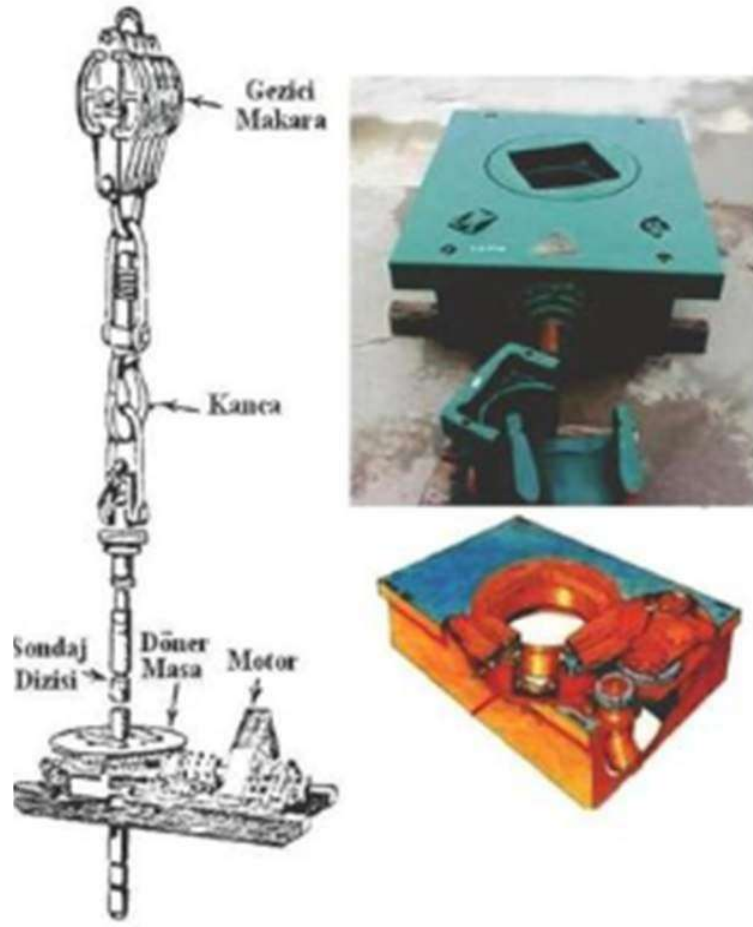
3.3.1.2.3. Dönme Sistemi

Dönme sistemi, sondajda kazma ya da delme işlemini oluşturan sistemdir. Sondaj deliğinin içerisinde ve en uc noktasındaki kazıcıya dönme (rotary) hareketini iletir. Motordan alınan yatay hareket kuyu ağzında kuyu eksenine dik bir hareket haline dönüşür. Hareketin kuyu ağzında yön değiştirmesi 4 türlü olabilir. (Balkaya, 2013)

Döner Masa (Rotary tablası): Sondaj ünitesinin tam kuyu üzerinde bulunan elemanıdır.

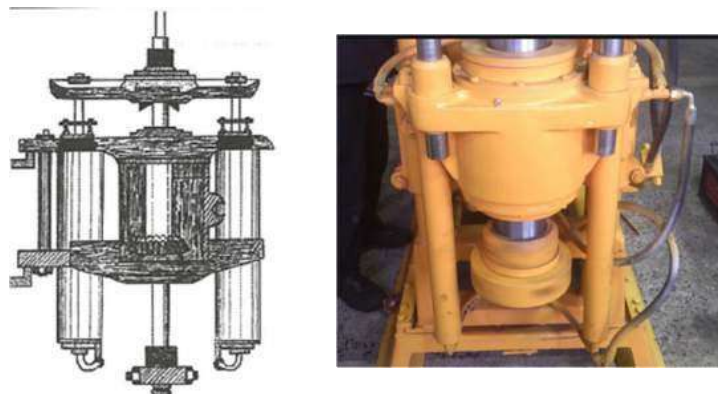
- Motordan gelen mil
- Konik dişli
- Konik dişliden aldığı hareketin yönünü değiştiren ayna isimli dişli
- Boruların tutulmasını sağlayan astarlar.

Şekil 17. Döner masa ve kesiti (Balkaya, 2013)



Döner Kovan (Morset): Motordan gelen yatay dönme hareketi kutunun ortasından geçen konik dişli sayesinde gelen hareket yönüne dik bir yönde dönüştürülür. Morsetin yatay eksen etrafındaki dönebilme özelliği sayesinde kovan mili etrafında 180 derecelik bir hareket kabiliyetiyle istenilen yönde sondaj yapılmasına olanak sağlar. (Balkaya, 2013)

Şekil 18 Morset Takımı



Döner Kafa (Hidrolik Fırdöndü): Sondaj dizinin en üstünde yer alan dönme hareketi yaparken dizi ile aşağı yukarı hareket edebilen ve bu hareketi kule boyunca yapabilen bir parçadır. Dönme hareketi mekanik yollarla (mil vb.) hortumlarla basılan hidrolik yağlarla sağlanır.(Balkaya, 2013)

Şekil 19 Sondaj döner kafası



Turbo Düzeni: Dönme hareketinin yön değiştirmesi söz konusu değildir. Sondaj makinasında dönme düzeneğine gerek yoktur. Sondaj dizisinde dönme hareketi gelişmez. Sadece delicinin hemen üzerindeki hidrolik türbin sayesinde delici döner. (Balkaya, 2013)

3.3.1.3. Döner sondajda delme dizisi elemanları

Dizi deliciden makinaya doğru şöyledir. (Balkaya, 2013)

3.3.1.3.1. Döner sondajda deliciler

Matkaplar: Kırarak ve öğüterek kazma işi yapan delicilerdir.

- i. **Örnek alan deliciler:** karot matkaplar ve örnek alıcılar olmak üzere iki türlü olan bu delicilerin asıl amacı örnek almaktır.
- ii. **Genişleticiler:** Kazılmış sondaj kuyularını çeşitli amaçlar için genişletmek için kullanılan delicilerdir.

3.3.1.3.2. Döner Sondajda Ağırlık Borusu

İçi boş et kalınlığı fazla, genellikle daire bazen kare şekilli üstü ucu dişi alt ucu erkeke vidalı 10, 20, 30 ve 42 ft.(3.05, 6.10, 9.15 ve 12.8 m) uzunluğunda 3-8 inç (9.14-20.32 cm) çapında bir borudur. Birim ağırlıkları et kalınlıklarına ve çaplarına göre 30 kg/m ile 250 kg/m arasında değişir. Bir sondaj dizinde tek bir ağırlık olabileceği gibi çok sayıda ağırlıkta kullanılabilir (Balkaya, 2013)

Ağırlık borusunun kullanım amaçları

- i. **Delici üzerine baskı yapma:** Matkap üzerindeki baskıyı yani gerekli ağırlığı arttırmak. Ağırlık gerektirecek sondaj işlerinde baskı gereksinimi 5-30 km/cm² arasında değişir. (Balkaya, 2013)
- ii. **Ölü noktayı üzerine alma:** Sondaj işlerinde sondaj disizinin ağırlığının bir kısmı askıda bir kısmı ise baskıda çalışır. Diğer bir ifadeyle sondaj dizisine uygulanan kuvvet bir noktada yön değiştirir. Bu nokta ölü nokta olarak tanımlanır. Ölü noktanın dizinin en dayanıklı kesiminde yer alması istenir. Ağırlık borusu bu amaçla dizide kullanılabilecek en dayanıklı ekipmandır.
- iii. **Titreşimi önleme:** Ağırlık hem sıçramayı hem de dayanıklı ve et kalınlığıyla titreşimi azaltır.
- iv. **Burkulmayı önleme:** Sondaj dizisi üzerine verilen baskı dizinin burkulmasına, kamçılı çalışmasına ve hatta kopmalara neden olur önler
- v. **Sapmayı önleme:** Sondaj dizisi formasyonda olabilecek sertlik farkından dolayı eksenden sapabilir. Ağırlık borusu bunu önler.
- vi. **Matkap tüketimini azaltma:** Zıplayarak formasyon üzerinde dönen matkap çabuk yıpranır.

Ağırlık borusu bu sıçramaları en aza indirir.

3.3.1.3.3. Döner Sondajda Sapmazlar

Ağırlık boruları her ne kadar sapmayı engelleseler bile tümüyle önleyemezler. Stabilizer ismi de verilen sapmazlar kuyu çapına yakın kısa boylu ağırlıklar olarak tanımlanabilirler. Sondaj dizinde ağırlık serisinin altında ve arasına serpiştirilirler. Sondajda karşılaşılan problemler bölümünde daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır. (Balkaya, 2013)

3.3.1.3.4. Döner Sondajda Sondaj Boruları (Tijler)

Deliciye dönme hareketini, delici uca hava veya sıvıyı ileten, deliciyi kuyu içine indiren ve çıkartan ve birbirine eklenerek sondajın ilerlemesini sağlayan borulara sondaj borusu veya tij denir. (Balkaya, 2013)

Tij Gövde Türleri

- a. İçe şişkin tijler: Boru uçları ısıtılarak içe kalınlaştırılmış tijlerdir simgesi ile tanımlanırlar
- b. Dışa şişkin tijler: Boru uçları ısıtılarak dışa kalınlaştırılmış tijlerdir. EU simgesi ile tanımlanırlar.
- c. İçe-Dışa şişkin tijler: Uçları hem içe hemde dışa kalınlaştırılmış tijlerdir. IEU simgesi ile tanımlanırlar.

3.3.1.3.5. Döner sondajda şekilli borular

Döner masalı sondajlarda dönme hareketi sondaj disine şekilli borularla iletilir. Döner masanın içinden geçen iç yüzeyi silindirik dış yüzeyi döner masanın içindeki astara uygun kare veya altıgen olan boru elemanlarıdır.

Döner masa içinde yukarı aşağı rahatlıkla geçerken dönme işlemi sırasında astarla birlikte hareket ederler. (Balkaya, 2013)

3.3.1.3.6. Döner sondajda Fırdöndü

Üst kısmı dönmeyen alt kısmı sondaj dizisi ile birlikte dönen bir elemandır. Üst kesiminden dolaşım sisteminden gelen sıvıyı kuyu içine taşır. Su başlığı da denir.

Sondajı oluşturan işlevlerin tümünde görev alan tek parçadır.

- a. Alt bölümü dönerken üst bölümü sabit kalır.

- b. Tepeden dönerli sondajlarda döner kafa fırdöndünün görevini tümüyle üstlenir.
- c. Yardımcı Tanbur: Her tür vinç işinin yapılabilirdiği ve kuyu tabanına kadar kova vb. gereçlerin indirilmesine olanak sağlayan tanburdur. Kullanılan halatın boyu uzun ama cer halatından daha incedir.
- d. El Tanburu: Kedi kafası veya köpek kafası da denir. Sondöre pratik kullanım sağlar pek çok araç gerecin kaldırılıp indirilmesinde kullanılabilir. Kavramasız bir tanburdur. (Balkaya, 2013)

3.3.1.3.7. Döner Sondajda Makaralar

- a. Sabit makaralar: Kulenin en yüksek yerinde bir sıra gezmeyen makara vardır. Bu makara blokuna taç denir.
- b. Gezici makaralar: Bir mile takılı birden fazla çark içerebilirler. Her bir çark bir dil olarak adlandırılır. Tek dilli makaralar olabildiği gibi 6 dilliyeye kadar çıkabilir. (Balkaya, 2013)

3.3.1.4. Döner sondajda taşıma dizisi elemanları

Fırdöndü bir kancaya, kanca hareketli makaraya, hareketli makara ise kulenin en üstündeki sabit makaraya tel halatla bağlıdır. Tel halat sarılı olduğu tanburun dönmesiyle sabit makaradan geçerek hareketli makarayı ve kancayı hareket ettirir ve böylelikle tüm sondaj dizisi aşağı-yukarı hareket ettirilir. Tanburlar, kule, sabit makaralar, hareketli makaralar, kanca ve hallattan oluşan sisteme vinç sistemi, parçalara taşıma elemanları diziyeye de taşıma dizisi denir. (Balkaya, 2013)

3.3.1.4.1. Döner sondajda tanburlar

İş Tanburu: Sondaj dizisini taşıyan kancanın bağlı olduğu ana tanburdur. Döner sondajda borulamada iş tanburu kullanılır. Bunada darbeleri sondajda olduğu gibi cer tanburu halata da cer halatı denir. Halat sadece kuyu dışında çalıştığından sağlam ama kısadır. (Balkaya, 2013)

3.3.1.4.2. Döner Sondajda Kanca

Döner sondajda genellikle gezici makaraya, gezici makaranın olmadığı durumlarda iş halatına doğrudan bağlıdır. Üst bölümün sabit alt bölümünün döner özelliği sondajda kolaylıklar sağlar. (Balkaya, 2013)

3.3.1.4.3. Döner Sondajda Kule

- a. Bağımsız kuleler:
 - i. Montajlı kuleler,
 - ii. Eklentili kuleler
- b. Bağımlı kuleler:
 - i. Tek parça kuleler,
 - ii. Çift parça kuleler,
 - iii. Mekanik kuleler,
 - iv. Hidrolik kuleler (Balkaya, 2013)

3.3.1.4.4. Döner Sondajda Halatlar: Darbeli sondajdaki gibidir. (Balkaya, 2013)

3.3.1.5. Döner sondajda dolaşım dizisi elemanları

Üç gruptan oluşur.

- a. Emme bölümü: Emme deposu, emme hortumu ve pompadan oluşan ve temizleme maddesinin depolanıp emildiği bölümdür.
- b. Basma bölümü: Emme bölümündeki sıvıyı kuyu içine kadar ulaştıran kesimdir.
- c. İşlem bölümü: Kuyu boşluğu, kırıntı eleği, kanal ve oluklar, dinlendirme deposu, ayırma siklonları gibi elemanlardan oluşur ve sıvının tekrar kazanımının yapıldığı bölümdür. (Balkaya, 2013)

3.3.2. Döner sondaj yöntemleri

3.3.2.1. Düz dolaşımli sondaj

En basit sondajdan derin petrol sondajlarına kadar uygulama alanı bulan düz dolaşımli sondajda, sondaj sıvısı sondaj dizisi içinden geçer kuyu boşluğundan geri dolar ve temizleme dışında ek görevler de üstlenir. (Balkaya, 2013)

3.3.2.2. Ters Dolaşımli Sondaj

Sondaj sıvısının kuyu boşluğundan kendiliğinden akıp, sondaj dizisi içinde yükselmesi ve oradan pompa ile emilerek dışarı alınıp, süzülerek tekrar kuyuya yönlendirilmesi ile sağlanan dolaşıma ters dolaşım denir.

Sondaj yöntemi daha çok santrifüzlü pompalara kullanım alanı oluşturmak için gelişmiştir. Bu pompalar hafif ve fazla devir ile verimliliklerini yükseltmektedir. Bu yönüyle emme basma tulumalara üstünlük sağlamışlardır. Ancak yüksek basınçlar oluşturmaları nedeniyle sadece emme görevi üstlenen santrifüjlü pompalar ile ters dolaşımli sondaj yöntemi geliştirilmiştir.

Büyük çaplı kuyular (24 inçten büyük) genellikle ters dolaşımli döner sondajlara açılmaktadır. (Balkaya, 2013)

Ters Dolaşımli Sondajın Yararları

1. Geniş çaplı sondajlar için daha uygundur. 1-4m çaplı sondajlar
2. Sondaj çamuru gerektirmez. Su yeterlidir.
3. Sondaj sıvısının formasyon içine girmesinin sakıncalı olduğu ortamlarda bu sondaj tercih edilir.
4. Basit ve ucuz santrifüjlü pompalar kullanılır. (Balkaya, 2013)

Ters Dolaşımli Sondajların Sakıncaları

1. Emme sırasında sondaj dizisi içinde gelişen sürtünmeden dolayı derinlikle verimlilik azalır ve en fazla derinlik 200 m'dir. Basınçlı hava ile bir miktar daha inilebilir.
2. Kendini tutmayan ortamlarda uygulanamaz.

3. Çok miktarda su ihtiyacı vardır.
4. Ekipman fazlalığı ve ağırlığı (Balkaya, 2013)

3.3.2.3. Kuyu Kontrolü ve Ekipmanları

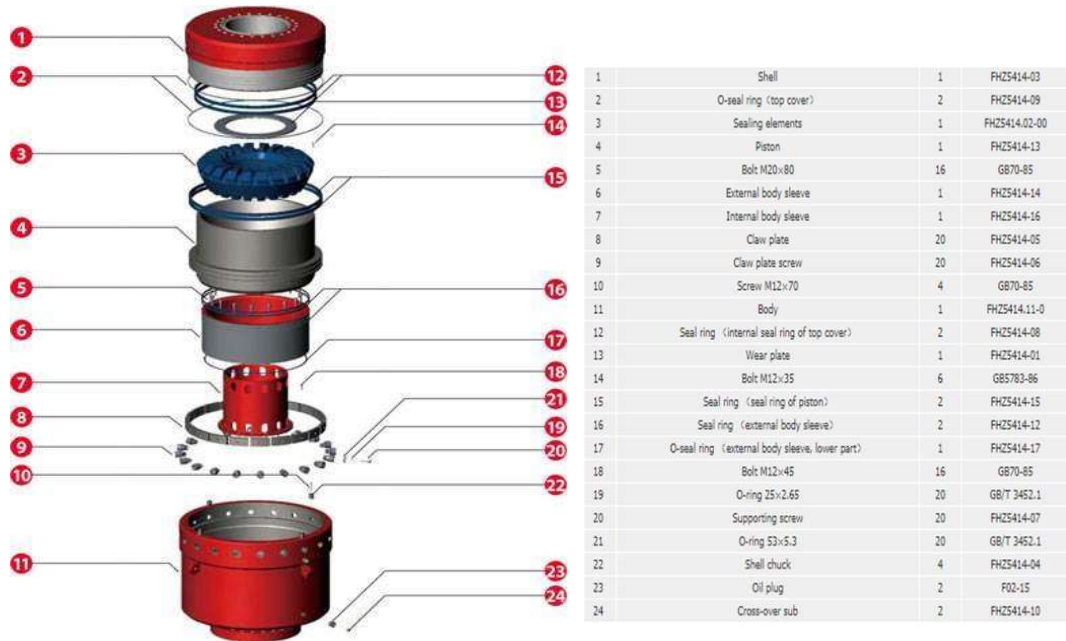
Kuyu sondajı sırasında, kuyunun kontrolü sondaj çamuru ile sağlanır. Sondaj çamurunun ağırlığı olması gerekenden fazla olursa, oluşan statik basınç formasyon basıncını yenerek kaçak oluşturabilir. Eğer, çamur ağırlığı, olması gerekenden az olursa; formasyonda bulunan akışkanın kuyuya girmesine sebebiyet verilebilir. Bu duruma geliş (kick yemek) denir. Formasyon akışkanı yüksek basınç altında kuyuya giriş yaptığında, anülüste yükselirken üzerindeki basıncın da azalmasıyla (özellikle gaz girişlerinde) hacmi artar ve kontrolü güç bir hal alır. Eğer bu akışkan yanıcı ya da zehirleyiciyse, kuyu kontrolünün önemi daha da artar. Kuyu kontrolü kaybedildiğinde, önleyici olarak yüzeyde emniyet vanaları (diğer ismiyle blow-out preventer) bulunur. Kuyunun derinliği ve beklenir basınçlara göre kuyubaşı dizayn edilir ve çeşitlendirilir. Sığ ve basınç beklentisi olmayan kuyularda birer adet Annular BOP ve drilling spool yeterli olurken, yüksek basınçlı formasyonlar kazılırken Annular BOP'ye ek olarak double ve single ram'ler, choke manifoldu ve ayrıştırıcılar (seperatör) da kuyu kontrol sistemine dahil edilir. (Balkaya, 2013)

Kuyu kontrol ekipmanları sayesinde, kuyudan geliş tespit edildikten sonra; kuyu yüzeyden kapatılır. Kuyu, basınç altında sirkülasyona alınabilir. Bu sırada formasyon akışkanı kuyudan atılırken yerine hidrostatik basıncı daha yüksek olan ağırlaştırılmış çamur konulur. Gerekliyse sondaj dizisi hareket ettirilir ve formasyon sıvısı personel ve ekipmana zarar vermeyecek şekilde dışarı atılır. Kuyu kontrolünün esasları bu temeller üzerine dayanmaktadır. Kuyu kontrolündeki en önemli faktörlerden biri de kuyuya giriş olduğunu olabildiğince erken fark etmektir. Bunun için sondaj parametreleri sürekli ve dikkatli bir şekilde takip edilmelidir. Tank hacimlerinin artması, stand-pipe basıncının azalması veya sondaj hızının beklenmedik şekilde artması durumunda derhal flow-check yapılmalıdır. Flow-check, dizideki tool-joint masanın üzerinde kalacak şekilde takımın çekilmesi ve rotary-sirkülasyonun durdurulması ile kuyunun kendiliğinden gelip gelmediğinin gözlemlenmesidir. Pompaların ayrılmasının ardından dizi içerisindeki çamurun bir süre süzülmesi için beklenip

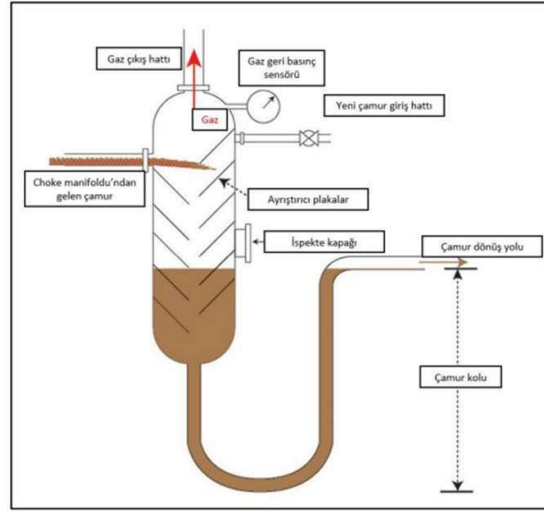
geliş ya da kaçak olup olmadığını gözlemlemek daha sağlıklı olmaktadır. (Balkaya, 2013)

Kuyu kontrolü sırasında temel yöntemlerde choke manifoldu kullanılır. Choke manifoldu, içerdiği vanalar ile geri basınç (back-pressure) oluşturur. Kuyudaki çamur ağırlaştırılana kadar bu basınç ile ağır çamur kuyuda simüle edilir. Choke manifoldundan geçen, gaz içeren, çamur gaz ayırıcıya (poorboy degasser) yönlendirilir. Ayırıcının içerisindeki sistem sayesinde gaz ve çamur ayrıştırılır. Ayrılan gaz, yakım hattında (flare-line) yakılırken temizlenen çamur tekrar tanklara alınır. Şekil 23 ve 24’de Annular BOP’nin parçaları ve poorboy degasser’in iç şeması bulunmaktadır. (Balkaya, 2013)

Şekil 20. Anüler BOP'yi oluşturan parçalar.(Balkaya, 2013)



Şekil 21 Poorboy degasser (gaz-ayırıştırıcı) iç şeması(Balkaya, 2013)



Blowout (kuyu akışının kontrolden çıkması) durumu sondaj sahalarında olabilecek en tehlikeli durumlardandır. Kuyudan gelen akışkan çok büyük ihtimalle ya çok sıcak ya yanıcı ya da zehirleyici olacaktır. Yüksek basınç altında, kuyuda kontrolsüz yükselen bu akışkanlar, kule personeline ve ekipmana çok ciddi zararlar verebilir. Kuyu kontrol ekipmanlarının yeterli ve işler durumda olduğundan her zaman emin olunması gereklidir. Her yeni kuyubaşı montajından sonra kuyubaşının basınç dayanımları ve BOP'lerin işlevselliği; kule mühendisi, kule personeli ve company man tarafından test edilmelidir. (Balkaya, 2013)

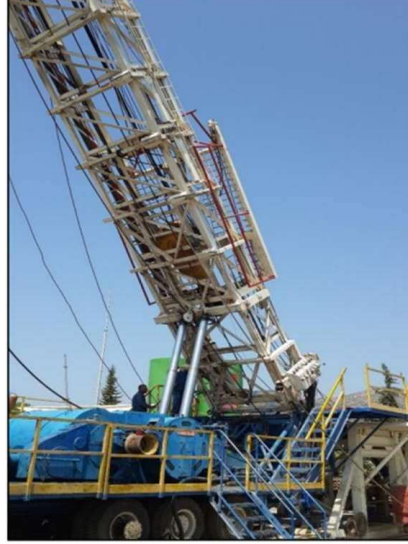
3.3.3. Kule demontaj ve nakliyesi

3.3.3.1. Demontaj ve mobil kulelerde kule yatırma

Sondaj kuleleri, kuyu programına bağlı olarak, her kuyunun sondajının bitişi ile yeni sondaj yapacağı lokasyona nakledilir. Mobil kulelerde nakliyeden önce "mast" ın, taşıyıcı (carrier) üzerine yatırılması gereklidir (Şekil 16). Bu süreçte önce kulenin gergi halatlarının sökülmesi gerekir. Eğer mast teleskobik ise, önce teleskobik kısma destek olan halatların sökülmesi ve bu kısım içeri girdikten sonra mast alt kısmına destek olan halatların sökülmesi tercih edilir. Daha sonra kule yatırılır. Stand pipe bağlantıları, çamur tankları bağlantıları, hidrolik hortumlar, hava hortumları, elektrik bağlantıları sökülür ve nakliye için hazır

hale getirilir. Nakliye planı yapılır. Nakliye planı, yüklerin tırlara hangi dizilimle yerleştirileceği, seferlerin hangi sıraya göre yapılacağını içerir. (Balkaya, 2013)

Şekil 22 Kule mastının yatırılması.



Montaj

Nakliye tamamlandıktan sonra yerleşim planına göre malzemeler yerlerine yerleştirilir ve demontajda sökülen bağlantılar montajda takılıp, kule kaldırma işlemi yapılarak sondaja hazır hale getirilir. (Balkaya, 2013)

3.3.4. Sondaj çamuru

3.3.4.1. Kullanım amacı

Sondaj akışkanları, derin kuyu sondajlarında gereksinim duyulan sirkülasyon sisteminde kullanılan ve belli başlı görevleri yerine getiren; kuyu sondajının sağlıklı biçimde ilerlemesini sağlayan akışkanlara verilen genel isimdir. Sektörde çoğunlukla “sondaj çamuru” veya sadece “çamur” olarak adlandırılır. Sirkülasyon sistemi içerisinde kuyunun gereksinimleri doğrultusunda ve oluşmuş/oluşabilecek olası problemleri en aza indirmek için farklı çeşit ve tiplerde çamurlar kullanılır. Sondaj çamurunun temel işlev ve görevlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

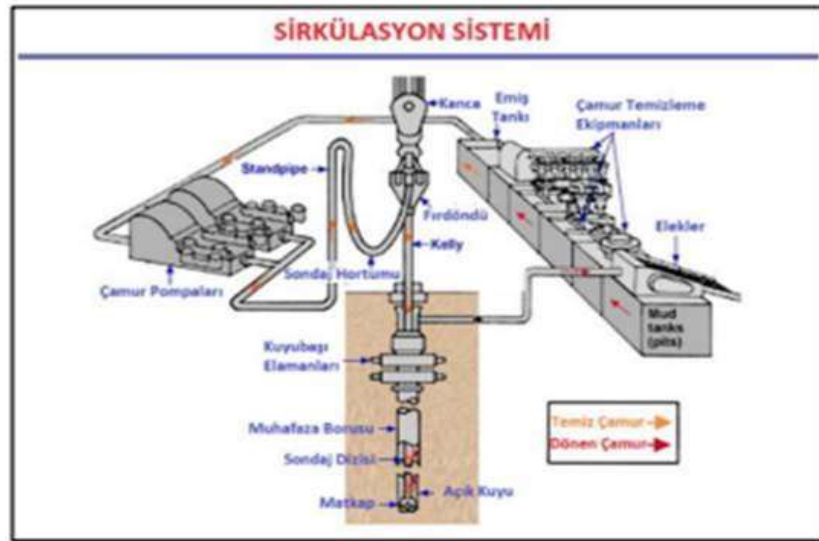
- Sondaj süresince oluşan yeni kesintileri matkap ve kuyu tabanından uzaklaştırmak, bu kesintileri ve oluşması muhtemel tüm kuyu döküntülerini kuyu içerisinden çıkararak kuyu temizliğini sağlamak.
- Jel değeri sağlayarak manevralarda ve olası sirkülasyonsuz beklemlerde henüz kuyu içerisinden uzaklaştırılmamış kesintileri/döküntüleri askıda tutmak ve kuyu tabanına çökmesini engellemek.
- Belirli bir hidrostatik basınç oluşturarak formasyon basıncını dengelemek ve kuyu kontrolünü sağlamak.
- Kule ekipmanları tarafından yüzeyde oluşturulan hidrolik enerjiyi matkaba ve varsa sondaj dizisinde basınç altında devreye giren veya çalışan ekipmanlara iletmek.
- Üretim yapılacak rezervuar formasyonunun olabildiğince az kirlenmesini sağlamak.
- Geçirgen ve çatlaklı yapılar içeren formasyonlarda oluşabilecek kaçaklı bölgeleri kapatmak ve tıkamak. Not: Jeotermal kuyu sondajlarının üretim rezervlerinde beklenen kaçaklar genellikle kapatılmaz.
- Matkap ve sondaj dizisini soğutmak, kayganlaştırmak ve desteklemek.
- Kazılan formasyonlara ait numune tayinini elverişli hale getirmek.
- Kule ekipmanları, sondaj dizisi ve koruma borularında oluşabilecek kimyasal ve fiziksel aşınmaları en aza indirmek.
- Çevresel kirlenmeleri en aza indirmek. (Balkaya, 2013)

3.3.4.2. Sirkülasyon Sistemi

Sirkülasyon sisteminin en temel görevi, sondaj sırasında oluşan kesintilerin sondaj çamuru ile yüzeye taşınmasıdır. Bu işlem sırasında, çamurun yolculuğu emiş tanklarında başlayıp sırası ile: pompa, standpipe hattı, top drive (veya swivel), sondaj dizisi, matkap, anülüs, akış hattı (flowline), elekler, dinlenme tankları ve tekrar emiş tankları şeklindedir. Kuyudan çıkan kesintilerle kirlenmiş olan çamur, elekler ve sonrasında çamur temizleyici (mud cleaner) ve diğer katı madde arındırma ekipmanlarından geçerek; temizlenmiş halde tekrar emiş tanklarına döner. Bu sistemi bir kan dolaşımı olarak düşünürsek, çamur pompası kalp olarak kabul edilebilir. Sondaj şartlarına göre çamur debisi ve basınç dengesi ayarlanır. Bu dengeleri ayarlayabilmek ve kuyu temizliğini sağlarken; çamur

pompalarının gömlek-piston çapları ve dakikadaki vuruş (stroke) sayıları debiyi, matkap nozulları da hidrolik gücü belirler. Bu temel faktörlere ilaveten; sondaj dizisi, çamur özellikleri ve kuyu çapı da dahil olmak üzere birçok farklı parametre kullanılır. Hepsinin birden bize sağladığı ise hidrolik optimizasyondur. Aşağıdaki şemada sirkülasyon sistemi basite indirgenmiş şekliyle bulunmaktadır. (Balkaya, 2013)

Şekil 23 Sirkülasyon sistemi şeması (Balkaya, 2013)



3.3.4.3. Çamur Pompaları

Çamur pompaları temel olarak ikiye ayrılır:

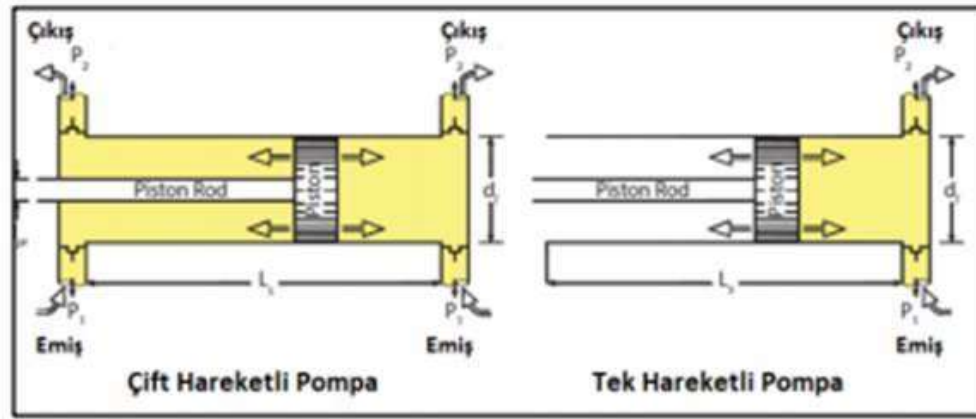
- Tek hareketli triplex pompalar.
- Çift hareketli duplex pompalar.

Şekil 24 Tek hareketli triplex pompa



Verimlilik, bakım, taşıma kolaylıkları ve maliyetleri açısından derin sondaj sahalarında çoğunlukla yukarıdaki fotoğrafta da görünen (Şekil 24) triplex pompalar tercih edilmektedir. Aşağıdaki şemada bu iki pompa türünün çamur pompalama mekanizmalarının nasıl çalıştığına dair bir çizim bulunmaktadır. Aşağıdaki şemada (Şekil 25) da görüldüğü üzere: dublex pompalar her iki yönde de çamuru hem emip hem basarken; triplex pompa yalnızca bir yönde çamuru basar ve diğer yönde çamuru haznesine alır. Triplex pompaların kullanımı için, pompa kendi kendine emiş yapamadığından dolayı, bir de santrifüj pompa sisteme dahil olmalıdır. Bu sayede piston geri çekilirken gömleğin içerisine çamur dolar. (Balkaya, 2013)

Şekil 25 Tek ve çift hareketli pompa çalışma prensibi.



3.3.4.4. Çamur Katkı Malzemeleri

Sondaj çamuru hazırlanması, kontrolü ve ıslahı için kullanılan malzemelerdir.

Bentonit: Spud ve lignosülfonat çamurlarında kullanılan genel katkı malzemesidir. Basitçe montmorillonitten oluşan kil mineralleridir. Kil bazı çamurun temel katkı maddesini oluşturur. Çamurun viskozitesini artırmak ve sıvı kaybı değerlerini azaltmak için kullanılır. (Balkaya, 2013)

Ağırlaştırıcı Katkı Malzemeleri: Çamur ağırlığını istenilen seviyeye getirmek için kullanılan malzemelerdir. Barit, hematit, kalsiyum karbonat gibi malzemeler bunlara örnek gösterilebilir. Farklı özgül ağırlıklara sahip bu katı maddelerin

belirli konsantrasyonlarda kullanılması ile istenilen çamur ağırlığı sağlanabilir. (Balkaya, 2013)

Tuzlar: NaCl, KCl ve CaCl₂ gibi suda çözünebilen tuzlardır. Bunlar, çamur ağırlığını artırmak veya iyonik inhibisyon sağlamak için sondaj ve tamamlama sıvılarının hazırlanmasında kullanılır.

Polimerler: Sondaj çamurunun esas olarak sıvı kaybı, viskozite ve jel mukavemeti özelliklerini belirlemek ve kontrol etmek için kullanılan katkı malzemeleridir. Kısaca viskozite yapıcı polimerler, inceltici polimerler, sıvı kaybı kontrolü polimerler olarak üçe ayırabiliriz. Nişasta, Zantam sakızı, CMC (karboksimetil selüloz), PAC (polianyonik selüloz), CFL (kromsuz lignosülfonat), SAPP (sodyum asit payrofosfat), PHPA (kısmen hidrolize poliakrilamidler) benzeri polimerler çamur hazırlanması ve istenilen özelliklerin sağlanması ve korunması için sektörde kullanılan belli başlı polimerlerden bazılarıdır.

Kaçak Önleyici Malzemeler (LCM): Geçirgen ve çatlaklı yapıların sondajı sırasında karşılaşılabilecek çamur kaçaklarının önlenmesi için kullanılan malzemelerdir. Kullanım amacı çamur kaçaklı yapıları tıkayarak sirkülasyonun kazanılması ve çamur kaçaklarının azalmasını sağlamaktır. Fiber yapılı (saman vs.), pullu (mika vs.) ve granüllü (fındık kabuğu vs.) malzemeler olarak üçe ayırabiliriz. Farklı kaçak hızları doğrultusunda farklı konsantrasyonlarda çamura ilavesi ile kaçaklı yapıları tıkamak için kullanılabilir.

Diğer Katkı Malzemeleri: Çamur hazırlanması ve ıslahı için kullanılacak diğer malzemelerden en yaygın olanı kostik (NaOH)'tir. Çamur pH'ını ayarlama da kullanılmaktadır.

Ayrıca çamur pH'ı düzenleme ve kimyasal kirliliklerin ıslahı için sodyum bikarbonat, soda külü ve kireç gibi malzemeler de kullanılmaktadır. Sondaj esnasında artan sürtünmelere yönelik kullanılan katı veya sıvı kayganlaştırıcılar, kuyu cidarı güçlendirici malzemeler ve bakteri önleyiciler de diğer katkı malzemelerine örnek gösterilebilir.

3.3.4.5. Çamur Özellikleri ve Testleri

Sondaj esnasında çamurda yaşanan değişimleri gözlemlemek, yorumlamak ve olası olumsuz etkilerini gidermek için çamurun fiziksel ve kimyasal özellikleri belirli aralıklarla ölçülmeli ve takip edilmelidir. Çamurda gözlenen değişimler ne kadar erken fark edilirse, sondaj ve kuyu kontrolü ile alakalı oluşabilecek problemlere o kadar erken müdahale edilebilir. Sağlıklı bir sondaj için planlanan özelliklerdeki çamurun hazırlanması ve zamanla çamurda gözlenebilecek olumsuz değişimlere vaktinde müdahalelerde bulunulması adına saha koşullarında rutin çamur testleri yapılmaktadır. Bu testleri fiziksel ve kimyasal testler olarak iki başlığa bölebiliriz. (Balkaya, 2013)

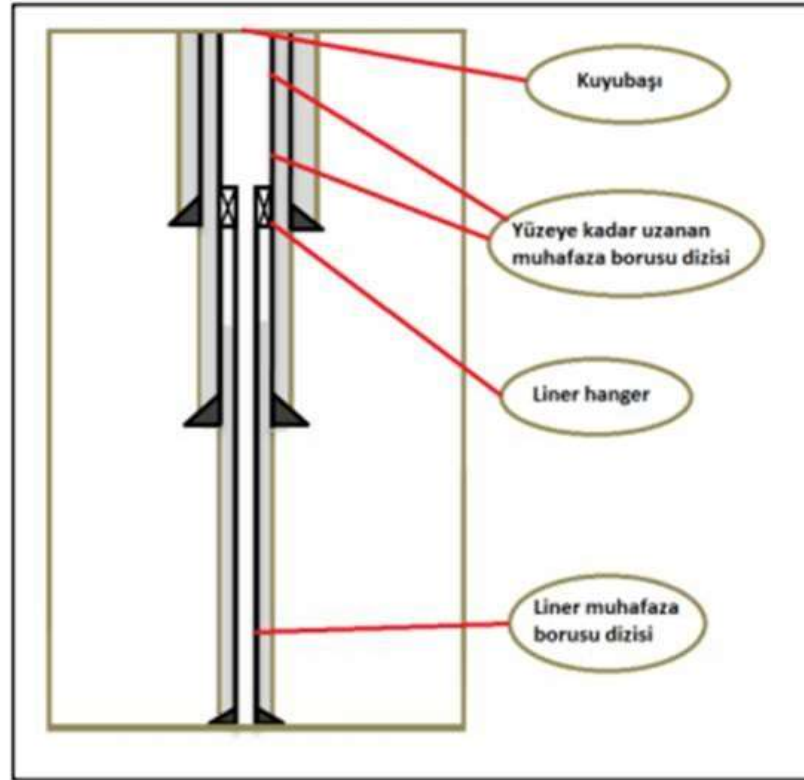
3.3.5. Borulama

3.3.5.1. Muhafaza Borusu

Muhafaza boruları (casing); bir kuyunun, aynı basınç profili ile kazılması mümkün olmayan bölümlerinin birbirinden izole bir şekilde kazılabilmesi için kullanılan bariyerlerdir. Muhafaza boruları, yüzeye kadar veya liner olmak üzere iki şekilde kullanılır.

Değişik jeotermal sahalarda farklı fiziksel-kimyasal formasyon (rezervuar) şartları bulunması yanı sıra, boruların indirileceği derinlikler de farklı olacağından bu borular mikro yapıları, et kalınlıkları, dış ve manşon tipi olarak farklı tiplerde üretilirler. Jeotermal sondaj kuyularına muhafaza borusu(casing) indirme derinlikleri genel ihtiyaçlar, yapılan pratik uygulamalar ve kuyu problemlerine bağlı olarak değişir. (Balkaya, 2013)

Şekil 26 Tipik bir jeotermal kuyu boru tasarımı



Jeotermal kuyularda kuyuya indirilen tüm koruma borusu dizileri, filtre boru dizisi hariç, boru dizisi tabanından kuyu ağzına kadar çimentolanır.

Bu uygulamanın ana nedeni sıcaklık ve basınç etkisi ile borularda meydana gelebilecek uzama ve kısalmalara engel olmak, borularda kopma ve çökmeleri önlemektir. (Balkaya, 2013)

3.3.6. Çimentolama

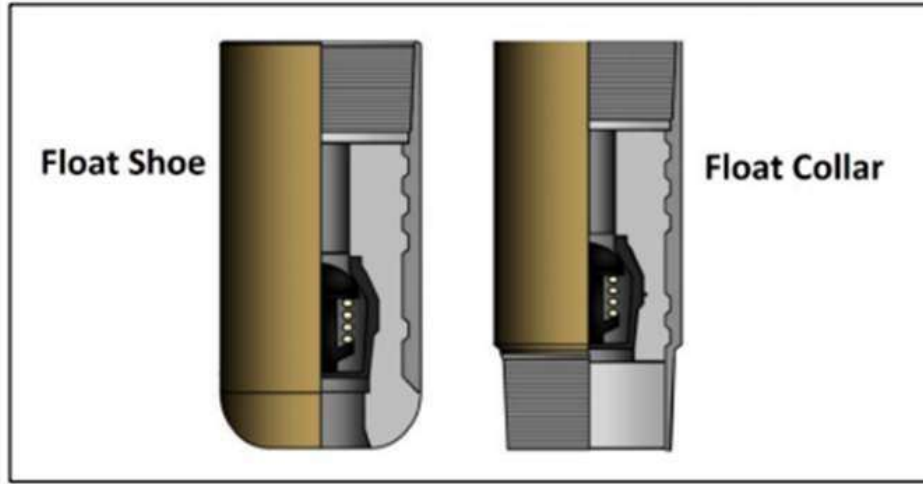
Muhafaza borusu (casing) çimentolama operasyonunun temel amacı: kuyuya inilen muhafaza borusu ile formasyon arasında kalan bölgenin (casing annülüsü) yüzey ve bir sonraki kazılacak olan kısım ile bağlantısını keserek, bu alanı izole etmektir. Çimento operasyonu çeşitleri genel olarak tek kademe ve çift kademe çimento operasyonları olmak üzere ikiye ayrılır. (Balkaya, 2013)

3.3.6.1. Tek Kademe Çimento Operasyonu:

Tek kademe çimento operasyonu en yaygın olarak kullanılan çimento operasyonu tipidir. Bu operasyon için gerekli olan temel ekipmanlar float collar

ve float shoe (Şekil 37)'dur. Float shoe, muhafaza borusu dizisinin en alt kısmına bağlanır. Float collar'ın yeri ise operasyonel gerekliliklere göre değişiklik göstermekle beraber, genel olarak float shoe'nun 10-20 metre üzeridir. Float shoe ile float collar arasındaki mesafe shoe track olarak tanımlanır. Float collar ve float shoe temel olarak içlerinde check valf bulunduran ve operasyon sonrası geri akışı engelleyen ekipmanlardır. (Balkaya, 2013)

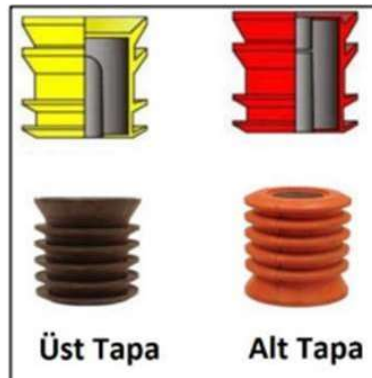
Şekil 27 Float collar ve float shoe



Float shoe ve float collar'a ek olarak çimentolama operasyonu sırasında kullanılan, farklı akışkanları birbirinden ayırmak amacıyla alt tapa ve üst tapa da kullanılır (Şekil 38). (Balkaya, 2013)

Alt tapa, orta kısmında basınç altında patlayarak içerisinden akışkanın (genel olarak çimento) pompalanmasına izin verir. Üst tapa ise sabit konuma geçtikten sonra akışa izin vermemektedir.

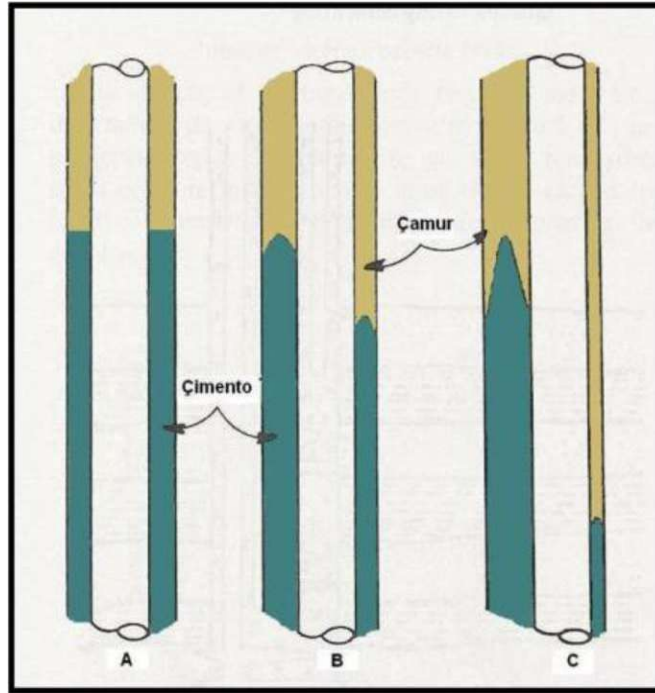
Şekil 28 Çimento operasyonlarında kullanılan alt ve üst tapa.



3.3.6.2. Çift Kademe Çimento Operasyonu

Çift kademe çimento operasyonları, kuyunun iki farklı bölümüne, farklı ağırlıkta çimento kullanmak veya kuyunun belirlenen bir noktadan itibaren üst kısmını çimentolamadan önce, alt kısmını ayrı olarak çimentolamak için kullanılan bir yöntemdir. Çift kademe çimento operasyonu gerçekleştirebilmek için; tek kademe çimento operasyonunda ihtiyaç duyulan malzemelere ek olarak, DV tool ve yardımcı ekipmanları gereklidir. DV tool isteğe göre açılan ve muhafaza borusu üzerinde yerleştirildiği konumdan kuyu ile bağlantı sağlanmasına ve akışa izin veren bir ekipmandır. (Balkaya, 2013)

Şekil 29 Çimentolama işleminin başarısında borulamanın önemi



- A. Boruların iyi merkezlendiği kuyuda yapılan çimentolama
- B. Boruların çok iyi merkezlenmediği kuyuda çimento ve çamurun hareketi
- C. Boruların merkezleyici takılmadığında, kuyuda çimento ve çamurun hareketi

3.3.7.Kuyu Testleri

Jeotermal kuyularda rezervuar değerlendirmesi için yapılan kuyu testleri şunlardır;

1. Sıcaklık Testi
2. Basınç Testleri
3. Üretim Testleri
4. Gaz Ölçümleri
5. Girişim Testleri
6. Re-Enjeksiyon Testi
7. İzleyici Testleri

Tüm doğal kaynak aramalarında olduğu gibi jeotermal arama da risklidir (P.M., 1998). Delinecek bir test veya üretim kuyusunun termal akışkanların bulunduğu bir zonu kesmesi konusunda bir garanti yoktur.

Bazen risk derecesi yarı-sayısal olarak tahmin edilebilir. Risk takip eden iki faktöre bağlıdır:

- A. arama sahasında kaynağın bulunma riski,
- B. arama programının kaynağı bulma ve üretime sokabilme riski. Her iki faktör de, uygun bilgi ve deneyim gibi insan yaklaşımı yanında, kullanılan ekipmandan da etkilenir.

Özellikle ikinci risk faktörü, arama için ayrılan finans ve arama ekibinin kalitesi tarafından kontrol edilir. (Balkaya, 2013)

4. LİTERATÜR TARAMA

4.1. İş Kazası İstatistikleri

Tüm dünyada gerek Birleşmiş Milletler'in 70 yılı, gerekse ILO'nun 90 yılı aşan çabalarına rağmen iş kazaları ve meslek hastalıkları önlenememiştir.

Ekonomik ve sosyal ilerlemenin temelinde insana yaraşır iş/çalışma kavramı olmalıdır. Dünyada ve ülkemizde iş kazaları ve meslek hastalıkları can almaya, sakat bırakmaya devam etmektedir. Yukarıdaki verilerin gösterdiği üzere her yıl azımsanmayacak sayıda insan engellenebilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarından dolayı yaşamını yitirmekte veya sakat kalmaktadır. (Aksoy & Toksoy, 2019)

ILO verilerine göre (Creating Safe and Healthy Workplaces for All, Laborstat):

2018 yılın raporunda Dünyada;

- Her 15 saniyede 160 işçi, iş kazası geçirmektedir.
- Her gün yaklaşık 6 bin 400 kişi iş kazası veya meslek hastalıkları nedeniyle yaşamını kaybetmektedir. Her yıl yaklaşık olarak 350 bin kişi iş kazası, 2 milyon kişi meslek hastalıklarından dolayı yaşamını yitirmektedir.
- Her yıl 270 milyon iş kazası meydana gelmekte, 313 milyonu aşkın işçi ölümcül olmayan iş kazası geçirmekte (bu bir günde ortalama 860 bin işçinin iş kazasına maruz kaldığı anlamına gelmektedir) ve 160 milyon kişi meslek hastalıklarına yakalanmaktadır.

SGK her yıl bir önceki yıla veya iki yıl öncesine ait, iş kazaları ve meslek hastalıkları istatistiklerini yayımlamaktadır. Tezin hazırlandığı günlerde 2018 yılı verileri yayımlanmış durumdadır. (*Sosyal Güvenlik Kurumu 2018 Faaliyet Raporu*, 2018)

SGK İstatistiklerine göre ülkemizde;

- 2018 yılında 4a ve 4b kapsamında 431.276 iş kazası meydana geldi.

- 87.318'i (iş kazalarının yüzde 66'sı) 50'den az işçi çalıştıran işyerlerinde meydana gelmiştir.
- İş kazalarında hayatını kaybedenlerin sayısı 1542 kişidir. (*Sosyal Güvenlik Kurumu 2018 Faaliyet Raporu*, 2018)

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisi verilerine göre 2018 yılında iş kazalarında en az 1.923 kişi hayatını kaybetmiştir.

Bir ülkenin iş sağlığı ve güvenliğine yönelik politikaları o ülkenin ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmişlik düzeyi ile doğru orantılıdır. Ekonomileri zayıf olan, sosyal devlet kavramının gereklerinin uygulanmadığı ülkelerdeki iş sağlığı ve güvenliğinin gelişimi, gelişmiş ülkelere göre daha yavaş gelişme göstermektedir.

İşçi sağlığı ve iş güvenliğinde temel amaç; çalışma yaşamında çalışanların sağlığına zarar verebilecek hususların önceden belirlenerek gereken önlemlerin alınması, çalışanların rahat ve güvenli bir ortamda çalışmalarının sağlanması, bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik halinin sağlanmasıdır.

Bazı kaynaklarca, endüstrileşmiş ülkelerde iş kazaları ve meslek hastalıklarının toplam maliyetinin, bu ülkelerin Gayri Safi Milli Hasıllarının % 1' i ile % 3'ü oranında değiştiği belirtilmektedir. Ülkemizde ise en iyimser yaklaşımla, iş kazaları ve meslek hastalıklarının toplam maliyetinin yılda 4 milyar doların üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Daha sağlıklı ve daha güvenli işyeri ortamı, daha verimli bir çalışmanın da ön koşuludur. (BAYRAKTAR, 2017)

İş Sağlığı ve Güvenliğini yakından ilgilendiren temel alanlardan biri de sondaj sektörüdür. Sondaj sektörü çalışma şartları gereği dünyada en riskli meslekler arasında yer alır. Bu nedenle madencilik, petrol ve doğalgaz gibi iş kolları iş sağlığı ve güvenliği kavramının ortaya çıkmasına sebep olan ana sektörler arasındadır. Bu alanlarda özellikle sondaj esnasında birçok iş kazası meydana gelebilmekte ve yüksek oranlarda meslek hastalığı ile karşılaşmaktadır. Bu nedenle gerekli risk analizleri ile tehlikeler değerlendirilerek olası riskler belirlenmelidir. Analiz sonuçları yorumlanarak tehlikelerin giderilmesi için önlemler alınmalıdır. (Erdogan, 2017)

4.2. Literatür Taraması Verileri

Bu bölümde yazındaki 24 çalışma değerlendirilmiştir. Özellikle enerji sektöründe jeotermal sondaj alanında çalışmalara öncelik verilmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemleri ile ilgili literatürdeki çalışmalar, performans ölçümü ve bu başlık altında; SWOT analizi, radar diyagram analizi yöntemlerini uygulayan ilgili literatürdeki performans ölçüm çalışmaları değerlendirilmiştir. Şu ana kadar incelenen literatür çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği yönünden jeotermal sondaj alanlarının performansını çok kriterli karar verme yöntemleri kullanarak ölçmeye yarayan, birleştirici ve kapsayıcı bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. İlgili çalışma ile bu alandaki eksikliğin giderilmesi ile literatüre olumlu katkı sağlaması düşünülmektedir. Çalışmalar Çizelge 2.1’de özet olarak gösterildikten sonra, detaylı olarak açıklanmıştır.

Bu bölümündeki amaç, sondaj alanlarının risk değerlendirme metodlarını ve jeotermal sondaj alanlarda ki potansiyel iş kazaları ve alınan önlemleri, çok kriterli karar verme tekniklerini uygulayan alan çalışmaları ve performans ölçümü alanındaki çalışmaları sistematik bir yaklaşımla detaylı bir biçimde incelemektir. Bu doğrultuda, konu ile ilgili anahtar kelimeler belirlenip literatür taraması yapılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda sondaj alanındaki çalışmalar daha çok, sondaj alanlarının seçilmesine, sondajın verimlilik performansına, sürdürülebilir enerji kaynaklarına yöneliktir. Ayrıca son yıllara göre ÇKKV tekniklerinin kullanımında artış olduğu gözlemlenmiştir. ÇKKV teknikleri üzerine yapılan çalışmalarda, AHP ve PROMETHEE yöntemlerinin öne çıktığı gözlenmiştir. Bu çalışma, belirlenen alanlarda detaylı bir yazın araştırması ile birlikte, enerji sektöründe, ÇKKV teknikleri kullanarak iş güvenliği performans ölçümünü yapan herhangi bir çalışmanın yapılmadığını ortaya çıkarmıştır. Özellikle performans ölçümünde sağlık, turizm gibi alanlardaki çalışmalardan yola çıkarak, performans ölçümünün hizmet sektöründe ne kadar etkin bir araç olduğu anlaşılmıştır. Jeotermal sondaj alanındaki incelenen çalışmaların tek düze halinde belli birkaç konu üzerinde yoğunlaşması, bu alanda kapsamlı bir çalışmanın gerekliliğini meydana getirmiştir. Çalışmanın, performans ölçümünün önemi konusunda, literatürdeki eksikliğin tamamlanması ve yönetimlerde karşılaşılabilecek karar verme problemlerinin

üstesinden gelmeleri konusunda yardımcı olabileceği umulmaktadır. Elde edilen sonuçlar dahilinde, ileriki çalışmalar için, performans ölçümünde diğer maden işleri, enerji ve çevre ile ilgili sektör çalışmaları, ÇKKV yöntemlerinde ise, enerji ve ekonomi sektörü ile ilgili çalışmalar desteklenebilir.

Çizelge 10. Literatür taraması özet çizelgesi

Summary chart of literature review					
Year	Author	Name of article	Implementation area	Objective of study	MCDM method used
2006	Law and Chan	Prioritising the safety management elements	Press, electronic, textile	Weighting OHS performance indicators	AHP
2009	Chang and Liang	Performance evaluation of process safety management systems of paint manufacturing facilities	Pigment production	OHS performance measurement	AHP
2009	Grassi et al.	A fuzzy multi-attribute model for risk evaluation in workplaces	Nutrition	A new risk assessment method	Fuzzy TOPSIS
2009	Hu et al.	Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP	Electronic	A new risk assessment method	Fuzzy AHP
2011	Beriha et al.	Occupational health and safety management using grey relational analysis: an Indian perspective	Construction, steel, ceramics	Comparison of security culture	GRA
2013	Janackovic et al.	Selection and Ranking Of Occupational Safety Indicators Based On Fuzzy AHP: A Case Study In Road Construction Companies	Construction	Weighting OHS performance indicators	Fuzzy AHP
2014	Mahdevvari et al.	Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS	Mining	A new risk assessment method	Fuzzy TOPSIS
2014	Kısa	Assessment of OHS conditions in Moulding Workshops via Multi-Criteria Decision-Making Methods	Moulding workshop	Prioritizing OHS risks	AHP
2014	Özdemir	Assessment of OSH conditions in Textile Workshops via Multi-Criteria Decision-Making Methods	Textile workshop	OHS performance measurement	ANP, DEMATEL
2015	Podgorski	Measuring operational performance of OHS management system A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators	None	Weighting OHS performance indicators	AHP
2015	Güneri et al.	A fuzzy AHP methodology for selection of risk assessment methods in occupational safety	Press	Comparison between risk assessment methods	Fuzzy AHP
2015	Djapan et al.	A new fuzzy model for determining risk level on the workplaces in manufacturing small	Manufacturing	Prioritizing OHS risks	Fuzzy AHP

		and medium enterprises			
2015	Vahdani et al.	A new FMEA method by integrating fuzzy belief structure and TOPSIS to improve risk evaluation process	Steel	Prioritizing OHS risks	Fuzzy TOPSIS
2015	Liu et al.	A novel approach for failure mode and effects analysis using combination weighting and fuzzy VIKOR method	Health	Prioritizing OHS risks	Fuzzy AHP, fuzzy VIKOR
2016	Khalil et al.	Ranking the indicators of building performance and the users' risk via Analytical Hierarchy Process (AHP): Case of Malaysia	Educational buildings	Weighting OHS performance indicators	AHP
2016	Delice and Zegerek	Ranking Occupational Risk Levels of Emergency Departments Using a New Fuzzy MCDM Model: A Case Study In Turkey	Health	Prioritizing OHS risks	Fuzzy GRA, uzzu DEMATEL
2016	Efe et al.	Analysis of Error Types and Impacts via Fuzzy Promethee Method in Occupational Safety: An Implementation in a construction firm	Construction	A new risk assessment method	Fuzzy PROMETHEE
2016	Yılmaz and Şenol	A fuzzy multi-criteria model and its implementation for risk assessment in occupational health and safety	Metal	A new risk assessment method	Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS
2017	Raviv et al.	AHP-based analysis of the risk potential of safety incidents: Case study of cranes in the construction industry	Crane sector	Prioritizing OHS risks	AHP
2017	Gül et al.	Occupational health and safety risk assessment in hospitals: A case study using two-stage fuzzy multi-criteria approach	Health	A new risk assessment method	Fuzzy AHP, Fuzzy VIKOR
2017	İnan et al.	A multiple attribute decision model to compare the firms' occupational health and safety management perspectives	None	Weighting OHS performance indicators	VIKOR
2017	Kokangül et al.	A new approximation for risk assessment using the AHP and Fine Kinney methodologies	Production	A new risk assessment method	AHP
2017	Öztürk and Toptancı	An Integrated MCDM Model for Occupational Safety Specialist Selection	None	Choosing OHS expert	AHP
2017	Efe et al.	An integrated intuitionistic fuzzy set and mathematical programming approach for an occupational health and safety policy	Construction, textile, metal	A new risk assessment method	AHP, VIKOR
2017	Liu et al.	Failure mode and effect analysis with extended grey relational analysis method in cloud setting	Paper production	A new risk assessment method	GRA
2017	Ediz et al.	Assessment of Occupational Health and Safety Administration System Performance Indicators via AHP	None	Weighting OHS performance indicators	AHP
2017	Janackovic et al.	Selection of key indicators for the improvement of occupational safety system in electricity distribution companies	Electricity	Weighting OHS performance indicators	Fuzzy AHP

2018	A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system	Construction	A new risk assessment method	Fuzzy AHP
------	---	--------------	------------------------------	-----------

4.2.1. Jeotermal sondaj alanları ile ilgili literatür çalışmaları

Dünyada enerji açığının sürekli artması ve fosil yakıtlardan yeşil enerjiye yönelme, jeotermal sondaj sayısını her geçen gün arttırmaktadır. Bu alanda iş sağlığı yönünden düzenlenmesi gereken olumsuz etkilerinin bilimsel olarak ele alınmasını gerekli kılmıştır. Ulusal ve uluslararası literatürde jeotermal sondaj kuyularının farklı yönlerini ele alan birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Literatürde sondaj kuyuları ile ilgili yapılmış çalışmalardan bazıları incelendikten sonra, Çizelge 10' da incelenen çalışmalara ait grafikler paylaşılmıştır.

Yari, M; Bagherpour, R; Almasi, N (2016) çalışmalarında, boyutsal ve dekoratif taşlar Çin, İtalya ve İran'ın önemli kaynakları arasındadır. Bu madenlerdeki ölümcül ve ölümcül olmayan kazaların sıklığı, güvenlik parametrelerine daha fazla dikkat edilmesi gerektiği anlamına gelir. Bu amaca ulaşmanın ilk aşaması, bu madenlerin güvenliği ile ilgili ana faktörleri belirlemek ve bu madenleri bu endeksleri dikkate alarak sıralamaktır. Bu makalede, mayınların empoze edici tüm özellikler anlamında güvenliğe önem veren sıralaması için kapsamlı bir model parametreleri sunulur. Modeli doğrulamak için, Lorestan eyaletindeki Pyrtak Company'nin 19 aktif mayın kullanılmıştır. AHP TOPSIS ve bulanık ortam kullanılarak dekoratif taş madenlerinde tüm güvenlik parametreleri belirlendikten ve bu özelliklerin ağırlıklandırılmasından sonra madenler sıralanmıştır. Dekoratif taş madenlerinin sistematik bir değerlendirmesinden sonra, en uygun maden seçilir.

Gokpinar E (2018), yaptıkları çalışmada, sektörde meydana gelen meslek olaylarını, bunların temel nedenlerinin neler olduğunu ve iş kazalarını nasıl azaltacağını önlem alarak açıklamayı amaçlamaktadır. Mesleki olayların sayısını azaltmak için dünyanın birçok ülkesinde çok sayıda çalışma yapılmıştır ve bu olaylarda önemli bir azalmaya yol açmıştır. Bu çalışmada, örnek olay incelemesi

olarak şirkette meydana gelen meslek olayları ve benzer şirketlerde meydana gelen diğer meslek olayları ve bunların azaltılması için alınan önlemler ayrıntılı olarak tartışılmıştır. (Gokpinar & Balas, 2019)

Abbas M., Edmundas K. Z., Zainab K., Norhayati Z., Ahmad J., Khalil Md N., Masoumeh K. (2016) hazırladıkları tezde enerji yönetimi sorunları ile ilgili karar verme yaklaşımlarının uygulanması ve kullanımı hakkında bir inceleme sunmuştur. Bu makale 1995'ten 2015'e kadar enerji yönetimi ile ilgili 72 önemli dergide "Web of Science" veritabanından seçilen ve bu bağlamda "PRISMA" olarak adlandırılan sistematik ve meta-analiz yönteminin 196 adet yayınlanmış makalesini seçmiş ve gözden geçirmiştir. Yayınlanan tüm makaleler 13 farklı alanda sınıflandırılmıştır: çevresel etki değerlendirmesi, atık yönetimi, sürdürülebilirlik değerlendirmesi, yenilenebilir enerji, enerji sürdürülebilirliği, arazi yönetimi, yeşil yönetim konuları, su kaynakları yönetimi, iklim değişikliği, stratejik çevresel değerlendirme, inşaat ve çevre yönetimi ve diğer enerji yönetim alanları. Ayrıca, makaleler yazarlar, yayın yılı, yazarların uyruğu, bölge, teknik ve uygulama, kriter sayısı, araştırma amacı, boşluk ve katkı, çözüm ve modelleme, sonuçlar ve bulgular temelinde kategorize edilmiştir. Entegre yöntemlerde hibrit MCDM ve bulanık MCDM ilk kullanım yöntemleri olarak sıralanmıştır. (Mardani et al., 2017)

Duncan, I. (2014) bu çalışmasında, riskleri CO² bazlı gelişmiş yağ geri kazanımı (CO²-EOR), doğal gaz depolama ve asit gazının atılması gibi analog faaliyetlerle ilişkili riskler hakkında bilgi kullanarak inceler. Hem doğal gaz hem de CO² boru hatları için olay oranları, bu tür boru hatlarının yarattığı bireysel risk için vekiller olarak CO² boru hatları riskine ilişkin raporlarda ve raporlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. CCS'nin kantitatif risk değerlendirmelerinin ölümcüllük riskini bu makalede tahmin edilen değerlerden iki ila altı daha düşük bir faktör kullanarak ölüm riskini fazla tahmin ettiği sonucuna varılmıştır.

Mengxi Y., Noor Q., S. C. Peres, S. Sachdeva, M. S. Mannan, (2017) makalesinde, petrol ve gaz çıkarma endüstrileri çalışanlarının maruz kaldıkları çok sayıdaki tehlike ve yüksek ölüm oranlarının sonucunu getirmiştir. Çalışmada Teksas sondaj ve servis operasyonlarının güvenlik performanslarını artırmak için bir SMS

geliştirmektir. İlk olarak, doğrudan genişletilip genişletilemeyeceklerini belirlemek için Amerika Birleşik Devletleri'ndeki mevcut SMS'ler, yani Proses Güvenliği Yönetimi (PSM) ve Emniyet ve Çevre Yönetim Sistemleri (SEMS) incelenmiştir. İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) olay verilerinin analizine göre, yeni bir SMS'nin geliştirilmesi iki SMS'nin genişletilmesinden çok daha iyi bir çözümdür. Olayların nedensel faktörlerini tanımlayıp kategorilere ayırarak yeni bir SMS önerilmiştir. SMS, hem proses hem de personel güvenliğini entegre etmek için geliştirildi ve Teksas sondaj ve servis işlemleri için doğru tasarlama yapıldı. Endüstriler, güvenlik programlarını oluşturmak için yönetim sistemini bir çerçeve olarak kullanabilirler. (Yu et al., 2017)

M. K. Moghaddama, F. Samadzadegana, Y. Noorollahib, M. A. Sharifia, R. Itoic, (2013) çalışmasında jeotermal kaynakların bilinen oluşumları ile bölgesel ölçekte kamuya açık jeobilim veri setleri arasındaki mekansal dağılım ve mekansal ilişkiyi incelemek için yavru analizi ve kanıt ağırlıkları kullanılmıştır. Bu analizler, her kanıt özelliğinin optimum kesme mesafesini ve ağırlığını hesaplayarak bölgesel ölçekli bir jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik etkileşim modelini desteklemektedir. Mekansal ilişki analizi, jeokimyasal ve jeofiziksel verilerin jeotermal kaynakları araştırmak için kanıt katmanları olarak jeolojik verilere göre daha önemli rol oynadığını göstermiştir. Mekansal delil verilerinin entegrasyonu, bu katmanların jeotermal kaynakları oluşturmak için nasıl etkileştiklerini gösterir. Boolean indeks yer paylaşımı, OR operasyonlu Boolean indeks yer paylaşımı, çok sınıflı indeks yer paylaşımı ve bulanık mantık tahmin modelleri uygulanmış ve prospektif haritaların oluşturulmasıyla karşılaştırılmıştır. Tahmin oranı tahmincisi, bulanık mantık modellemesinin, en sevilen alanlarda yaklaşık 26 tahmin tahminiyle en güvenilir ve doğru tahminle sonuçlandığını gösterdi. (Moghaddam et al., 2014)

M.Yalcin, F. K. Gul (2017) çalışmasında, jeotermal arama çalışmaları genellikle maliyetli ve karmaşık olması dolayısıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Analiz Yöntemi (MCDA), geniş alana yayılan hazırlık verileri, mevcut ve potansiyel jeotermal alanların araştırılması ve hedef alanın daraltılmasıyla daha kontrollü ve doğru sonuçların elde edilmesi gibi hayati avantajlara sahiptir. Bu çalışmada, Akarçay Havzası sınırları içerisinde

Afyonkarahisar'daki CBS Tabanlı MCDA tarafından jeotermal potansiyel alanlar tanımlanmıştır. MCDA'nın karar analizi aşamasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılmış ve AHP kapsamındaki her bir ölçütün göreceli ağırlıklarını belirlemek için ikili karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Jeotermal potansiyel haritanın avantajı, standartlaştırılmış veri katmanlarının ağırlıkları ile sentezlenmesi yoluyla oluşturulmuştur. Harita, Doğal Sonlar Jenks Yöntemi kullanılarak altı sınıfla (çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek ve son derece yüksek) sınıflandırılmıştır. Çalışmanın sonuçları Gazligol, Ömer, Gecek, Kız, Uyuz, Heybeli jeotermal sahalarındaki mevcut kaplıca yerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, mevcut tüm kaplıcalar GIS tabanlı MCDA yöntemi ile tanımlanan son derece yüksek sınıftadır. (Yalcin & Kilic Gul, 2017)

F. Tinti, S. Kasmaee, M. Elkarmoty, S. Bonduà, V. Bortolotti (2018) çalışmada, sığ jeotermal enerjinin sömürü potansiyeli genellikle sahaya özgü yer ısısı özellikleri olarak tanımlanır. Doğru olsa da bu varsayım analizin karmaşıklığını sınırlamaktadır, çünkü fizibilite çalışmaları, bir jeotermal teknolojinin etkin piyasa yaşayabilirliğini veya sığ bir jeotermal projenin ekonomik değerini hesaplarken dikkate alınması gereken birçok başka bileşeni içermektedir. Ek olarak, bir fizibilite çalışmasının sonuçları sadece çeşitli faktörlerin toplamı değildir, çünkü bazı bileşenler birbiriyle çelişebilirken, diğerleri sadece nitel nitelikte olacaktır. Bu nedenle, bir alanın sığ jeotermal kurulum için uygunluğunu değerlendirmek için farklı yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Bu makalede, mümkün olduğunca çok sayıda farklı jeotermal ilgili faktörü karşılaştırmayı amaçlayan yeni bir CBS platform tabanlı çok ölçütlü karar analizi yöntemi tanıtılmaktadır. Analitik Hiyerarşik Süreç Aracı kullanılarak belirli bir teknolojik durum için jeolokalize bir Uygunluk Endeksi elde edildi: GEOTeCH Projesi kapsamında geliştirilen entegre teknolojiler. Söz konusu teknolojiler için Avrupa için bir uygunluk haritası hazırlanmıştır. (Tinti et al., 2018)

H. Polatidis, K. Haralambidou & D. Haralambopoulos (2014) çalışmada, doğal kaynakların kullanılması için karar verme sürecine uygun değerlendirme prosedürü ile yardımcı olunabilir. Özellikle enerji ve çevresel kaynak planlamasında ortaya çıkan çatışmaların çözümü çok kriterli bir karar analizi yöntemiyle gerçekleştirilebilir. Bu makale, bir jeotermal alan için alternatif

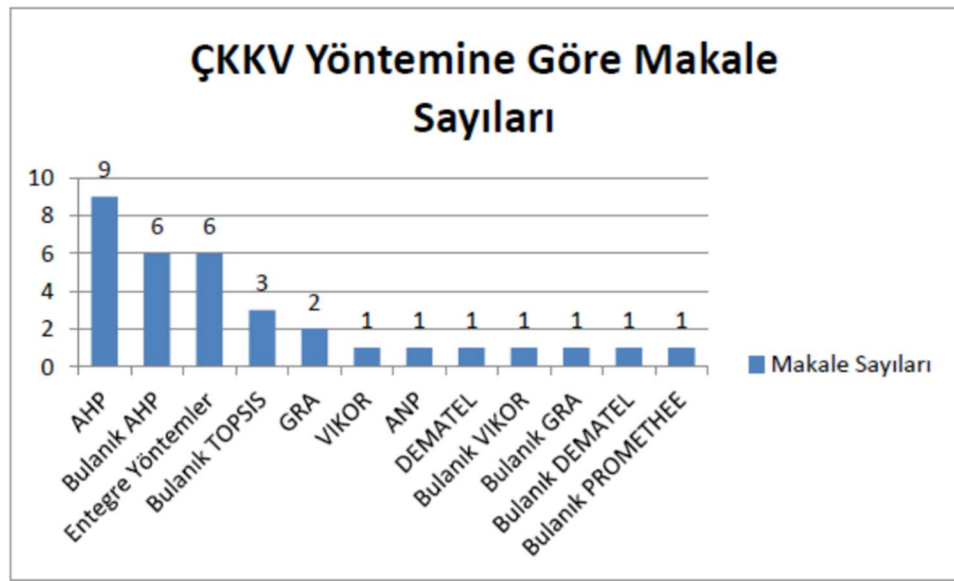
yatırım senaryolarının seçimine ilişkin bir vaka çalışmasından alınan gerçek bir veri seti bağlamında, çok kriterli PROMETHEE III ve PROMETHEE II yöntemlerini karşılaştırmaktadır. İki yöntemin temel ilkeleri ve algoritmaları başlangıçta sunulur ve daha sonra yöntemler aynı giriş verileri ve ilgili parametreler kullanılarak uygulanır. Elde edilen sonuçlar, PROMETHEE III ve PROMETHEE II yöntemlerinin jeotermal kaynakların kullanımı ile ilgili gerçek bir veri setinde uygulanmasıyla elde edilen sonuçların benzerlikleri ve farklılıkları hakkında değerli bilgiler sağlayabilir. Ayrıca, her iki yöntemin aynı anda uygulanmasının karar analizi uygulamasının sağlamlığını artırabileceği ve sonucun meşruiyetini artırabileceği bulunmuştur. (Polatidis et al., 2015)

D.A. Haralambopoulos, H. Polatidis (2017) Bu makale, PROMETHEE II geçiş yöntemini kullanarak yenilenebilir enerji projelerinde çok kriterli analize yardımcı olmak için uygulanabilir bir grup karar alma çerçevesini açıklamaktadır. Önerilen çerçeve, Sakız Adası, Yunanistan'da bulunan bir jeotermal kaynağın sömürülmesi ile ilgili bir vaka çalışmasında test edilmiştir. Sunulan yapı, seri, ayrıştırılmış bir gündem sağlar ve genel süreç şeffaflığını artırır. Ek olarak, yenilikçi unsurlar, farklı düzeylerde kaynak kullanımının karar çerçevesi içine dahil edilmesi ve PROMETHEE tercih eşiklerinin doğrudan belirlenmesidir. Geliştirilen metodoloji kullanıcı dostu bir yaklaşım sağlar, farklı aktörler arasındaki sinerjiyi destekler ve fikir birliğine yol açabilir. (Haralambopoulos & Polatidis, 2003)

J.-J. Wang, Y.-Y. Jing, C.-F. Zhang, J. -H. Zhao (2007) çalışmada, çok kriterli karar analizi (MCDA) yöntemleri, sürdürülebilirlik hedefinin çok boyutlu olması ve sosyo-ekonomik ve biyofiziksel sistemlerin karmaşıklığı nedeniyle sürdürülebilir enerji için karar vermede giderek daha popüler hale gelmiştir. Bu makale, sürdürülebilir enerji için çok kriterli karar vermenin farklı aşamalarında, yani kriter seçimi, kriter ağırlıklandırma, değerlendirme ve nihai toplama gibi ilgili yöntemleri gözden geçirmiştir. Enerji tedarik sistemlerinin kriterleri teknik, ekonomik, çevresel ve sosyal yönlerden özetlenmektedir. Ölçütlerin ağırlıklandırma yöntemleri üç kategoriye ayrılır: sübjektif ağırlıklandırma, objektif ağırlıklandırma ve kombinasyon ağırlıklandırma yöntemleri. Enerji karar vermede ağırlıklı toplam, öncelik belirleme, geride bırakma, bulanık küme

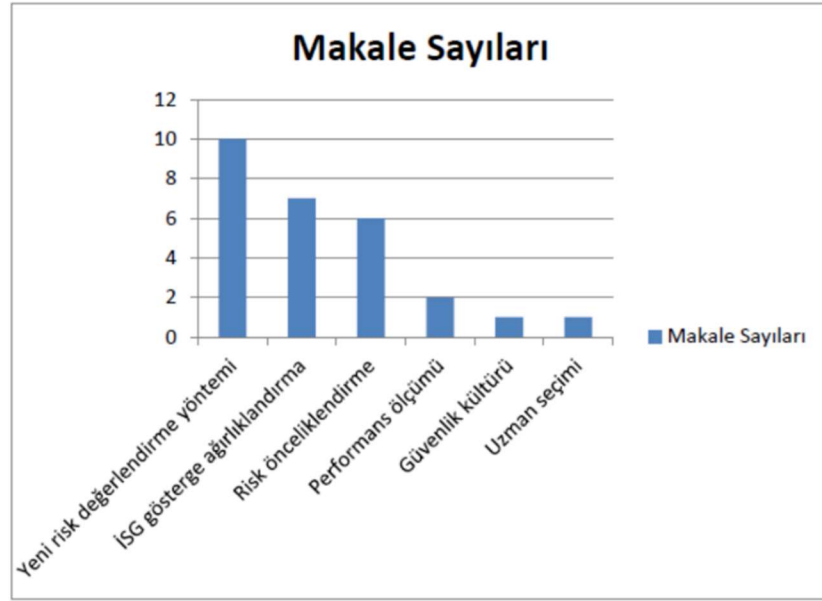
metodolojisi ve bunların kombinasyonlarına dayanan çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Yatırım maliyetinin tüm değerlendirme kriterlerinde ilk sırada yer aldığı ve çevre korumasına daha fazla odaklandığı için CO2 emisyonunun yakından takip edildiği, eşit kriterler ağırlıkları hala en popüler ağırlıklandırma yöntemi, analitik hiyerarşi süreci en popüler kapsamlı MCDA yöntemidir ve toplama yöntemleri sürdürülebilir enerji karar alma süreçlerinde rasyonel sonuç elde etmek için yararlıdır. (Wang et al., 2009)

Şekil 30 Literatür araştırmasında maden ve sondaj ile ilgili çalışmaların kullandıkları yöntemlere göre dağılımı



Tabloya göre en çok çalışma yapılan ÇKKV yöntemi AHP'dir, bunu bulanık AHP izlemektedir. Entegre yöntemler; birden çok ÇKKV yönteminin beraber kullanıldığı yöntemler olarak tanımlanmıştır ve yapılan çalışma sayısı 6'dır.

Şekil 31 Literatür araştırmasında maden ve sondaj ile ilgili çalışmaların konularına göre dağılımı



En çok yapılan çalışmanın yeni bir risk değerlendirme yöntemi önerisi olduğu görülmektedir. Bunu İSG göstergelerinin ağırlıklandırılması ve risklerin önceliklendirilmesi izlemektedir. Performans ölçümü yapan çalışma sayısı 2'dir.

4.2.2. Performans ölçümü ile ilgili literatürdeki çalışmalar

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde kurumsal performans ölçümüne giderek daha fazla önem verildiği görülmektedir. Sınırlı kaynakların etkin ve verimli kullanımı yanında son zamanlarda başarılı kurumlarda görülen farklılıklar, sebep olan faktörler ve iyileştirici öneriler araştırmacılar için, bu konuda daha fazla inceleme yapma isteği uyandırmıştır. Literatürde çok farklı sektörlerde, performans ölçümünü farklı yöntemler ile ele alan birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Buna karşın performans ölçümünde SWOT ve radar analizlerinin uygulanarak, maden sektöründe yer alan sondaj işlerinin tüm alanlarını kapsayıcı bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Literatürde performans ölçümü, SWOT ve radar diyagram analizleri ile ilgili alanlarda yapılmış çalışmalardan bazıları;

Bij ve Vissers (1999) çalışmalarında, sağlık ve bakım süreçlerinin izlenmesi ile değerlendirilmesi kapsamında yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Hastanelerde

yapılan gözlemlerin yanında literatür taraması ile gözlemlerini desteklemişlerdir. Çalışmalarında, literatür taraması ile hastanelerde gözlem yapmışlardır. Sonuç olarak, “performans göstergeleri çerçevesi” ve “ölçüm araçları” geliştirmişlerdir (Mukherjee et al., 2014) Griffith (2019), sağlık kurumlarının rekabet gücünü performans ölçümü kullanarak değerlendirmiş ve performans ölçümü için gerekli bilginin boyutlarını belirlemiştir. Tespit edilen altı performans boyutunun iyi takibi sonucunda, işletmenin başarılı olacağını belirtmiştir (White & Griffith, 2019). Kurttila ve diğerleri (2000), “A’WOT” ismiyle, yaygın olarak kullanılan son derece basit AHP ve SWOT analizlerinin birleşiminden oluşan, melez bir yaklaşım önermişlerdir. AHP yöntemini SWOT analizi içerisinde kullanarak, sistematik olarak SWOT faktörlerinin değerlendirilmesi ve kendi aralarında önceliklendirilmesine olanak sağlamıştır (Kurttila et al., 2000). Kabadayı, (2002), geleneksel ve modern ölçme yöntemlerini kullanarak kurumsal performans ölçümünü değerlendirmiştir. (Kabadayı, 2002). Dyson (2004), SWOT faktörlerinin 1-5 ölçeği kullanılarak puanlamasını ve ağırlıklarının elde edilmesini sağlamıştır. Hedef ve kullanılan stratejiler ile ilişkilerin ortaya çıkarılarak geriye dönülerek SWOT faktörleri arasındaki en yüksek ağırlığa sahip olanları önermiştir (Dyson, 2004). Chang ve Huang (2006) yaptıkları çalışmada, A’WOT yaklaşımını temel alarak “Nicel SWOT Analizi Yöntemi” adıyla yeni bir yaklaşım sunmuşlar ve bu yaklaşım ile örnek uygulamalarında Güney Asya’daki bazı limanların rekabet güçlerini değerlendirmeleri sonucunda her bir liman için rekabet güçlerini arttıracak yeni stratejiler önermişlerdir (Chang & Huang, 2006)(ÖZER, 2009), performans yönetimi yazın araştırması yapılmış ve kamu kurumlarındaki sistemleri kıyaslanmıştır. Kamu kurumlarının tamamında tek tip bir performans ölçüm sisteminin kullanılması gerektiğini, bu sayede kurumlarda çalışan personelin hesap verme ve sorumluluk duygularının arttırılacağını belirtmiştir (Özer, 2009). Wickramasinghe ve Takano (2010), krizden etkilenen turizm destinasyonlarının tekrar hayata döndürülmesi için stratejik planlamanın gerekliliği üzerinde çalışılarak ve SWOT ve AHP modelleri kullanılmıştır (Wickramasinghe & Takano, 2010). Saluvan ve Kaya (2010), hastane performansının ölçümü ile ilgili çeşitli bireysel ve örgütsel yaklaşımları incelenmişlerdir (SALUVAN & KAYA, 2010). Mousakhani ve diğerleri (2010), bulanık analitik hiyerarşi yöntemini kullanarak

Balanced Scorecard'ın bir eksikliği olarak görülen ölçüm sorununu çözmeyi amaçlamışlardır. Balanced Scorecard ile 4 boyutta hesaplamalar yapılmış ve bu metodla 5 hastane ölçülen performanslar ile derecelendirilmiştir (Morteza et al., 2010) Manteghi ve Zohrebi (2011), beş güç analizini kullanıp, sektörel rekabeti analiz etmiş, ardından SWOT matrisi ile stratejik analiz yapmışlardır. Elde edilen veriler BSC ile boyutlandırılmıştır. İşletmelerde yetkinlik ve kabiliyetlerine göre rekabet etmeleri ve uzak durmaları gereken alanları tespit etmişlerdir (Manteghi & Zohrabi, 2011). Bentes ve diğerleri, (2012), AHP tekniği ile farklı lokasyonlardaki işletmelerin BSC başarılarının kıyaslanması konusunda uygulama yapmışlardır. Uygulamada farklı çevrelerde faaliyet gösteren çalışma alanlarının başarılı olduğu ve gelişime açık alanları tespit edilmiştir (Bentes et al., 2012). Tokpunar (2014) yaptığı çalışmada, gıda işletmelerinin verimliliğini artırmaya yönelik görsel bir uygulama modeli olan radar diyagramları üzerinde çalışılmıştır. (TOKPUNAR, 2014)(NİŞANCI & TATKAN, 2020), Isparta Yenışarbademli ilçesindeki ekoturizm potansiyelini SWOT analizi yardımıyla incelemiştir. Yöre halkına uygulanan anket aracılığıyla bölgede yapılabilecek ekoturizm etkinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır (NİŞANCI & TATKAN, 2020).

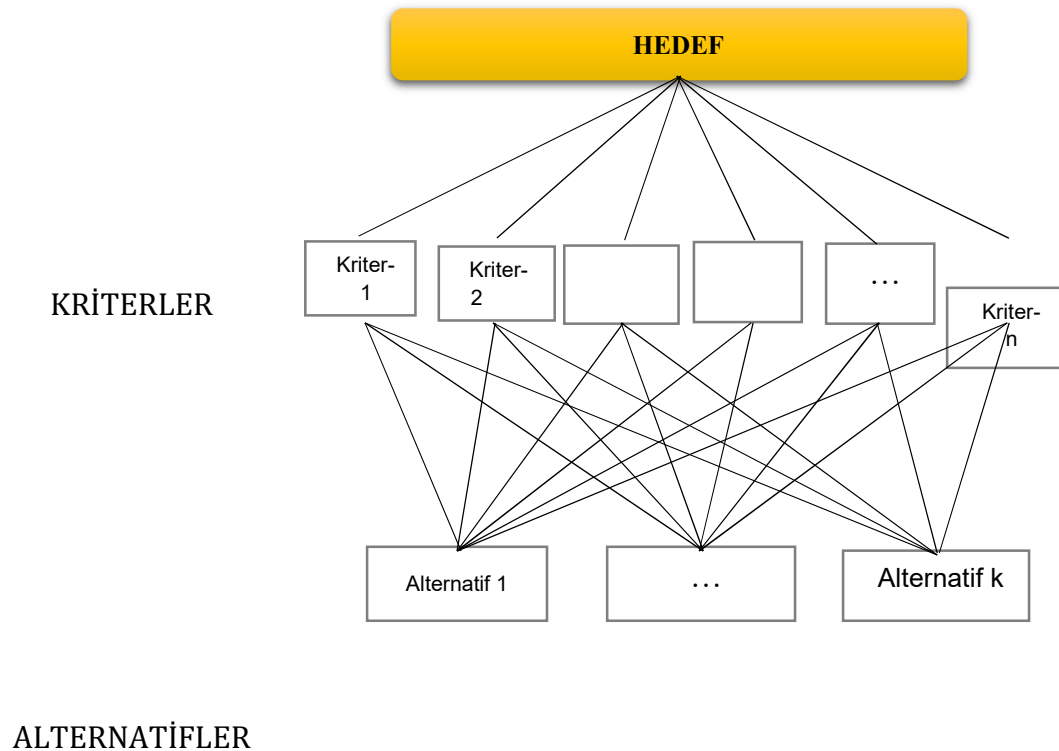
5. YÖNTEM VE ANALİZ

Bu bölümde, çalışmamızda uygulanan yöntemlerin teorik alt yapısı hakkında bilgi verilmiştir.

5.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi ve Adımları

Analitik hiyerarşi prosesi 1968 yılında ilk olarak Myers ve Alpert tarafından ortaya atılmış ve 1977de ise Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından bir model haline getirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılır hale gelmiştir (Nebati & Ekmekçi, 2018). AHP yöntemi karar vericilerin karmaşık problemleri, amaçların, kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin arasındaki ilişkiyi göstererek çok seviyeli hiyerarşik bir yapıda modellemelerine yardımcı olur (Şekil 32).(Saaty, 1994)

Şekil 32. Hiyerarşik yapı modeli (Saaty & Vargas, 1987)



Bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için gerekli adımlar;

- hiyerarşik yapının oluşturulması,
- ikili karşılaştırma matrisleri,
- öz vektör değeri ve tutarlılık oranı,
- önem ağırlıklarının bulunması ve
- alternatiflerin sıralanması olarak tanımlanmıştır (EREN et al., 2018).

Bu metodun uygulama aşamasında öncelikle, problem net olarak tanımlanmalı ve problemdeki amaç belirlenmelidir. Ana kriterler, alt kriterler, en alt seviyede bulunan alternatifler belli bir hiyerarşik yapı düzenine göre oluşturulduktan sonra, kriterler arası ve alternatifler arası ilişkilerde birbirlerine göre önem derecelerinin tespit edilmelidir. Karar verecek kişiler tarafından alternatifler ve kriterler arasında birbirleri ile ikili karşılaştırmaları yapılır. Bu kıyaslama matrisleri (nxn) kare matris boyutundadır. Kıyaslamalar ve matrisler oluşturulurken, Çizelge 5’ de yer alan ikili kıyaslama ölçeği kullanılır (Saaty & Vargas, 1987).

Çizelge 5 İkili kıyaslama ölçeği [Saaty,1990; 2008]

Önem	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki faktör aynı derecede önem taşır
3	Biraz daha fazla önemli	Biri diğerine göre biraz daha fazla önem taşır
5	Oldukça önemli	Biri diğerine göre oldukça önem taşır
7	Çok daha önemli	Biri diğerine göre çok daha fazla önem taşır
9	Kesinlikle daha önemli	Biri diğerine göre kesinlikle daha fazla önem taşır
2,4,6,8	Ara değerler	Tercih değerleri birbirine yakın olduğunda kullanılır

İkili kıyaslama matrisinde her sütunun normalize edilmesi için, sütunlar toplanır ve matrisin elemanları ilgili sütun toplamına bölünerek normalize edilmiş matris oluşturulur. Bir sonraki adımda, her alternatif ya da kriter için oluşturulmuş normalize edilmiş matrisin satır toplamaları alınarak öncelik vektör matrisi elde edilir. Öncelik vektörü ile elde edilen öncelik matrisindeki, her kriter ya da alternatif için oluşturulmuş öncelik değerleri o kriter veya alternatife ait ikili kıyaslama matrisinin sütun elemanları ile çarpılır ve ağırlıklandırılmış toplam

matris elde edilir. Ağırlıklandırılmış toplam matrisin satır değerleri toplamı öncelik vektör matrisinin satır değerlerine bölünür ve oluşan (nx1) boyutunda ki matrisin elemanlarının aritmetik ortalaması alınarak kriterlerin veya alternatiflerin öncelik değerleri elde edilir. Öncelik değerleri eşitlik 1’de ki formül ile hesaplanır.

$$Wi = \frac{\sum_{j=1}^n cij}{n} \quad \text{Denklem 1}$$

Son aşamada karar vericinin, karar kriterlerinin ve karar seçeneklerinin ikili karşılaştırmalarının tutarlı olup olmadığının belirlenmesi için tutarlılık oranı hesaplanır. Tutarlılık oranının düşük olması, karar vericinin ikili karşılaştırmalardaki kararlarının tutarlı olduğunu, yüksek olması tutarsız olduğunu gösterir. AHP yönteminde 0,1’e kadar olan tutarlılık değeri kabul edilebilir. Eğer bu oran 0,1’den büyük ise karar verici ikili karşılaştırmalardaki kararlarını yeniden gözden geçirmesi ve adımları tekrarlaması gerekmektedir. Tutarlılık indeksi hesaplanırken (Saaty, 1994); öncelikle CI değeri bulunur. (CI) değeri hesaplanmasında (2) nolu formül kullanılır.

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad \text{Denklem 2}$$

Max öz değer (λmax) hesaplanmasında (3) nolu formül kullanılır. Toplam temel değer (Ei) kriter sayısına bölünür.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n Ei}{n} \quad \text{Denklem 3}$$

Tutarlılık oranı (CR); tutarlılık göstergesinin (CI), rassallık indeksine (RI) bölünmesi ile elde edilir, (4) nolu formül kullanılır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{Denklem 4}$$

Rassal indeks (RI) değerlerine ait veriler ise, Çizelge 15’de yer almaktadır.

Çizelge 6. Tutarlılık indeksi (RI) (Saaty,1980)

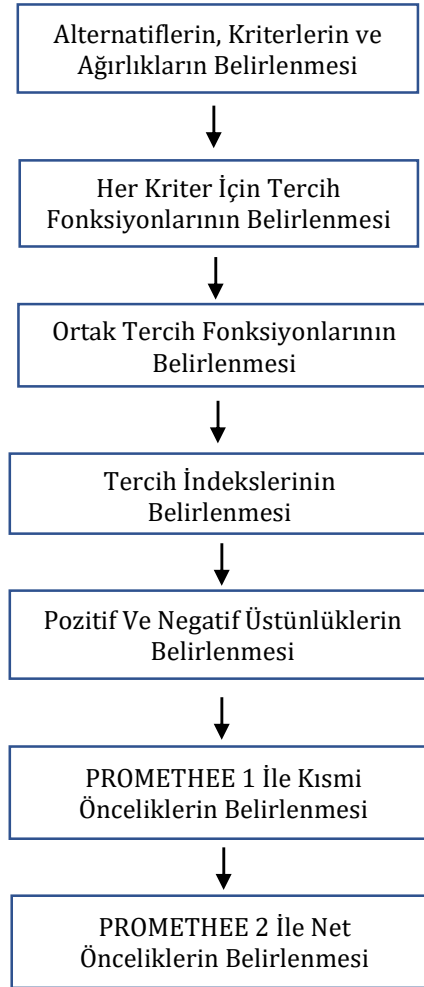
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Bu yöntemin olumlu ve olumsuz yönlerinden bahsedecek olursak; en önemli avantajı; basitliği ve bu konuda oluşturulmuş yazılımın elde edilebilir oluşudur (Lee et al., 2007). Birçok alanda farklı problemlere uygulanabilir ve kolay anlaşılabilir bir yöntemdir. Objektif ve sübjektif değerlendirme ölçütlerinin birlikte yürütülmesini sağlayarak, karar modellerinin hiyerarşi ile ifade edilmesi sayesinde; en üstten, en alt seviyeye kadar her noktada öncelikler net bir şekilde görülebilmektedir. Olumsuz yönleri ise, alternatifler için sıra değiştirmenin geçerliliği, kriter ağırlıklarının ve alternatiflerin değerlendirilmesinin öznel bir süreç olduğu, kriter ve alternatif sayısı arttıkça ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasının zorluğu, ulaşılan sonuçların “kesin doğru” olarak nitelendirilemeyeceği söylenebilir (Kuruüzüm & Atsan, 2001)(ULUDAĞ & DOĞAN, 2016)

5.2. PROMETHEE Yöntem ve Adımları

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) yöntemi 1982 yılında Brans tarafından geliştirilmiş çok ölçütlü bir öncelik belirleme yöntemidir (Brans & Vincke, 1985)(DAĞDEVİREN, 2007). PROMETHEE yöntemi 7 aşamadan oluşan bir karar verme yöntemidir). PROMETHEE yönteminin uygulanmasına geçilmeden önce kriterlerin, önem ağırlıklarının ve alternatif seçeneklerinin belirlenmesi gerekmektedir. PROMETHEE yönteminde aşağıda belirtilen adımlar uygulanmaktadır.

Şekil 33. PROMETHEE yöntemi uygulama adımları



Yöntemde, PROMETHEE 1 ve PROMETHEE 2 olmak üzere 2 ana aşama vardır. PROMETHEE yöntemi, karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalar yapılarak uygulanır. PROMETHEE yöntemini diğer çok değişkenli karar verme yöntemlerinden ayıran temel fark, değerlendirme faktörlerinin birbiri ile ilişkilerini gösteren önem ağırlıklarını ve her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır (Nebati & Ekmekçi, 2018).

Adım 1: Veri Matrisinin Oluşturulması: İlk adım olarak; alternatifler, kriterler ve kriter ağırlıkları belirlenir (Çizelge 7). $w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ ağırlıkları ile k kriter $c = (f_1, f_2, \dots, f_k)$ tarafından değerlendirilen alternatiflere $A = (a, b, c, \dots)$ ilişkin karar matrisi oluşturulur (DAĞDEVİREN, 2007).

Çizelge 7. Veri matrisi

Kriterler	a	b	c	...	w
f_1	$f_1(a)$	$f_1(b)$	$f_1(c)$	...	w_1
f_2	$f_2(a)$	$f_2(b)$	$f_2(c)$	...	w_2
...	...	...	...	...	...
f_k	$f_k(a)$	$f_k(b)$	$f_k(c)$	...	w_k

Adım 2: Kriterler için tercih fonksiyonlarının tanımlanması: Tercih fonksiyonları ölçütler için tanımlanır. Promethee yönteminde kullanılan 6 farklı tercih fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonlar Çizelge 8’de gösterilmiştir.

Çizelge 8. Tercih fonksiyonları (Brans & Vincke, 1985)

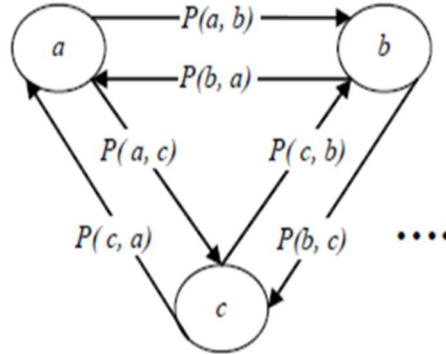
Tip	Parametreler	Fonksiyon
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$
İkinci Tip (U-Tipi)	q	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1, & x > q \end{cases}$
Üçüncü Tip (V-Tipi)	q	$p(x) = \begin{cases} x/q, & x \leq q \\ 1, & x > q \end{cases}$
Dördüncü Tip (Seviyeli)	p, q	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$
Beşinci Tip (Doğrusal)	p, q	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ (x - q)/p, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x > 0 \end{cases}$

Adım 3: Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi: Tercih fonksiyonları dikkate alınarak her bir değerlendirme faktörü için karar noktalarının ikili karşılaştırmaları yapılır ve ortak tercih fonksiyonları (Şekil 34) belirlenir. Ortak tercih fonksiyonlarının hesaplanması aşağıdaki eşitlikte gösterilmiş olup a ve b alternatifleri için ortak tercih fonksiyonu ile belirlenmektedir (5).

$$P(a, b) = \begin{cases} 0 & f(a) \leq f(b) \\ p[f(a) - f(b)] & f(a) > f(b) \end{cases} \quad \text{Denklem 5}$$

Karar noktalarının ikili karşılaştırmalarında değerlendirme faktörünün maksimizasyon ya da minimizasyon yönlü olup olmadığına dikkat edilir.

Şekil 34. Ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi (Brans & De Smet, 2016).



Adım 4: Tercih indekslerinin belirlenmesi: Ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. w_i ($i=1,2,...,k$) ağırlıklarına sahip olan k kriter tarafından değerlendirilen a ve b alternatiflerinin tercih indeksi (6) nolu formül ile hesaplanır.

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad \text{Denklem 6}$$

5.Adım: Alternatifler için pozitif (ϕ^+) ve negatif (ϕ^-) üstünlükler belirlenmesi: Alternatifler için pozitif üstünlük ϕ^+ negatif üstünlük ϕ^- üstünlük değerleri (7) ve (8) nolu formüller ile hesaplanır.

$$\phi^+ = \frac{1}{m-1} \sum \pi(a, x) \quad \text{Denklem 7}$$

$$\phi^- = \frac{1}{m-1} \sum \pi(x, a) \quad \text{Denklem 8}$$

Adım 6: PROMETHEE 1 ile alternatifler için kısmi önceliklerin belirlenmesi: PROMETHEE 1 ile kısmi öncelikler belirlenir. Kısmi öncelikler alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarının, birbirinden farksız olan alternatiflerin ve birbirleriyle karşılaştırılamayacak olan alternatiflerin

belirlenmesini sağlar. a ve b gibi iki alternatif için kısmi önceliklerin belirlenmesinde üç durum söz konusudur.

1. Durum: Aşağıdaki koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa, a alternatifi b alternatifine tercih edilir (9), (10), (11) nolu formüller ile hesaplanır.

$$\phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) < \phi^-(b) \quad \text{Denklem 9}$$

$$\phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) = \phi^-(b) \quad \text{Denklem 10}$$

$$\phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) < \phi^-(b) \quad \text{Denklem 11}$$

2. Durum: Aşağıda verilen koşul sağlanıyor ise a alternatifi ile b alternatifi farksızdır, (12) nolu formül ile hesaplanır.

$$\phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) = \phi^-(b) \quad \text{Denklem 12}$$

3. Durum: Aşağıdaki koşullardan herhangi biri sağlanıyor ise, a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırılmaz, (13), (14) nolu formüller ile hesaplanır.

$$\phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) > \phi^-(b) \quad \text{Denklem 13}$$

$$\phi^+(a) < \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) < \phi^-(b) \quad \text{Denklem 14}$$

Adım 7: PROMETHEE 2 ile alternatifler için tam önceliklerin belirlenmesi: Her bir alternatif için tam öncelikler hesaplanır. Hesaplanan tam öncelik değerleri ile bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama belirlenir, (15) nolu formül ile hesaplanır.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^+(b)$$

Denklem 15

a ve b gibi iki alternatif için hesaplanan tam öncelik değerine bağlı olarak aşağıda verilen kararlar alınır.

$$\phi(a) > \phi(b) \text{ ise, a alternatifi daha üstündür,}$$

Denklem 16

$$\phi(a) = \phi(b) \text{ ise, a ve b alternatifleri farksızdır.}$$

Denklem 17

Bu yöntemin olumlu ve olumsuz yönlerinden bahsedecek olursak; en önemli avantajı; kullanıcılar için diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine kıyasla daha kolay uygulanabilir basit bir sıralama yöntemidir. Gelişmiş bir bilgisayar yazılımı sayesinde görsel olarak birçok grafik sunma imkanı mevcuttur. Girdi değerlerinin genellikle karar vericilerin düşünce ve tecrübelerine dayanması ve kalitatif olarak belirlenmesi açısından ise, dezavantaja sahiptir (Brans & Mareschal, 1990)

5.3. Performans Ölçümü

Performans ölçümü, performans değerlendirmesi adı altında belirlenen performans kriterlerine göre mevcut durumun ölçülmesi süreci olarak tanımlanabilir. Bir başka tanımlamaya göre ise, performans ölçümünü, bir kurumun başarısını, sürdürülebilirliğini, işletmenin amaçlarına ulaşma düzeyini, ölçmeye yarayan bir kavram olarak açıklanabilir. Günümüzde ekonomik, sosyal ve teknolojik alanlarda yaşanan hızlı değişimler, işletmelerin performanslarını sürekli olarak takip etmeye ve geliştirmeye yönlendirmektedir. Bir işletmenin başarısı ve sürekliliği, onun performansına bağlıdır. Performans ölçüm sürecinde; beklentiler, bu beklentilerin gerçekleşme düzeyinin nasıl ölçüleceği, performans standartları, bu standartlar için gerekli olan yeterliliklerin neler oldukları, işletmenin güçlü ve zayıf yönleri ile geliştirilmesi gereken yönlerinin belirlenmesi gerekmektedir. (Nebati & Ekmekçi, 2018). Performans ölçümü ile işletmenin en üstteki birimlerinden en alt birim olan personele kadar başarı

durumlarının ölçülmesine olanak sağlayacak ortam hazırlanabilir, işletmenin genel başarı durumu ve sorunlarına ilişkin bilgi edinilebilir ve gelecekte ortaya çıkabilecek olayların önceden kestirilmesine olanak sağlanabilir (Onay et al., 2016). Bu çalışmada, performans ölçümünün sonuç analizinde SWOT analizi ve radar diyagram analizinden faydalanılmıştır.

SWOT analizi, işletmenin bir bütün olarak mevcut durumunun ve geleceğinin incelenmesi, üstün ve zayıf yönlerinin tanımlanması ve bunların çevre şartlarıyla uyumlu hale getirilmesi sürecidir (İnan et al., 2017). SWOT analizi, işletmelerin iç ve dış unsurlarının değerlendirilmesini sağlayarak, uzun vadeli stratejiler oluşturmak için kullanılan etkili bir yöntemdir. SWOT tekniğinin avantajı, hem mevcut durum, hem gelecek durum analizi yapmaya yardımcı olabilmektedir. SWOT, İngilizce “Strenght” (güçlü), “Weakness” (zayıf), “Opportunity” (fırsat) ve “Threat” (tehdit) kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Güçlü yönler ile işletmenin neyi iyi ve doğru yaptığı, hangi alanlarda iyi olduğu belirlenir. Zayıf yönler ile, işletmenin yetersiz kaldığı, rakiplerine göre daha az etkili olduğu yönler ve faaliyetler belirlenir. Fırsat, işletmeye dışardan yani dış çevresinin işletmeye sunduğu olanakların olduğu yönler ve faaliyetler olarak belirlenir. Tehdit, işletmenin gelişimini engelleyebilecek veya işletmeye zarar verebilecek her türlü yön ve faaliyet olarak belirlenebilir. SWOT analizi, stratejik yönetim amaçlarına ulaşabilmek için kullanılan araçlardan biridir. Bu değerlendirme ile analiz yapılan her unsur iç ve dış çevreleri ayrıntılı olarak analize tabi tutulur. Elde edilen sonuçlar neticesinde uygun stratejiler belirlenir. GZFT (güçlü, zayıf, fırsat, tehdit) analizi olarak da bilinen bu teknik ile güçlü yönler belirlenerek uygun hedefler saptanır. Zayıf yönler ile de alınacak tedbirler belirlenir (Tamer, 2009). SWOT analizi, geleceği dair gerekli görülen birçok konu ile ilgili yapılabilmektedir. Odak noktasında analize konu olan değişkenin, daha çok güçlü özelliklerine odaklanılarak bu özelliklerden daha fazla yararlanmayı sağlayarak, zayıf yönlerin ise azaltılmasıdır. Amaç, bu sayede çevredeki gelişmelerin ortaya çıkaracağı potansiyel fırsatlardan maksimum düzeyde yararlanılarak, içsel ve dışsal tehditlerin minimum düzeye indirilmesine olanak sağlayacak stratejilerin oluşturulabilmesi için bir temel oluşturmaktır (TEKTAŞ & HORTAÇSU, 2003).

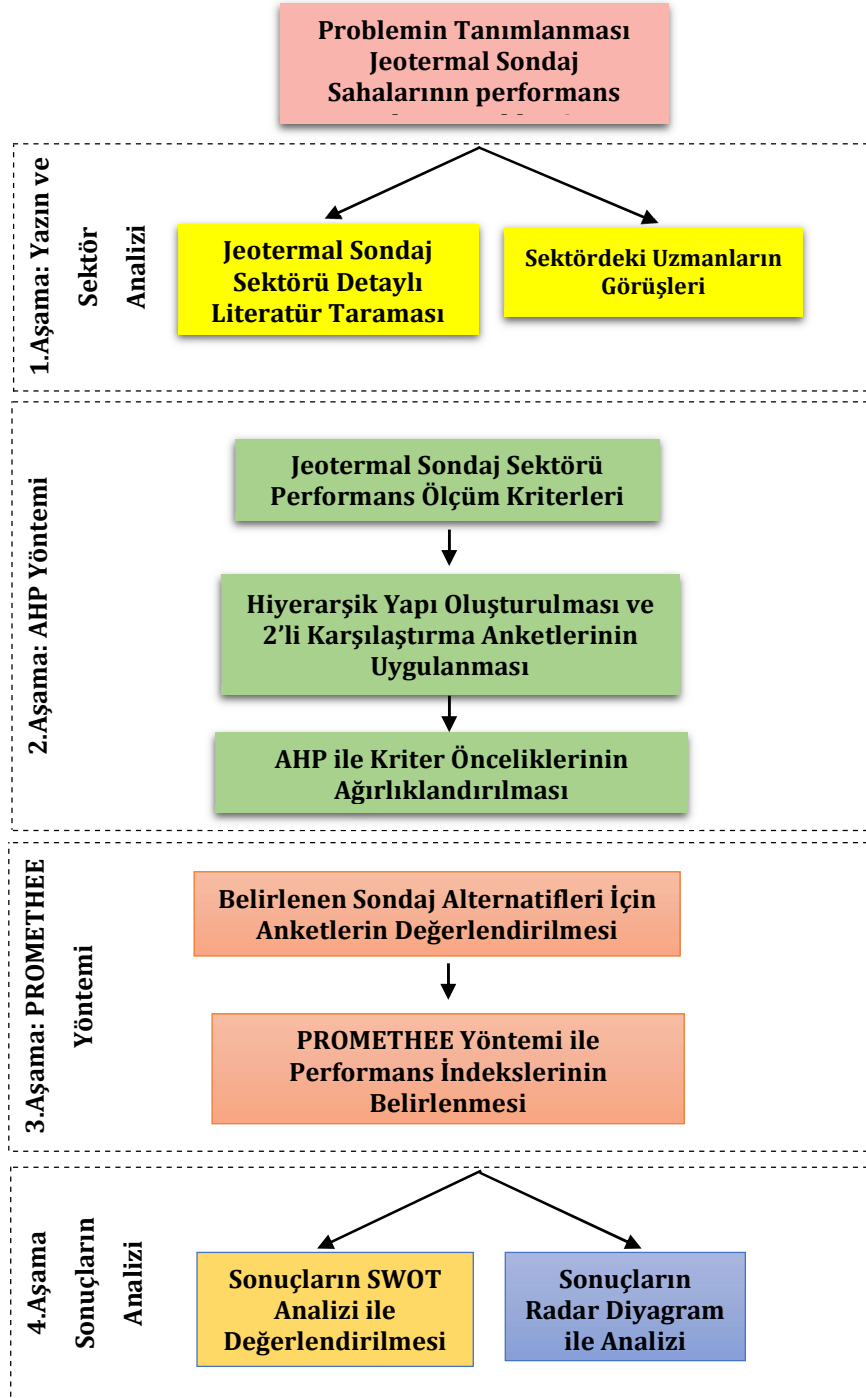
Bir ölçüm aracı olan radar diyagram analizi ise, işletmelerin performans düzeylerini belirlerken, süreç değerlendirmede hangi faktörlerin memnun edici, hangi faktörlerin iyileştirilmesi, geliştirilmesi gerektiğine ve gerekli alanların tespitine de yardımcı olmaktadır. Radar diyagramı; bir veya daha fazla değişkeni, her değişken için bir daire olmak üzere iki boyutlu bir grafikte görüntülemek için kullanılan bir grafik türüdür. Radar diyagramları, kıyaslanması istenen birden fazla verinin tek bir tablo üzerinde gösterilerek verilerin farklı bakış açıları ile görsel olarak yorumlanmasını ve kıyaslanmasını sağlar. Veriler MS Excel dokümanında bir tabloya işlenerek özel raporlar menüsü üzerinden radar diyagramı seçimi yapılarak çizilebilir (Nebati & Ekmekçi, 2018).

6. JEOTERMAL SONDAJ PERFORMANS İNDEKS MODELİ ÖNERİSİ

Her geçen gün dünyanın enerji ihtiyacı artmakta ve yenilenebilen enerji kaynakları gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Jeotermal enerji kaynaklarına ulaşabilmek için yapılan sondaj çalışmaları sırasında iş güvenliği performans ölçümü yapılması kurumlara olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Sahalarda performans ölçümü için, gerekli bilgilerin belirlenmesi ve analizinde en önemli aşama, performans değerlendirme kriterlerinin doğru belirlenmesidir. Performans değerlendirilirken birçok kriter göz önüne alınmaktadır. Bu kriterlerin önem ağırlıklarını belirleme sürecinde bazı kararlar verilmesi gerekir. Bu sebep ile, sondaj sahalarında değerlendirilmesi hedeflenen çok kriterli ve alternatifli problemlerin karar verme sürecinde ÇKKV yöntemleri kullanılabilir. Bu karar verme sürecinde alternatifler, karar vericinin öncelikleri, bazı ölçütler, çevresel etkiler ve bunların sonuçları yer alır. En doğru kararı vermek için, subjektif bir yaklaşımla çok kriterli karar verme yöntemlerini uygularken iyileştirmeyi, geliştirmeyi hedeflediğimiz yönleri de ortaya çıkarmış oluruz. Sondaj sahasında iş güvenliği için önerdiğimiz modelin algoritması şu şekildedir (Şekil 35);

İlk olarak sektöre ait detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Araştırma sonucunda özellikle literatürde eksik olan alanlar, öne çıkan temel kavramlar ve uzman görüşleri de göz önünde bulundurularak ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Sonrasında, uzmanlardan, Türkiye'deki jeotermal sondajların iş sağlığı ve güvenliği göz önünde bulundurularak ikili karşılaştırma çalışmalarını değerlendirilmesi istenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasını oluşturan AHP yöntemi uygulamasında, belirlenen kriterler için öncelik ağırlıklandırması elde edilmiştir. İkinci aşama olarak, belirlenen için PROMETHEE yöntemi ile performans indeksleri ve belirlenen alternatiflerdeki kriter öncelikleri değerlendirilmiştir. Bir sonraki adımda, elde edilen sonuçlardan yola çıkarak SWOT analizi uygulaması ile mevcut durumu analiz edilerek geleceğe yönelik iyileştirici stratejiler ve öneriler sunulmuştur. Son aşamada ise, radar diyagramları kullanılarak kriterlerin belirlenen alternatiflerindeki güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilmiş ve SWOT analizi sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Şekil 35. Önerilen Sondaj Sahalarında İSG performans ölçüm indeksi algoritması

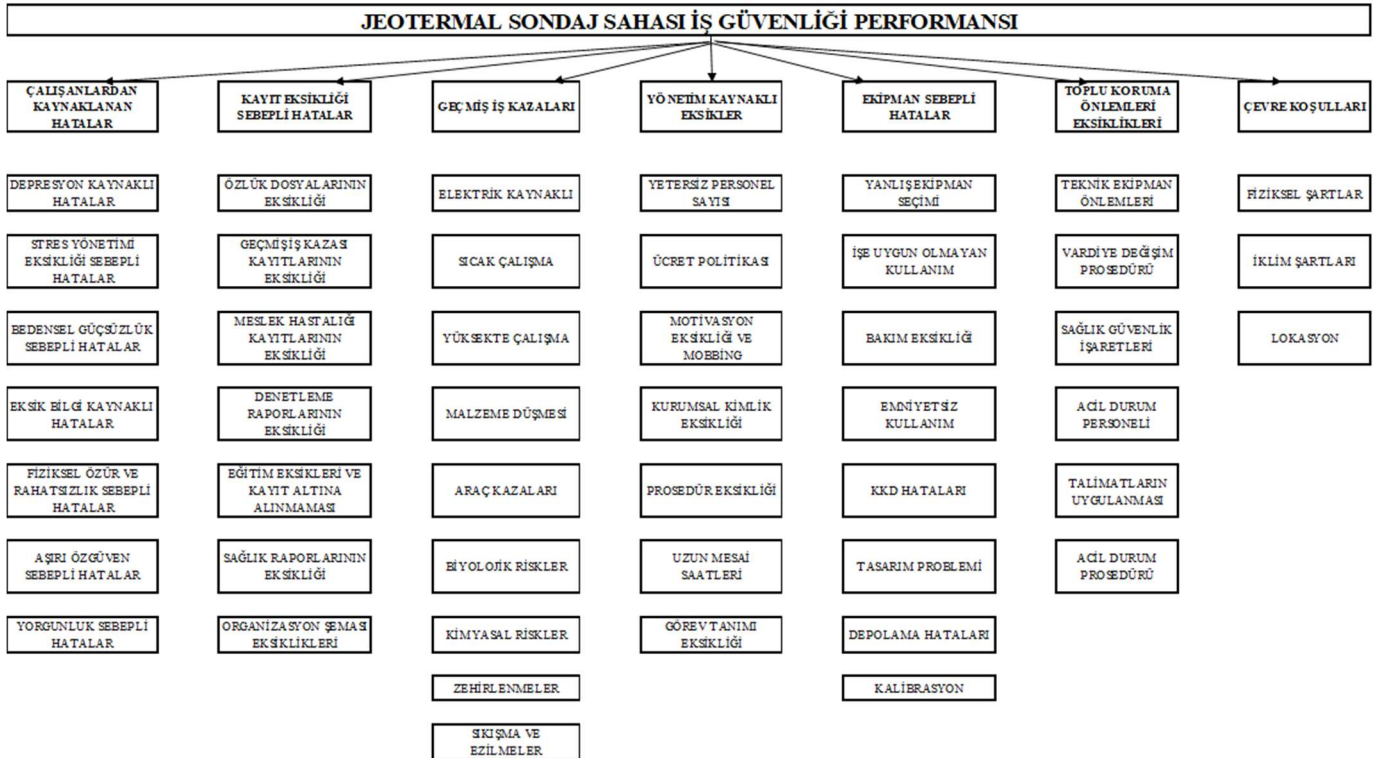


Sondaj alanında hali hazırda risk analizlerinde kullanılan tüm başlıklar ve jeotermal sondaj sondajlar ile ilgili yazılmış tüm kitap ve makaleler incelenerek oluşturulan sınıflandırmada yüzlerce kriter şu ana başlıklar ve alt başlıklar altında değerlendirilmiştir.

6.1. Kriterlerin Belirlenmesi ve Hiyerarşik Yapı Oluşumu

Performans değerlendirme kriterlerinin doğru belirlenmesi çok önemlidir. İş güvenliği performansı değerlendirilirken de birçok kriter değerlendirilmektedir. Bu kriterler, İSG performansını, jeotermal sondajın tüm alanlarında ölçmeye yardımcı olabilecek etkin faktörlerdir. Sondaj sektörü için önerdiğimiz modelde, 7 ana kriter ve 47 alt kriter olmak üzere toplamda 54 kriter tanımlanmıştır. Bu kriterleri belirlerken, öncelikle sektöre ait detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Araştırma sonucunda özellikle literatürde eksik olan alanlar ve iş sağlığı ve güvenliği için öne çıkan temel kavramlar göz önünde tutulmuştur. Sonrasında sondaj işlerinde çalışan uzman kişiler ile görüşülerek kriterlerde son düzeltmeler yapılmıştır. Hiyerarşik yapı modelinde 1. Seviyede ana kriterler, 2. Seviye alt kriterler gösterilmiştir. Şekil 36'da jeotermal sondaj performans indeksinin ana kriterleri ve her ana kriterin alt kriter şeması detaylı açıklanmıştır.

Şekil 36. Sondaj Sahası İSG performans indeksi ana kriterlerinin hiyerarşik yapısı



Çizelge 9. Sondaj Sahası İSG performans indeksi ana kriterlerinin hiyerarşik yapısı

R1	İnsan Hata Faktörü	R2	Kayıtlar
R11	Depresyon	R21	İş Kazası Kayıtları
R12	Yorgunluk	R22	Meslek Hst Katıtları
R13	Stres	R23	Organizasyon Şemaları
R14	Beden Sağlığı	R24	Sağlık Taramaları
R15	Eksik Bilgi	R25	Eğitim Kayıtları
R16	Fiziksel Dayanıklılık	R26	Özlük Bilgileri
R17	Aşırı Güven	R27	Denetleme Kayıtları
R3	Kazalar	R4	Yönetsel Destek
R31	Yanık	R41	Motivasyon
R32	Zehirlenme	R42	Prosedürlere Uyma
R33	Elektrik Çarpması	R43	Yetersiz Çalışan Sayısı
R34	Ezilme Sıkışma	R44	Vardiya
R35	Yüksekten Düşme	R45	Görev Tanımı
R36	Malzeme Düşmesi	R46	Ücret Politikası
R37	Araç Kazası	R47	Kurumsal Bilinç
R38	Biyolojik Etmenler		
R39	Kimyasal Maruziyet		
R5	Ekipman	R6	Koruyucu Önelemler
R51	Yanlış Kullanım	R61	Acil Durum Prosedürü
R52	Uyumsuz Kullanım	R62	Acil Durum Personeli
R53	Bakım Eksikliği	R63	Teknik Eleman
R54	Emniyetsiz Kullanım	R64	Talimatlar
R55	KKD Hataları	R65	Vardiya Değişimi
R56	Tasarım Problemi	R66	Sağlık Güvenlik İşaretleri
R57	Kalibrasyon		
R58	Depolama		
R7	Çevre Koşulları		
R71	Lokasyon Seçimi		
R72	İklim Koşulları		
R73	Fiziksel Koşullar		

Toplam 7 ana başlık altında toplanan göstergeler AHP ikili karşılaştırma tabloları ile sahadaki maden ve jeofizik mühendisleri ile birlikte önem sıralamaları puanlanmıştır.

6.1.1 İnsan kaynaklı hata indeksi

İnsan kaynaklı hatalar iş güvenliğinde öne çıkan, en önemli faktördür ve güvensiz davranışların temel kaynağıdır. Bu anlamda insan kaynaklı hataların tespiti iş kazaları yönünden en büyük faktörün önlenmesi anlamına gelir ki bu da en önemli iş kazası sebebinin kontrol altına alınmasını mümkün kılar. Ülkemizde en çok benimsenen ve yaygın olarak kullanılan teorilerin başında, W.H. Heinrich'in (1931) geliştirdiği domino teorisidir. Bu teoriye göre tüm kazaların %88'i

insanların güvensiz hareketlerinden (davranışlardan), %10'u güvensiz koşullar (durumlardan) ve %2'sinde önlenemez doğal felaketler sebebinden oluşur.

Çizelge 10. İnsandan Kaynaklı Hata performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları

	KRİTERLERİN İSİMLERİ	KRİTERLERİN TANIMLARI
1. Seviye Kriter 1	İnsandan Kaynaklı Hata İndeksi	İnsan Kaynaklı hata kavramının jeotermal sondaj performansındaki önemini belirleyen kriter
2. Seviye Kriter 1	Depresyon	İnsan kaynaklı hataların altında depresyon ve eşlik eden psikolojik sorunların ve bunlara bağlı olarak ilaçların kullanımı
2. Seviye Kriter 2	Yorgunluk	Vardiye değişimlerinden ya da aşırı çalışmalardan, düzensiz beslenme yada uyku sebepleri sebepleri ile sürekli yorgun hissetme, dikkat eksikliği
2. Seviye Kriter 3	Stres	Psikolojik olarak aniden ve çabuk strese girme ve ortaya çıkan stresi yönetememekten kaynaklanan sonuçlar
2. Seviye Kriter 4	Beden Sağlığı	Çeşitli sağlık problemleri sebebiylebedensel olarak tam sağlıklı olmama halinden kaynaklanır
2. Seviye Kriter 5	Eksik Bilgi	İşe başlangıç eğitimlerinin tam yapılmamış olması, çalışanın yapılacak işi tam anlamaması sebebi ile ortaya çıkan riskleri içerir
2. Seviye Kriter 6	Fiziksel Dayanıklılık	Yapılan işin gerektirdiği fiziksel gücün kişide bulunmaması sebebiyle kişinin işe uygun olmamasından doğan risk
2. Seviye Kriter 7	Aşırı Güven	İşte oluşan uzmanlık sonucu işin sürekli aynı yapılmasından doğan aşırı özgüven sonucu fazla risk alma

6.1.2 Kayıtların eksik olması indeksi

İş sağlığı ve güvenliğinde kayıtlar özellikle iş hukuku yönünden önemli bir kriterdir. Bu kritere bağlı olarak şirketin iş kazası ve meslek hastalığı verilerinin oluşması ileriki yıllarda oluşabilecek kazalar ile ilgili yapılacak risk analizleri açısından önem teşkil eder. Her risk analizi özellikle son 5 yıl içerisinde oluşmuş iş kazaları kayıtlarından bilgi alınarak oluşturulmaktadır. Bunun yanı sıra iş yerinin organizasyon şeması o işyerindeki görev ve yetki tanımlarının bilinmesi sorumlulukların paylaşılarak çalışanların birbirinin işlerine müdahale etmemesi aynı zamanda hiç kimse tarafından sorumluluğu alınmamış işlerin olmaması yönünden işyerinde boşluk oluşmamasını sağlar. Her çalışanın işe başlarken özlük dosyalarının bulunması o işyerinde SGK sız çalışan bulunmaması, ucuz iş gücü açısından mülteci ve göçmenlerle çalışmaların yasalara uygun yapılması ve tüm işe başlayan çalışanların sağlık taramalarının olması çalışanın kronik rahatsızlıklarının tespiti, yapacağı işe uygun sağlığa sahip olduğunun bilinmesi,

işe başlarken hangi rahatsızlıklarının bulunduğu ve bu iş yerinde bir meslek hastalığının mevcudiyetinin tespiti açısından da önemlidir. Her iş yerinde çalışanlar mevzuata uygun olarak eğitim almak ve bu aldıkları eğitimleri kayıt altına alarak saklamakla yükümlüdür. Tüm bunların çalışanların özlük dosyalarında bulunmalı ve gerektiğinde denetimlerde ibraz edilmelidir. Gerek iç gerekse de dış denetlemeler işyerinde iş güvenliği kalitesinin ve tedbirlerinin arttırılması yönünde çok önemli verilerdir.

Çizelge 11. Kayıtların Eksik Olması performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları

	KRİTERLERİN İSİMLERİ	KRİTERLERİN TANIMLARI
1. Seviye Kriter 2	Kayıtların Eksik Olması İndeksi	Kayıtların eksik olması kavramının jeotermal sondaj performansındaki önemini belirleyen kriter
2. Seviye Kriter 1	İş Kazası Kayıtlarının Eksikliği	İş kazaları kayıtlarının sgk ya bildirilmemesinden doğan yasal boşluklar ve bu kayıtların tutulmamasından doğan istatistiki boşluklar
2. Seviye Kriter 2	Meslek Hastalıkları Kayıtlarının Eksikliği	Meslek hastalığı kayıtlarının sgk ya bildirilmemesinden doğan yasal boşluklar ve bu kayıtların tutulmamasından doğan istatistiki boşluklar
2. Seviye Kriter 3	Organizasyon Şeması Kayıtlarının Eksikliği	Kurumda organizasyon şemasının ve görev tanımlarının eksikliğinden doğan karmaşık yapı
2. Seviye Kriter 4	Sağlık Taraması Kayıtlarının Eksikliği	İşe başlangıçta ve periyodik olarak yapılması gerekli testlerin yapılmamış olması çalışanların sağlık durumlarının belirsizliğinden doğan riskler
2. Seviye Kriter 5	Eğitim Kayıtlarının Eksikliği	Kanunen belirlenen eğitimlerinin tam yapılmamış olması, çalışanın yapılacak işin iş güvenliği koşullarını tam anlamaması sebebi ile ortaya çıkan riskleri içerir
2. Seviye Kriter 6	Özlük Bilgilerinin Eksikliği	Çalışan personellerin SGK girişleri dahil olmak üzere tüm özlük dosyalarının tamamlanmamış olması
2. Seviye Kriter 7	Denetleme Kayıtlarının Tutulmaması	Denetlemelerden doğan kayıtların dosyalanması ve bu doğrultuda gerekli iyileştirmelerin yapılmaması

6.1.3 Kaza cinsleri indeksi

İş sağlığı ve güvenliğinde kazaların cinsleri bu konuda alınması gereken tedbirlerin takibi açısından önem arz eder. Meydana gelen kazalar bazı başlıklar altında toplanabilir. Kazalarda önemli olan, bu kazaların kayıt altına alınması ve meydana geliş sebeplerinin araştırılarak kazanın kök nedenlerinin ortaya çıkarılmasıdır. Böylece oluşturulmuş olan veri tabanından 5 yıl içerisinde oluşmuş olan bu veri tabanına göre risk analizlerinin yapılması kolaylaşabilir ve oluşan kazalara uygun bir yöntem belirlenebilir. Aynı zamanda bu konularda

oluşmuş olan ramak kala bilgilerinin toplanması oluşacak olan iş kazalarının proaktif olarak önlenmesini de sağlar. Çalışma sahasında oluşabilecek kazların tespiti bu konuda alınması gereken ilkyardımcıların uzmanlaşacağı konuların belirlenmesinde de önemli rol oynar.

Çizelge 12. Kaza Cinsleri performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları

	KRİTERLERİN İSİMLERİ	KRİTERLERİN TANIMLARI
1. Seviye Kriter 3	Kaza Cinsleri İndeksi	Kaza cinslerinin jeotermal sondaj performansındaki önemini belirleyen kriter
2. Seviye Kriter 1	Yanık	Özellikle jeotermal çalışmalarda yeryüzüne suyun çıkışı esnasında buhar ve sıcak su fışkırması sonucu oluşan yanmalar
2. Seviye Kriter 2	Zehirlenme	Toplu olarak yenilen yemek yada kullanılan kimyasallar sonucu oluşan zehirlenmeler
2. Seviye Kriter 3	Elektrik Çarpması	Çalışan tüm aksamın elektrikle ve jeneratörle çalışması sonucu yeterli önlemin alınmamış ve elektrikçinin işini yapma neticesi oluşan kazlar
2. Seviye Kriter 4	Ezilme ve Sıkışma	Sahada bulunan ağırlıkların ve ya diğer malzemelerin personelin üzerine düşmesi sonucu oluşan yaralanmalar
2. Seviye Kriter 5	Yüksekten Düşme	Kulede yapılan çalışmalar esnasında emniyet kemerinin oluşturulan can halatlarına bağlanmaması sonucu oluşacak düşmeler ya da asılı kalmalardır
2. Seviye Kriter 6	Malzeme Düşmesi	Kule üzerinde yapılan çalışmalarda alet ve ekipmanların döşeme kenarında bırakılması ve kule titreşimi sebebiyle aşağıya düşmesi sebebiyle başka çalışanların yaralanması
2. Seviye Kriter 7	Araç Kazası	Sahada belirlenmiş alanlar dışında bölgelere araç park edilmesi sebebiyle araçların birbiri ile kaza yapması
2. Seviye Kriter 8	Biyolojik Etmenler	Sürekli açık alanda yapılan çalışmalar esnasında gerek büyük gerekse küçük canlılar tarafından tehdit edilme
2. Seviye Kriter 9	Kimyasal Etmenler	Sondaj esnasında farklı kayaların delinmesi için kullanılan asitler ve diğer kimyasallarla çalışmalar sırasındaki maruziyetler

6.1.4 Yönetimsel desteğin olmaması indeksi

Yönetim desteği, iş sağlığı ve güvenliği kültürü kazanmada önemli rol oynayan unsurlardandır. Çalışanların iş güvenliğine bakış açıları ve kurumun iş güvenliği kültürü, yönetim davranışlarının sonucu oluşur. İşverenlerin ve işveren vekillerinin liderlik rolleri işyerinin iş güvenliği kültürü ve çalışanların davranışları üzerinde çok fazla etkiye sahiptir. İşveren ya da vekilinin, yaptığı açıklamalar, sergilediği duruş ve uygulamalardaki ciddiyet iş güvenliğinin kurumda öncelik olarak belirlenmesi, iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasında son derece önemlidir. Çalışanların özellikle vardiya, ücret politikaları, yetersiz

çalışan sayısı, motivasyon eksikliği gibi konularda mevzuata uygun politikalar geliştirerek iş kanunun her yönüyle uygulanmasına dikkat edilmelidir.

Çizelge 13. Kaza Cinsleri performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları

	KRİTERLERİN İSİMLERİ	KRİTERLERİN TANIMLARI
1. Seviye Kriter 4	Yönetimsel Desteğin Olmaması İndeksi	Yönetimsel Desteğin Olmaması kavramının jeotermal sondaj performansındaki önemini belirleyen kriter
2. Seviye Kriter 1	Motivasyon	Yönetimin çalışanların yaptıkları işler ve yerine getirdikleri görevler konusunda çeşitli organizasyonlar, prim yada takdir etmesi
2. Seviye Kriter 2	Prosedürlere uyma	Şirket tarafından oluşturulmuş talimatlar, prosedürler ve kullanılacak olan standartların belirlenmesidir.
2. Seviye Kriter 3	Yetersiz Çalışan Sayısı	Şirkette çalışanların yapılacak olan iş karşısında yetersiz sayıda olması sonucu iş gücünün yetersizliği
2. Seviye Kriter 4	Vardiya	Sondaj işlerinin aralıksız devam etmesi sebebiyle 3 vardiye alışımları ve vardiye değişimleri sırasında iş devir teslim prosedürleri olması
2. Seviye Kriter 5	Görev Tanımı	Çalışanların organizasyon şemalarında belirtilen görev tanımlamalarına uygun işlerde çalışmalarıdır.
2. Seviye Kriter 6	Ücret Politikası	Aynı işi yapan çalışanların farklı cinsiyette olmalarına rağmen aynı ücreti almaları kanunen de gereklidir.
2. Seviye Kriter 7	Kurumsal Bilinç	Bir işletmenin oluşmuş olan kültürünün ve iş güvenliğine bakış ciddiyetinin personele aksetmesidir.

6.1.5 Ekipmanların hatalı kullanımı indeksi

El aletleri hem günlük hayatımızda hem de sanayide sıklıkla kullanılan makinelerdir. Evde daha sık kullandığımız el aletlerinin çoğu basit yapıda ve az tehlikeli olsa da sanayide kullanılan aletler hem karmaşık yapıda hem de tehlikeli olabilir. Bu aletlerin kendilerine özgü kullanım yöntemleri olduğu gibi, kendilerine özgü güvenlik önlemler vardır. El aletleri elektrikli, hidrolik, pnömatik ve mekanik el aletleri olmak üzere dört sınıfa ayrılabilir. Bu dört farklı güç ile çalışan aletlerin hepsinde görülebilecek ortak risk gerekli ergonomik koşullarda çalışılmadığında ortaya çıkacak olan kas ve eklem ağrılarıdır. Kullanılacak ekipman seçilirken yapılacak işin yanı sıra işin hangi ortamda yapılacağına da dikkat edilmelidir. İş için seçilen alet doğru olsa da kullanılacak ortama uygun olmadığında sorun yaşanabilir. Aksaklıklar, ekipmanların yanlış kullanımlarından doğabildiği gibi, aynı zamanda uygunsuz olarak kullanımdan, bakımların eksikliğinden ve doğru zamanda yapılmamasından, kullanılan ekipmanın emniyetinin alınmaması, satın alınan KKD'lerin hatalı üretimlerinden ve standartlara uygun olmamasından, CE uygunluğuna sahip olmamasından,

ekipmanın kalibrasyon yapılmamasından doğan yanlış ölçümler sonucu ve yanlış depolamadan dolayı ortaya çıkan pek çok sorun yaşanabilir.

Çizelge 14. Yanlış Ekipman performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları

	KRİTERLERİN İSİMLERİ	KRİTERLERİN TANIMLARI
1. Seviye Kriter 5	Yanlış Ekipman İndeksi	Yanlış Ekipman kavramının jeotermal sondaj performansındaki önemini belirleyen kriter
2. Seviye Kriter 1	Yanlış Kullanım	Kullanılan alet ve ekipmanların kullanımının doğru şekilde olması kullanılan ekipmanın ekstra risk çıkartmasını engellemek
2. Seviye Kriter 2	Uygunsuz Kullanım	Kullanılan ekipmanın yanlış yerde yanlış şekilde kullanılmasından kaynaklanır
2. Seviye Kriter 3	Bakım Eksikliği	Ekipmanların periyodik ve düzenli bakımlarının yapılması yada bu bakımların aksatılması
2. Seviye Kriter 4	Emniyetsiz Kullanım	Ekipmanların kullanım alanları dışında ve kullanım yeri olmamasına rağmen kullanılması
2. Seviye Kriter 5	KKD Hataları	Kişisel koruyucu donanımların standart eksikliği, CE belgesi olmaması ya da üretim hatalarından kaynaklanan riskleri ifade eder
2. Seviye Kriter 6	Tasarım Problemleri	Alet ve ekipmanın tasarım esnasında iş güvenliğine uygun olarak tasarlanmamış olması
2. Seviye Kriter 7	Kalibrasyon	Kullanılan makinelerin belli dönemlerde kalibre edilesi gerekliliği ve bunun yapılmamasından kaynaklanan ölçüm hatalarını içerir
2. Seviye Kriter 8	Depolama	Kullanılan makine ve ekipmanların depolamalarına yönelik olarak uygun şartlar oluşturularak doğru depolama yapılmasını gerektirir. Malzemelerin rafta yer almaları, yükseklikleri önemlidir.

6.1.6 Koruyucu önlemler indeksi

Acil durum, yaralanmalara veya can kaybına neden olabilen, tesisin üretimini kısmen veya tamamen durdurabilen, tesise veya doğal çevreye zarar veren, tesisin finansal yapısını veya toplumdaki imajını tehdit eden planlanmamış olaylardır. Yangın, deprem, sel/su baskını, yoğun kar yağışı, toplu gıda zehirlenmesi, parlayıcı ve patlayıcı madde kazaları, iletişim sistemini çökmesi, enerji kesilmesi, sabotaj, salgın hastalıklar vb. durumlar acil durumlara örnek gösterilebilir. İş sağlığı ve güvenliğinde önleyici faaliyetler büyük önem taşıyan bir konudur. Acil durumlar için alınan önleyici faaliyetler de bu durumun bir parçasıdır. İşverenler ve çalışanlar kendilerini ve işletmelerini acil durumlara karşı hazır hale getirmek ile ayrı ayrı yükümlüdürler. Acil durum planları, acil durum ekipleri, tatbikatlar her iş yerinde uygulanması gereken konulardır.

Çizelge 15. Koruyucu Önlemler performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları

	KRİTERLERİN İSİMLERİ	KRİTERLERİN TANIMLARI
1. Seviye Kriter 6	Koruyucu Önlemler İndeksi	Koruyucu Önlemler jeotermal sondaj performansındaki önemini belirleyen kriter
2. Seviye Kriter 1	Acil Durum Prosedürü	Acil Durumlar halinde kurtarma, koruma, söndürme vb işlemlerin nasıl ve kim tarafından organize edileceğini ve acil durumun nasıl yönetileceğinin hazırlığıdır.
2. Seviye Kriter 2	Acil Durum Personeli	Koruma kurtarma, söndürme ve ilkyardım ekiplerinin kimlerden oluştuğu
2. Seviye Kriter 3	Teknik Eleman	Peryodik bakımlar ya da ustalık gerektiren işlerde çalışanların teknik olarak yeterlilik sahibi olmalarıdır MYK belgesine sahip çalışan
2. Seviye Kriter 4	Talimatlar	Makine, alet, ekipman ve iş güvenliğine dair alınacak olan önlemlerin, yapım işlerinin nasıl yapıldığını ve malzemelerin kullanım tarifleridir.
2. Seviye Kriter 5	Vardiya Değişimi	Farklı saatlerde çalışan personelin vardiyalarının değişimi sırasında yaşanabilecek aksaklıklardan doğan riskleri içerir
2. Seviye Kriter 6	Sağlık Güvenlik İşaretleri	Çalışma ortamlarında bulundurulması gereken sağlık ve güvenlik yönetmeliğine ait şartları belirler

6.1.7 Çevre koşulları indeksi

Sondaj işlerinde yapılan çalışmaların başlangıcından sonuna kadar açık arazide olması neticesinde bu işlerde çalışanlar açık arazi koşullarında gerek küçük gerek büyük canlılarla mücadele ederken, bir yandan keskin tabiat koşullarına karşı tehlikelere açıktırlar. Bunun yanı sıra nakliye ve montaj kurulumu aşamasında kurulacak sondaj kampının yerinin seçimi iklim koşullarına bağlı olarak farklı tehlikeler yaratabilir. Mücbir rüzgâr yönü ve arazinin zor ulaşılabilir olması gibi. Tüm bunların yanında fiziksel risk etmenleri olarak tarif ettiğimiz kulede yapılan çalışmalardan kaynaklanan gürültü, toz, aydınlatma,

Çizelge 16. Çevre Koşulları performansı belirlenen kriterlerin açıklamaları

	KRİTERLERİN İSİMLERİ	KRİTERLERİN TANIMLARI
1. Seviye Kriter 7	Çevre Koşulları İndeksi	Çevre Koşulları jeotermal sondaj performansındaki önemini belirleyen kriter
2. Seviye Kriter 1	Lokasyon Seçimi	Sondaj alanında kurulacak saha ile ilgili şartların ve şantiyenin hangi durum ve pozisyonda yer almasını gerektiği ile ilgili şartlardır. İklimsel kolullardan en az etkilenecek şartları sağlar
2. Seviye Kriter 2	İklim Koşulları	Yapılan işin açık arazide olması sebebiyle, çalışılan ülkenin iklim koşulları önem kazanırve direk çalışan üzerinde etkin hale gelir
2. Seviye Kriter 3	Fiziksel Koşullar	Ortamda bulunan titreşim, gürültü, radyasyon, termal konfor, toz vb gibi başlıkları içerir

6.2. Verilerin Toplanması ve Kriter Ağırlıklandırması

Bu çalışmada, kriterlerin öncelik ağırlıklarını belirleme aşamasında AHP yöntemi uygulanmıştır. Jeotermal sondaj sahasında çalışan tecrübeli uzmanlar ile görüşmeler yapılarak, gerçekçi ve objektif bir teknik olan 2'li karşılaştırma anketlerini Saaty'nin 1-9 skalasına göre değerlendirmeleri istenmiştir. Bu uzmanlar, jeotermal sondaj konusunda sondaj şefi, baş mühendis gibi pozisyonlarda olan ve iş güvenliği konusuna son derece hakim mühendislerden oluşmaktadır. Çalışmada AHP yöntemi ile, her bir kriter diğerleriyle tek tek karşılaştırılarak, belirlenen kriterlerin uzmanlar tarafından sondaj sahaları içerisindeki önem sırasının ve öncelik ağırlıklarının kolaylıkla çözüme ulaşması hedeflenmiştir. Uzmanlardan alınan puanların geometrik ortalamaları alındıktan sonra, programa tek giriş yapılmıştır.

6.3. Performans İndeks Ağırlıklarının Elde Edilmesi

Çalışmanın bu bölümünde, performans indekslerinin elde edilme aşamasında PROMETHEE metodu uygulanmıştır. Bu metot, belirlenen kriterlere uygun en iyi alternatifin seçilmesi için geliştirilmiş olan literatürdeki çok ölçütlü karar verme metotlarından biridir. Jeotermal sondaj alanında çalışan deneyimli uzmanlar ile görüşmeler yapılarak, belirlenen kriterleri tüm kuyu alternatifleri için 0-5 aralığında değerlendirmeleri istenmiştir. Bu aşamada tüm kriterleri değerlendirmek yerine, her hiyerarşik yapı modelinin en alt seviyesindeki kriterler değerlendirmeye alınmıştır. Alternatiflerin performanslarının AHP yerine bu yöntemle yapılmasının tercih sebebi, PROMETHEE yönteminin AHP yöntemine göre daha kullanışlı ve sonuçlara kolay, karmaşıklıktan uzak şekilde erişim sağlamasıdır. Uzmanlardan elde edilen puanların geometrik ortalamaları alındıktan sonra, önem ağırlıkları programa girilmiştir. Sonraki adımda, uygun tercih fonksiyonu seçilmiştir. Tüm veriler programa girildikten sonra, performans indeksleri elde edilmiştir.

6.4. SWOT Analizi

Sahada SWOT analizi yapılması için öncelikle mevcut durum tespit edilir, böylece, güçlü ve zayıf yönler ile işletmenin karşı karşıya bulunduğu fırsatlar ve tehdit

unsurları ortaya konulmaktadır. Sonrasında, işletmenin gelecekteki durumunun ne olacağını tespit ve tahmin etmeye yönelik bir değerlendirme yapılır. Bu bölümde, kriterlerin AHP ile elde ettiğimiz ağırlıkları ve her sondaj kuyusu için bu kriterlere verilen değerler kullanılarak sonuçlar detaylı olarak değerlendirilmiştir. Bu analizin amacı, belirlenen sondaj kuyuları için mevcut verilerin kullanılarak, kuyuların iş güvenliği yönünden gelişme potansiyelinin değerlendirilmesidir. Öncelikle, kriterlerin her sondaj kuyusu için mevcut durumu göz önünde bulundurularak, güçlü ve zayıf yönleri ortaya çıkarılmıştır. Sonrasında, kuyuların iş güvenliği performanslarını dışardan etkileyen fırsatlar ve tehditler birlikte değerlendirilerek, her kuyu için SWOT matrisi oluşturulmuştur. SWOT matrisinde kriterler 4 bölüm içinde oluşturulduktan sonra, senaryolar ve bunlara bağlı alt senaryolar geliştirilmiştir. Bu senaryolar;

- **Güçlü-Fırsat Senaryosu (max-max):** Hem gücü hem de fırsatları maksimize etmeyi hedefler. Bu amaçla işletmenin mevcut gücü kullanılarak tüm dış imkanlardan yararlanmayı sağlayacak stratejiler geliştirilir.
 - **Zayıf-Tehdit Senaryosu (min-min):** Zayıflıkları ve tehditleri minimize etmeye fayda sağlar. Bu şekilde zayıflıklar ve tehditler göz önünde bulundurularak bunların üstesinden gelebilecek stratejiler geliştirilir.
 - **Zayıf-Fırsat Senaryosu (min-max):** Zayıflıkları minimize edip imkanları maksimize etmeyi hedefler. Dış imkanlardan yararlanarak mevcut zayıflıkları ortadan kaldıracak yeni stratejiler geliştirilir.
 - **Güçlü-Tehdit Senaryosu (max-min):** İşletmenin dış çevredeki tehditlerle başa çıkacak olan gücü hedefler. Güçten maksimum oranda fayda sağlarken dış tehditleri minimize etmeye fayda sağlayacak stratejiler geliştirmeyi hedefler.
- Son olarak, matriste 4 ayrı kategoride belirlenen alt senaryolar AHP yöntemi ile ağırlıklandırılarak, her sondaj alanı için en iyi senaryo belirlenmeye çalışılmıştır.

Şekil 37. SWOT analizi uygulama adımları



6.5. Radar Diyagram Analizi

Çalışmanın bu bölümünde, elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu bölümde, performans indekslerini belirlemede kullandığımız 54 kriter tüm sondaj kuyusu alternatiflerinde, 0-5 aralığındaki puanlar üzerinden değerlendirmeye alınmış ve örümcek ağına benzer bir diyagramda gösterilmiştir. Türkiye genelinde belirlenen 3 jeotermal sondaj kuyusu alternatifinde, hangi kriterlerin, hangi performans alanında, en çok ya da en az öneme sahip olduğu yorumları yapılmıştır. Bu diyagramın ana amacı, kriterlerin birbiri ardına seyrettikleri puan yolunun ve birbirleri arasındaki farkları görsel olarak belirtmektir. Elde edilen veriler sonrasında, radar diyagram analiz sonuçları, SWOT analizi sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

6.6. Önerilen İSG Performans Ölçüm Modelinin Uygulanması

Bu çalışmada, önerilen performans indeks modeli ile birlikte, çok kriterli karar verme yöntemleri, radar diyagram analizi, ve SWOT analizi, sondaj kuyularının iş güvenliği performanslarının değerlendirilmesinde kullanılarak, bu konudaki literatür için kapsamlı bir indeks model önerisi ile alışveriş merkezlerinin performanslarının değerlendirilmesine katkıda bulunması hedeflenmiştir. Önerilen yöntemin çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulama aşamasında, temelde 7 ana kriter ve 47 alt kriter olmak üzere toplamda 54 performans ölçüm kriteri ve 3 farklı sondaj kuyusu alternatifi, sondaj kuyularında isg performans indeks modeli adı altında belirlenmiştir. 7.bölümdeki araştırma bulgularında, uygulamada elde edilen sonuçların radar diyagramları ile güçlü ve zayıf yönleri belirlendikten sonra, SWOT analizi ile birlikte, her bir kuyu alternatifi için detaylı analiz yapılarak çıkan sonuçlar için stratejiler geliştirilmiştir. Jeotermal sondaj alanlarındaki uzmanlar ile iletişime geçilmeden önce, jeotermal sondaj alanı önemli kavramlar ilgili yazında kapsamlı taranmış, belirlenen tüm performans kriterleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yazın taraması sonucunda uygulamalarda kullanılacak bu kriterlerin belirlenmesi için, sondaj kuyularında bulunan alanında yetkin, tecrübeli 8 uzman ile yüz yüze karşılıklı görüşmeler yapılarak kriterler değerlendirilmiş ve sonrasında gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Sonraki adımda uzmanlardan, Türkiye'deki sondaj kuyuları göz önünde bulundurularak, anket çalışmalarının değerlendirilmesi istenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasını oluşturan AHP uygulamasında, belirlenen kriterler için "Superdecision v3.6" paket programı kullanılarak, hiyerarşik yapılar oluşturulmuştur. Ardından, 54 kriterin karşılaştırmalı 2'li anket çalışmaları uzmanlara sunulmuş ve Saaty'nin 1-9 skalasındaki önem derecelerine göre bu kriterleri değerlendirilmeleri istenmiştir. AHP için oluşturulan matrisler ve excel tabloları ile uygulamaya konulmuş ve uygulama bölümünün ikinci aşamasında, belirlenen sondaj alternatiflerinin PROMETHEE yöntemi için kullandığımız excel tabloları değerlendirmesi yapılmıştır. Uzmanlardan, her bir sondaj kuyuları alternatifi için, belirlenen 54 kriteri 0-5 aralığında değerlendirmesi istenmiştir.

Elde edilen veriler göz önünde bulundurularak, 7. bölümde açıklanan, iki yol izlenmiştir. Birinci yol olarak, SWOT analizi ile sondaj kuyularının mevcut durumu analiz edilerek, alt senaryolar geliştirilmiş ve geleceğe yönelik iyileştirici stratejiler önerilmiştir. İkinci bir yol olarak ise, radar diyagram analizi yapılarak, belirlenen kuyu alternatiflerinin güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilmiştir. Radar diyagram analizi, hem AHP yöntemi ile elde ettiğimiz öncelik ağırlıklarına göre, hem de performans indeks skorlarına göre yani, bu kriterlerin tüm sondaj kuyusu alternatiflerindeki durumlarına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

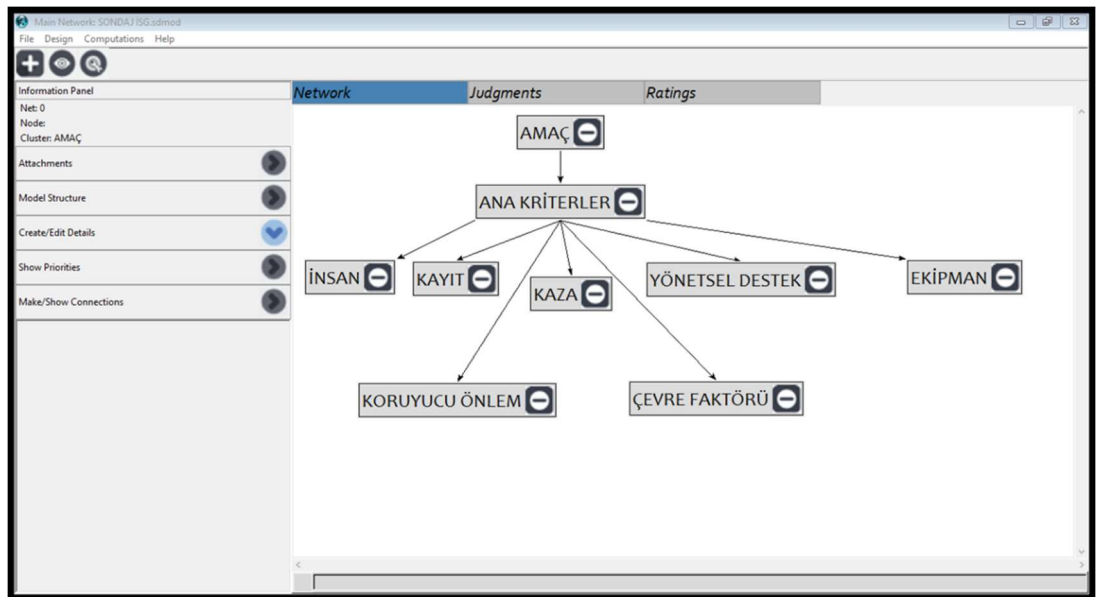
7. ÖNERİLEN SONDAJ ALANI İSG PERFORMANS ÖLÇÜM MODELİNİN UYGULANMASI

7.1. Kriter Ağırlıklarının AHP Yöntemi ile Belirlenmesi

Çalışmada, alışveriş merkezleri performanslarının değerlendirilmesini sağlayan 7 ana kriter ve bu kriterlerin 47 alt kriteri hiyerarşik yapı ile belirlenmiştir. Çalışmamızın bu adımında, alternatiflerin belirtilmemesinin sebebi ise, kriterlerin belirlenen sondaj kuyusu alternatiflerindeki önem ağırlıklarının bir sonraki bölümde PROMETHEE yöntemi ile belirlenecek olmasıdır. AHP yaklaşımı ile sondaj kuyuları için belirlenen kriterlerin verileri anket çalışması aracılığıyla toplanmıştır. Jeotermal sondaj sektöründe uzman, deneyimli 5 kişiye Türkiye'deki kuyular göz önünde bulundurularak, Saaty'nin 1-9 skalasında Çizelge 17 de verilerek, belirlenen kriterlerin 2'li karşılaştırma anketlerini değerlendirmeleri istenmiştir. Kriterler ve önem puanları AHP yöntemi için kullandığımız Superdecision programına aktarılmıştır. Örnek olması açısından ana kriterler performans indeksinin program ekran görüntüleri (Şekil 38) belirtilmiştir.

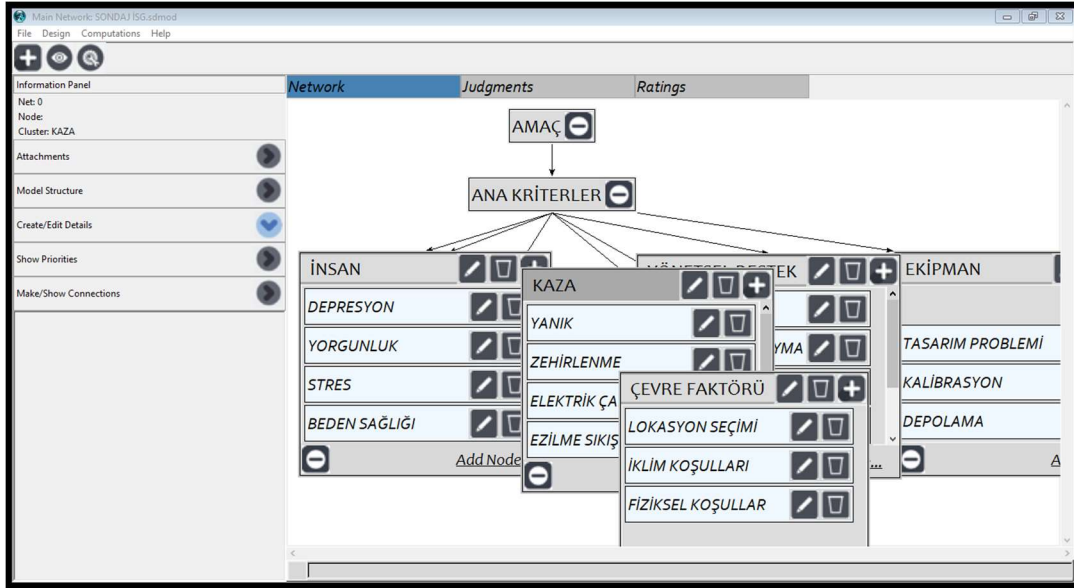
Tüm veriler Super Decision v3.2 ile hesaplanmış ve ağırlıklandırılmıştır.

Şekil 38. Kriter Ağırlıkları Ana Kriterler Super Decision v3.2



Ana kriterler ve alt kriterler süper decision v.3.6 ya aktarılmıştır.

Şekil 39 Kriter Ağırlıkları Ana ve Alt Kriterler Super Decision v3.2



Çizelge 17. İkili kıyaslama ölçeği (Saaty, 2008)

Önem	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki faktör aynı derecede önem taşır
3	Biraz daha fazla önemli	Biri diğerine göre biraz daha fazla önem taşır
5	Oldukça önemli	Biri diğerine göre oldukça önem taşır
7	Çok daha önemli	Biri diğerine göre çok daha fazla önem taşır
9	Kesinlikle daha önemli	Biri diğerine göre kesinlikle daha fazla önem taşır
2,4,6,8	Ara değerler	Tercih değerleri birbirine yakın olduğunda kullanılır

Şekil 40. Super Decision v3.2 İkili kıyaslama anketi ekran görüntüsü

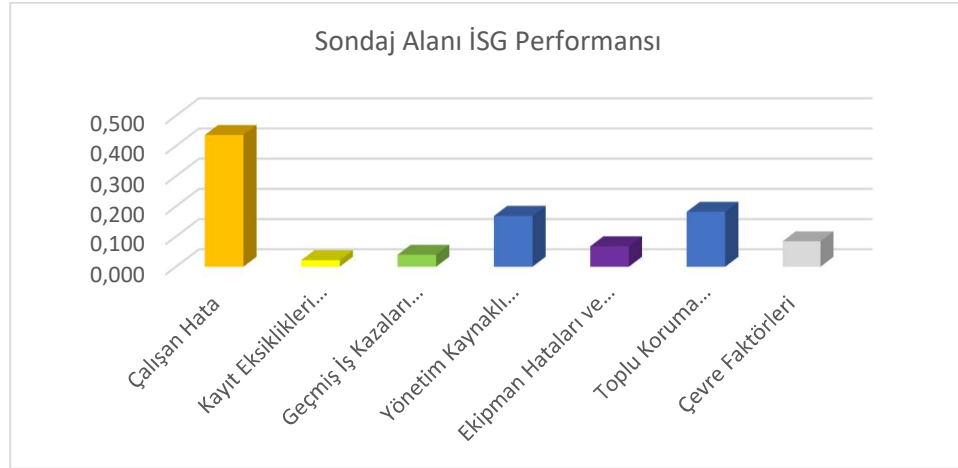
7.1.1. Jeotermal sondaj alanı İSG performans indeksi

Tablo 21 incelendiğinde, sondaj sahası isg performansını etkilemede 7 ana kriterden en yüksek ağırlığa sahip olan kriterin çalışan hatası performans indeksine sahip olduğu (0,43625) görülmektedir. 7 ana kriter belirlendikten sonra her bir ana kriter kendi içinde alt kriterlere ayrılmıştır.

Şekil 41. Sondaj alanı İSG performans indeksi ana kriterler ağırlık tablosu

Inconsistency: 0.08017		
1. ÇALIŞA~		0.43625
2. KAYIT ~		0.02171
3. GEÇMİŞ~		0.03975
4. YÖNETİ~		0.16842
5. EKİPMA~		0.06789
6. TOPLU ~		0.18185
7. ÇEVRE ~		0.08413

Şekil 42 Sondaj Alanı İSG Performansı



7.1.2. Çalışan hata indeksi

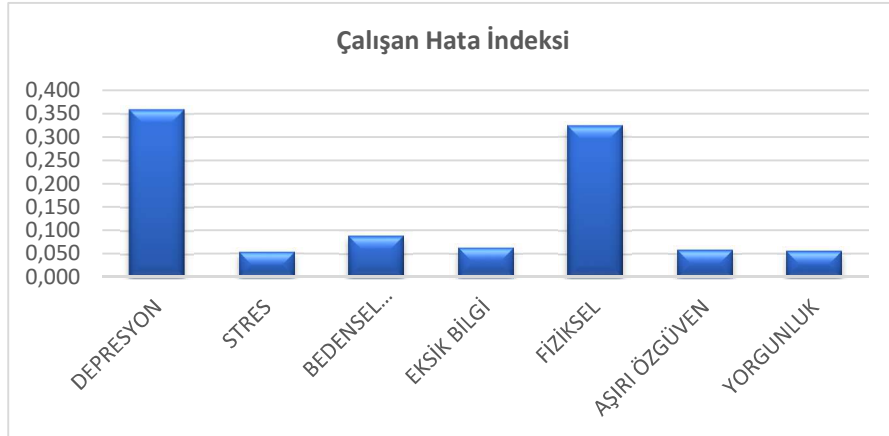
İnsan kaynaklı hatalar iş güvenliğinde öne çıkan, en önemli faktördür ve güvensiz davranışların temel kaynağıdır. Bu anlamda insan kaynaklı hataların tespiti iş kazaları yönünden en büyük faktörün önlenmesi anlamına gelir ki bu da en önemli iş kazası sebebinin kontrol altına alınmasını mümkün kılar. Ülkemizde en

çok benimsenen ve yaygın olarak kullanılan teorilerin başında, W.H. Heinrich'in (1931) geliştirdiği domino teorisidir. Bu teoriye göre tüm kazaların %88'i insanların güvensiz hareketlerinden (davranışlardan), %10'u güvensiz koşullar (durumlardan) ve %2'sinde önlenemez doğal felaketler sebebinden oluşur.

Çizelge 18. AHP yöntemine göre çalışan hataları performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları

Çalışan Hata Tutarlılık: 0,43	
Depresyon	0,359
Stres	0,053
Bedensel Yetersizlik	0,088
Eksik Bilgi	0,063
Fiziksel	0,324
Aşırı Özgüven	0,058
Yorgunluk	0,055

Şekil 43. Çalışan hataları performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği



7.1.3. Kayıtların eksik olması indeksi

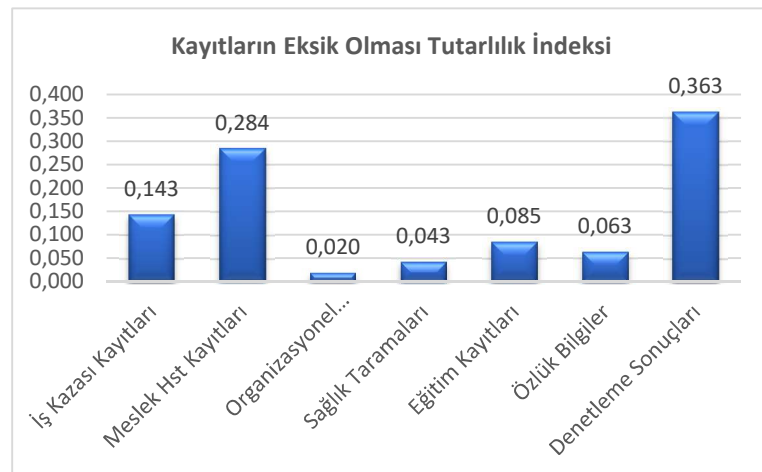
İş sağlığı ve güvenliğinde kayıtlar özellikle iş hukuku yönünden önemli bir kriterdir. Bu kriterle ilgili olarak şirketin iş kazası ve meslek hastalığı verilerinin oluşması ileriki yıllarda oluşabilecek kazalar ile ilgili yapılacak risk analizleri açısından önem teşkil eder. Her risk analizi özellikle son 5 yıl içerisinde oluşmuş iş kazaları kayıtlarından bilgi alınarak oluşturulmaktadır. Bunun yanı sıra iş yerinin organizasyon şeması o işyerindeki görev ve yetki tanımlarının bilinmesi sorumlulukların paylaşılmasıyla çalışanların birbirinin işlerine müdahale etmemesi

aynı zamanda hiç kimse tarafından sorumluluğu alınmamış işlerin olmaması yönünden işyerinde boşluk oluşmamasını sağlar. Her çalışanın işe başlarken özlük dosyalarının bulunması o işyerinde SGK sız çalışan bulunmaması, ucuz iş gücü açısından mülteci ve göçmenlerle çalışmaların yasalara uygun yapılması ve tüm işe başlayan çalışanların sağlık taramalarının olması çalışanın kronik rahatsızlıklarının tespiti, yapacağı işe uygun sağlığa sahip olduğunun bilinmesi, işe başlarken hangi rahatsızlıklarının bulunduğu ve bu iş yerinde bir meslek hastalığının mevcudiyetinin tespiti açısından da önemlidir. Her iş yerinde çalışanlar mevzuata uygun olarak eğitim almak ve bu aldıkları eğitimleri kayıt altına alarak saklamakla yükümlüdür. Tüm bunların çalışanların özlük dosyalarında bulunmalı ve gerektiğinde denetimlerde ibraz edilmelidir. Gerek iç gerekse de dış denetlemeler işyerinde iş güvenliği kalitesinin ve tedbirlerinin artırılması yönünde çok önemli verilerdir.

Çizelge 19. AHP yöntemine göre kayıtların eksik olması performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları

Kayıtların Eksik Olması Tutarlılık: 0,26	
İş Kazası Kayıtları	0,143
Meslek Hst Kayıtları	0,284
Organizasyonel Kayıtlar	0,020
Sağlık Taramaları	0,043
Eğitim Kayıtları	0,085
Özlük Bilgiler	0,063
Denetleme Sonuçları	0,363

Şekil 44. AHP yöntemine göre kayıtların eksik olması performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği



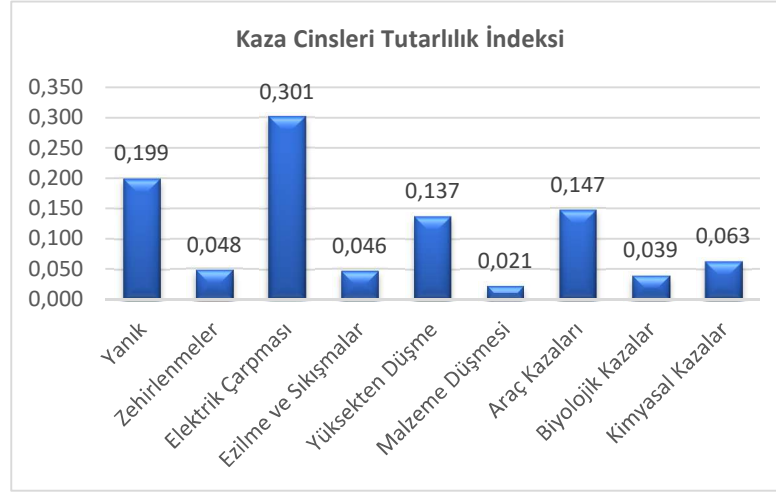
7.1.4. Kaza cinsleri indeksi

İş sağlığı ve güvenliğinde kazaların cinsleri bu konuda alınması gereken tedbirlerin takibi açısından önem arz eder. Meydana gelen kazalar bazı başlıklar altında toplanabilir. Kazalarda önemli olan, bu kazaların kayıt altına alınması ve meydana geliş sebeplerinin araştırılarak kazanın kök nedenlerinin ortaya çıkarılmasıdır. Böylece oluşturulmuş olan veri tabanından 5 yıl içerisinde oluşmuş olan bu veri tabanına göre risk analizlerinin yapılması kolaylaşabilir ve oluşan kazalara uygun bir yöntem belirlenebilir. Aynı zamanda bu konularda oluşmuş olan ramak kala bilgilerinin toplanması oluşacak olan iş kazalarının proaktif olarak önlenmesini de sağlar. Çalışma sahasında oluşabilecek kazaların tespiti bu konuda alınması gereken ilkyardımcıların uzmanlaşacağı konuların belirlenmesinde de önemli rol oynar.

Çizelge 20. AHP yöntemine göre kaza cinsleri performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları

Kaza Cinsleri Tutarlılık: 1,40	
Yanık	0,19803
Zehirlenmeler	0,17389
Elektrik Çarpması	0,14853
Ezilme ve Sıkışmalar	0,11019
Yüksekten Düşme	0,10035
Malzeme Düşmesi	0,09752
Araç Kazaları	0,05505
Biyolojik Kazalar	0,05505
Kimyasal Kazalar	0,03602

Şekil 45. AHP yöntemine göre kaza cinsleri performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği



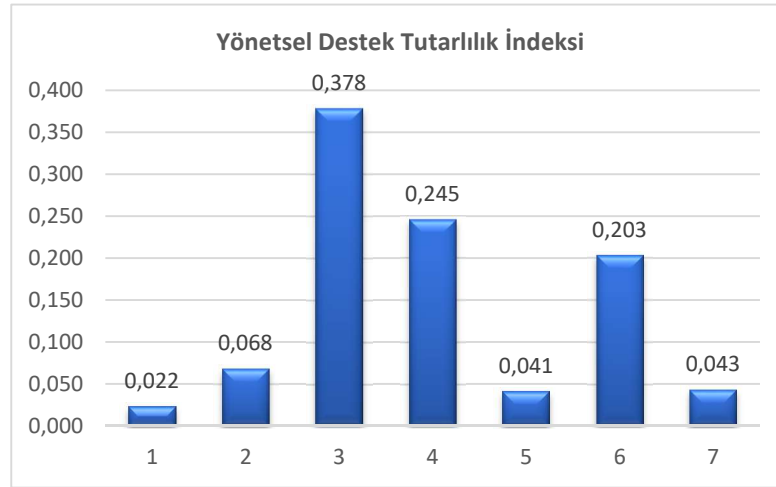
7.1.5. Yönetimsel desteğin olmaması indeksi

Yönetim desteği, iş sağlığı ve güvenliği kültürü kazanmada önemli rol oynayan unsurlardandır. Çalışanların iş güvenliğine bakış açıları ve kurumun iş güvenliği kültürü, yönetim davranışlarının sonucu oluşur. İşverenlerin ve işveren vekillerinin liderlik rolleri işyerinin iş güvenliği kültürü ve çalışanların davranışları üzerinde çok fazla etkiye sahiptir. İşveren ya da vekilinin, yaptığı açıklamalar, sergilediği duruş ve uygulamalardaki ciddiyet iş güvenliğinin kurumda öncelik olarak belirlenmesi, iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasında son derece önemlidir. Çalışanların özellikle vardiya, ücret politikaları, yetersiz çalışan sayısı, motivasyon eksikliği gibi konularda mevzuata uygun politikalar geliştirilerek iş kanunun her yönüyle uygulanmasına dikkat edilmelidir.

Çizelge 21. AHP yöntemine göre Yönetimsel Desteğin Olmaması performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları

Yönetimsel Desteğin Olmaması Tutarlılık: 0,45	
Motivasyon	0,25925
Prosedürlere Uyma	0,21914
Yetersiz Personel Sayısı	0,13044
Vardiya ve Değişimi	0,11912
Görev Tanımı	0,11245
Ücret Politikası	0,09185
Kurumsal Kimlik	

Şekil 46. Yönetimsel Desteğin Olmaması performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği



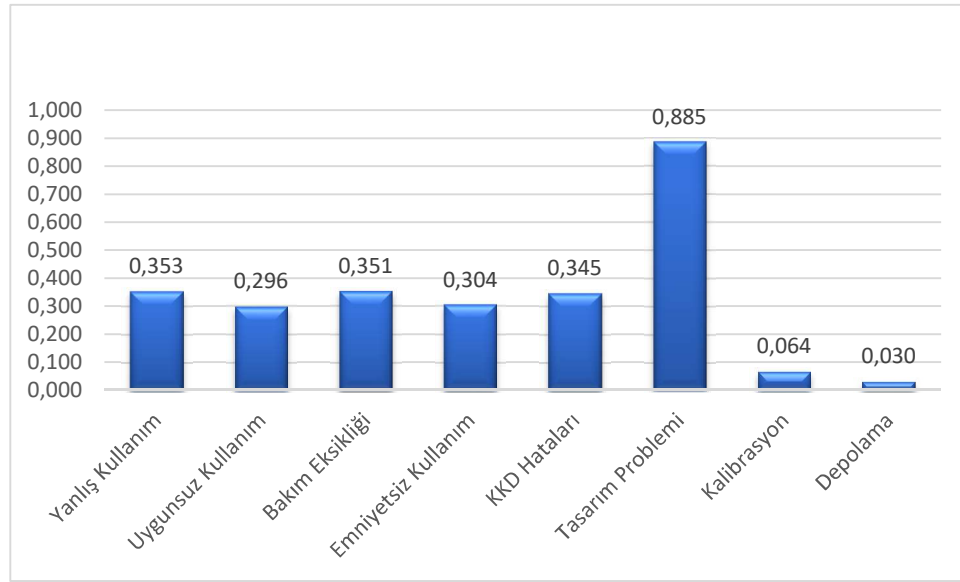
7.1.6. Ekipmanların hatalı kullanımı indeksi

El aletleri hem günlük hayatımızda hem de sanayide sıklıkla kullanılan makinelerdir. Evde daha sık kullandığımız el aletlerinin çoğu basit yapıda ve az tehlikeli olsa da sanayide kullanılan aletler hem karmaşık yapıda hem de tehlikeli olabilir. Bu aletlerin kendilerine özgü kullanım yöntemleri olduğu gibi, kendilerine özgü güvenlik önlemleri vardır. El aletleri elektrikli, hidrolik, pnömatik ve mekanik el aletleri olmak üzere dört sınıfa ayrılabilir. Bu dört farklı güç ile çalışan aletlerin hepsinde görülebilecek ortak risk gerekli ergonomik koşullarda çalışılmadığında ortaya çıkacak olan kas ve eklem ağrılarıdır. Kullanılacak ekipman seçilirken yapılacak işin yanı sıra işin hangi ortamda yapılacağına da dikkat edilmelidir. İş için seçilen alet doğru olsa da kullanılacak ortama uygun olmadığında sorun yaşanabilir. Aksaklıklar, ekipmanların yanlış kullanımlarından doğabildiği gibi, aynı zamanda uygunsuz olarak kullanımdan, bakımların eksikliğinden ve doğru zamanda yapılmamasından, kullanılan ekipmanın emniyetinin alınmaması, satın alınan KKD'lerin hatalı üretimlerinden ve standartlara uygun olmamasından, CE uygunluğuna sahip olmamasından, ekipmanın kalibrasyon yapılmamasından doğan yanlış ölçümler sonucu ve yanlış depolamadan dolayı ortaya çıkan pek çok sorun yaşanabilir.

Çizelge 22. AHP yöntemine göre Ekipmanların Hatalı Kullanımı performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları

Ekipmanların Hatalı Kullanımı İndeksi	
0,80	
	0,353
Uygunsuz Kullanım	0,296
Bakım Eksikliği	0,351
Emniyetsiz Kullanım	0,304
KKD Hataları	0,345
Tasarım Problemi	0,885
Kalibrasyon	0,064
Depolama	0,030

Şekil 47. Ekipmanların Hatalı Kullanımı performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları



7.1.7. Koruyucu önlemler indeksi

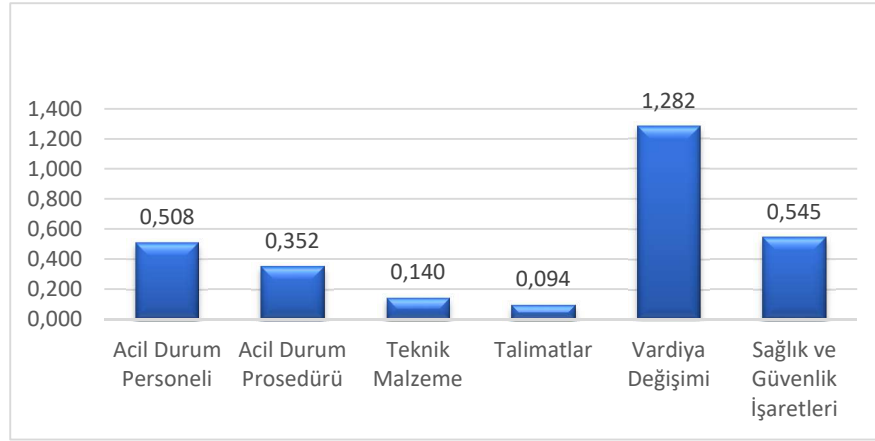
Acil durum, yaralanmalara veya can kaybına neden olabilen, tesisin üretimini kısmen veya tamamen durdurabilen, tesise veya doğal çevreye zarar veren, tesisin finansal yapısını veya toplumdaki imajını tehdit eden planlanmamış olaylardır. Yangın, deprem, sel/su baskını, yoğun kar yağışı, toplu gıda zehirlenmesi, parlayıcı ve patlayıcı madde kazaları, iletişim sistemini çökmesi, enerji kesilmesi, sabotaj, salgın hastalıklar vb. durumlar acil durumlara örnek gösterilebilir. İş sağlığı ve güvenliğinde önleyici faaliyetler büyük önem taşıyan bir konudur. Acil durumlar için alınan önleyici faaliyetler de bu durumun bir parçasıdır. İşverenler ve çalışanlar kendilerini ve işletmelerini acil durumlara

karşı hazır hale getirmek ile ayrı ayrı yükümlüdürler. Acil durum planları, acil durum ekipleri, tatbikatlar her iş yerinde uygulanması gereken konulardır.

Çizelge 23. AHP yöntemine göre Koruyucu Önlemler performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları

Koruyucu Önlemler Tutarlılık: 0,07287	
Teknik Malzeme	0,34693
Vardiya Değişimi	0,2528
Sağlık ve Güvenlik İşaretleri	0,18107
Acil Durum Personeli	0,10471
Talimatlar	0,0627
Acil Durum Prosedürü	0,05179

Şekil 48. Koruyucu Önlemler performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği



7.1.8. Çevre koşulları indeksi

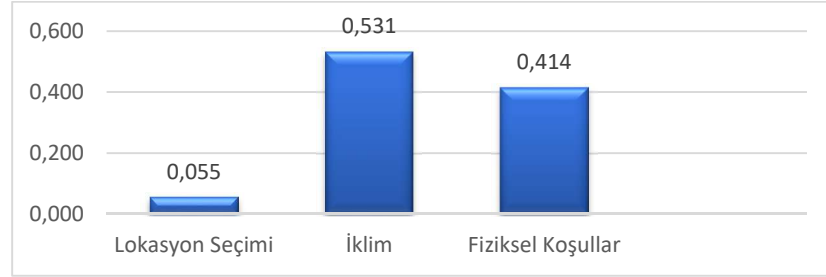
Sondaj işlerinde yapılan çalışmaların başlangıcından sonuna kadar açık arazide olması neticesinde bu işlerde çalışanlar açık arazi koşullarında gerek küçük gerek büyük canlılarla mücadele ederken, bir yandan keskin tabiat koşullarına karşı tehlikelere açıktırlar. Bunun yanı sıra nakliye ve montaj kurulumu aşamasında kurulacak sondaj kampının yerinin seçimi iklim koşullarına bağlı olarak farklı tehlikeler yaratabilir. Mücbir rüzgâr yönü ve arazinin zor ulaşılabilir olması gibi. Tüm bunların yanında fiziksel risk etmenleri olarak tarif ettiğimiz kulede yapılan çalışmalardan kaynaklanan gürültü, toz, aydınlatma, gibi faktöre

Çizelge 24. AHP yöntemine göre Çevre Koşulları performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları

Çevre Koşulları Tutarlılık: 0,01759	
--	--

Fiziksel Koşullar	0,55842
İklim	0,31962
Lokasyon Seçimi	0,12196

Şekil 49. Çevre Koşulları performans indeksinin alt kriterlerinin ağırlıkları grafiği



7.2. PROMETHEE Yöntemi ile Sondaj Alanı İSG Performans İndekslerinin Belirlenmesi

Bu yöntem ile değerlendirmeye aldığımız 54 kriter bulunmaktadır. Öncelikle, her dalın alt seviyesindeki kriterlerin her sondaj alanı alternatifi için 0-5 aralığında 5 uzman tarafından değerlendirilmeleri istenmiştir. Belirlenen kriterler için verilen puanlar, programa girilmiştir. Sonraki adımda, AHP yöntemi ile elde edilen önem ağırlıklarına normalizasyon uygulanmıştır. Önem ağırlıkları normalleştirildikten sonra programa giriş yapılmıştır. Normalizasyon işleminde, öncelikle her ana kriterdeki her dalın en alt kriterleri belirlenmiş ve tüm bu kriterlerin toplamaları alınmıştır. İkinci adımda her en alt kriter bu toplama bölünmüş ve normalleştirilmiş ağırlıklar elde edilmiştir. Son adımda, elde edilen kriter ağırlıklarının her biri kendi ana kriter ağırlığı ile çarpılmış ve programa girilen ağırlıklar elde edilmiştir. Sonrasında, kriterlere uygun tercih fonksiyonu seçilmiştir. Tercih fonksiyonu olarak V tipi fonksiyon seçilmiştir. Bunun sebebi ise; bu fonksiyon tipinin nicel veriler için uygun olması ve kriterlerin belli bir ortalamanın üstündeki değere sahip olanları özellikle kullanılmak istenirken, bu değer altındaki kalanlar ihmal edilmek istenmemesidir. Elde edilen anket verilerinin PROMETHEE yöntemi ile çözüme ulaşması için paket program “Visual PROMETHEE and GAIA” kullanılarak performans indeks sonuçlarına ulaşılmıştır. Visual PROMETHEE programı etkin, kolay erişilebilir, uygulaması kolay ve PROMETHEE metodu üzerine geliştirilmiş çok kriterli bir analiz ve karar destek programıdır. Programa ait ekran görüntüsü Şekil 50’ de gösterilmiştir. Bölüm

6.3.'de belirtildiği gibi, alternatif performanslarının AHP yerine bu yöntemle analiz edilmesinin tercih sebebi, PROMETHEE yönteminin AHP yöntemine göre daha kullanışlı ve sonuçlara kolay, karmaşıklıktan uzak şekilde erişim sağlamasıdır. PROMETHEE 1 ile, alternatiflerin belirlenen kriterler bazında karşılaştırılması yapılarak, kısmi öncelikler elde edilmiş, ardından grafikler ile yorumlanmıştır. PROMETHEE 2 ile ise, alternatiflerin belirlenen kriterler bazında karşılaştırılması sonucunda tablolarda net öncelikler gösterilmiştir. Performans indeks sonuçları aşağıda şu şekilde açıklanmıştır; öncelikle tüm sondaj alanları her alan içinde detaylı değerlendirilmiştir. Sonrasında, her bir sondaj alanı tüm performans kriter değerleri kendi içinde değerlendirilmiştir. Son adımda ise, tüm sondaj alanları için tüm alanları kapsayacak genel performans değerlendirmesi yapılmıştır.

Şekil 50. "Visual PROMETHEE" programı veri giriş ekranı

Scenario1	Çalışan Hata	Kayıtlar	Geçmiş İş Ka...	Yönetim Kay...	Ekipman Hat...	Toplu Korum...	Çevre Faktö...
Unit	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences							
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	0,44	0,02	0,04	0,17	0,07	0,18	1,00
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	2,00000	2,00000	2,00000	2,00000	2,00000	2,00000	2,00000
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics							
Minimum	3,00000	2,00000	5,00000	4,00000	3,00000	3,00000	2,00000
Maximum	4,00000	3,00000	5,00000	4,00000	4,00000	5,00000	4,00000
Average	3,66667	2,66667	5,00000	4,00000	3,66667	3,66667	3,33333
Standard Dev.	0,47140	0,47140	0,00000	0,00000	0,47140	0,94281	0,94281
Evaluations							
☒ Sondaj Sahası 1	good	average	very good	good	good	very good	good
☒ Sondaj Sahası 2	average	bad	very good	good	good	average	bad
☒ Sondaj Sahası 3	good	average	very good	good	average	average	good

Şekil 50’de verilen performans indekslerine göre en iyiden en kötüye doğru bir sıralama gözlenmektedir. Burada belirtilen pozitif akım, belirli bir alternatife, diğer alternatifler üzerinde nasıl bir üstünlük sağladığını, negatif akım ise diğer alternatiflerin ilgili alternatife karşı nasıl bir üstünlük sağladıklarını belirtir (Nebati & Ekmekçi, 2018). Kısaca şu şekilde ifade edebiliriz; bir alternatif seçeneğinin pozitif üstünlük değerinin yüksek olması o seçeneğin diğerlerine göre daha iyi bir seçim olduğunu ya da performansının daha iyi olduğunu ifade eder. Negatif üstünlük değerinin yüksek olması ise; o seçeneğin diğerlerine göre daha kötü bir seçim olduğunu yada performansının daha zayıf olduğunu ifade eder. Bu bilgilere ek olarak; Phi+ ve Phi- değerleri “0-1” aralığında değiştiği belirtilebilir.

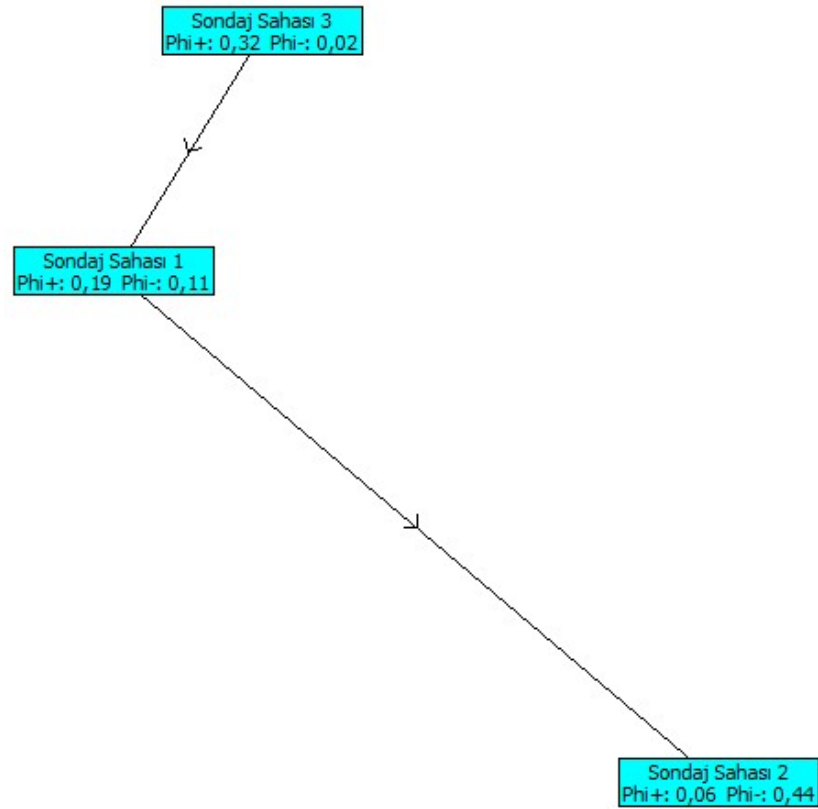
7.2.1. Alanlarına göre performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

Her ana kriter adı altında tüm sondaj alanı İSG performansları karşılaştırılmıştır. Böylece, İSG performans indeksindeki sıralamadan farklı olarak, belirlenen alanlarda farklı bir sondaj alanı sıralaması seçeneği gözlenebilmesine fırsat verilmektedir. Belirlenen her alan için elde edilen sonuçlar aşağıda detaylı açıklanmıştır. Tüm bölümlerde aynı uygulama adımları uygulanarak performans indeks sonuçları elde edilmiştir.

7.2.1.1 Çalışan Hata performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

7 adet performans kriteri değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Şekil 51’de, PROMETHEE 1’e göre; ISG performans indeksinin en yüksek olduğu sondaj alanı SAHA 3 olmuştur. Ardından, bu sıralamayı; SAHA 1 ve son olarak SAHA 2 takip etmiştir.

Şekil 51. Çalışan Hata PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları



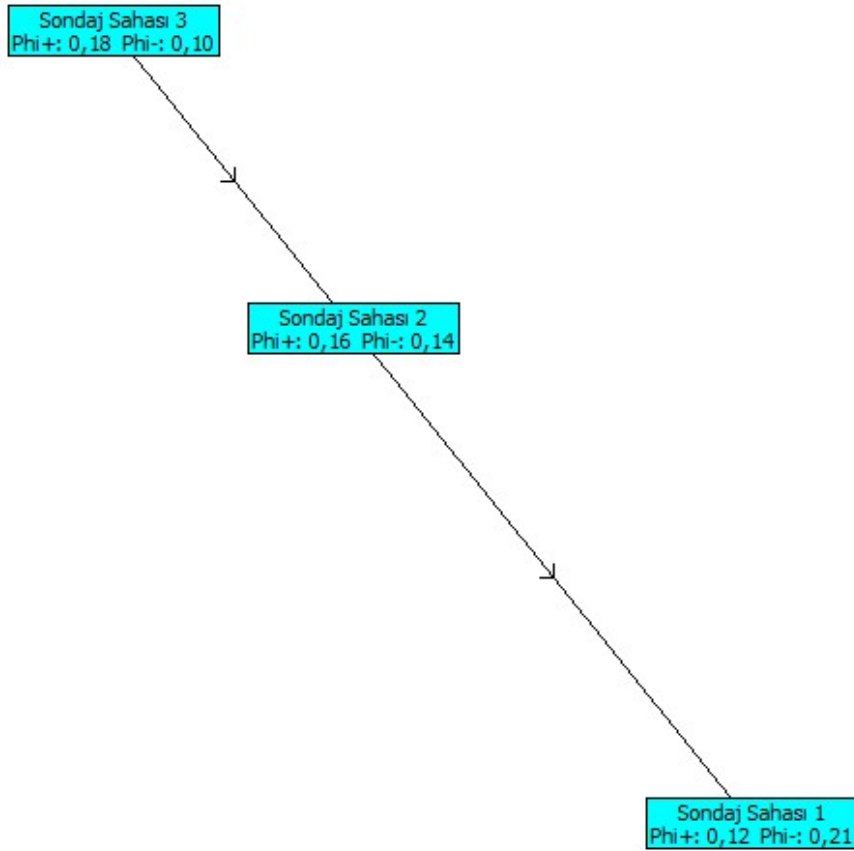
Çizelge 36. Çalışan Hata PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları

Sıra	Sondaj Alanları	Phi	Phi+	Phi-
1	Sondaj Sahası 3	0,3012	0,3237	0,0225
2	Sondaj Sahası 1	0,0824	0,1898	0,1074
3	Sondaj Sahası 2	-0,3836	0,0569	0,4406

7.2.1.2. Kayıt Eksiklikleri performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

7 adet performans alt kriteri değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Şekil 31’de, PROMETHEE 1’e göre; ISG performans indeksinin en yüksek olduğu sondaj alanı SAHA 3 olmuştur. Ardından, bu sıralamayı; SAHA 2 ve son olarak SAHA 1 takip etmiştir.

Şekil 52 Kayıt Eksiklikleri PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları



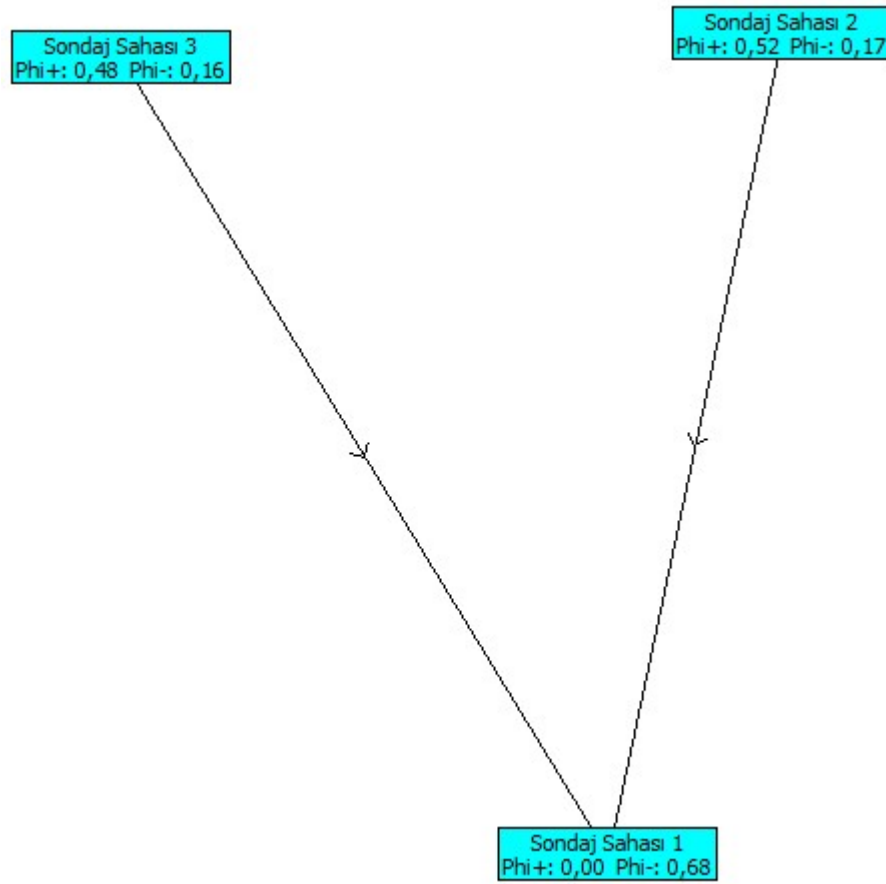
Çizelge 25. Kayıt Eksiklikleri PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları

Sıra	Sondaj Alanları	Phi	Phi+	Phi-
1	Sondaj Sahası 3	0,147	0,3522	0,2052
2	Sondaj Sahası 2	0,0267	0,3121	0,2854
3	Sondaj Sahası 1	-0,1736	0,2453	0,4189

7.2.1.3. Geçmiş iş kazaları performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

9 adet performans alt kriteri değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Şekil 32’da, PROMETHEE 1’e göre; ISG performans indeksinin en yüksek olduğu sondaj alanı SAHA 2 olmuştur. Ardından, bu sıralamayı; SAHA 3 ve son olarak SAHA 1 takip etmiştir.

Şekil 53. Geçmiş iş kazaları PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları



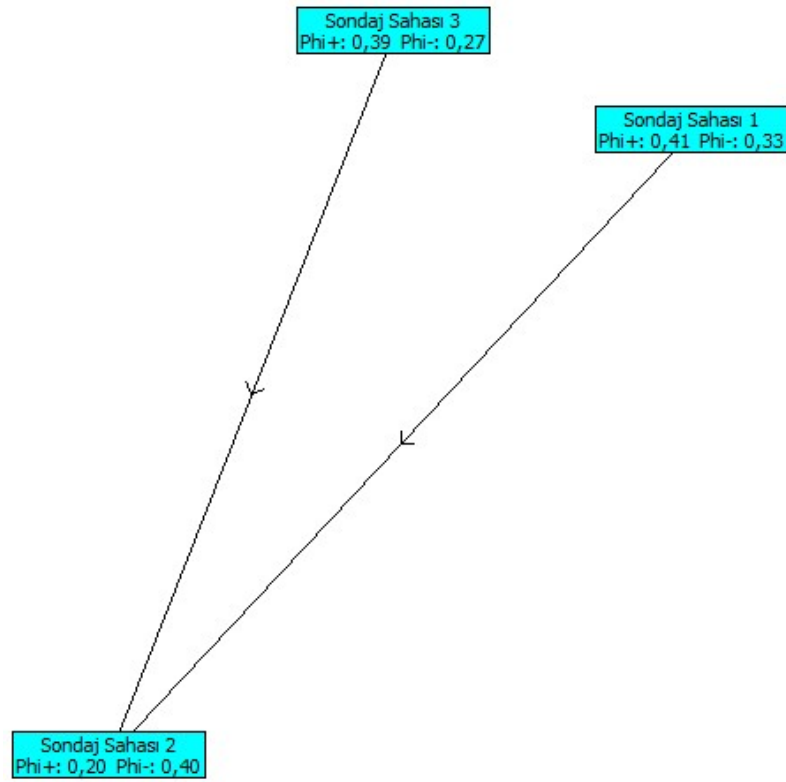
Çizelge 26. Geçmiş iş kazaları PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları

Sıra	Sondaj Alanları	Phi	Phi+	Phi-
1	Sondaj Sahası 2	0,3546	0,5229	0,1683
2	Sondaj Sahası 3	0,3236	0,4824	0,1588
3	Sondaj Sahası 1	-0,6782	0	0,6782

7.2.1.4. Yönetim kaynaklı eksikler indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

7 adet performans alt kriteri değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Şekil 33'da, PROMETHEE 1'e göre; ISG performans indeksinin en yüksek olduğu sondaj alanı SAHA 3 olmuştur. Ardından, bu sıralamayı; SAHA 1 ve son olarak SAHA 2 takip etmiştir.

Şekil 54. Yönetim kaynaklı eksikler PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları



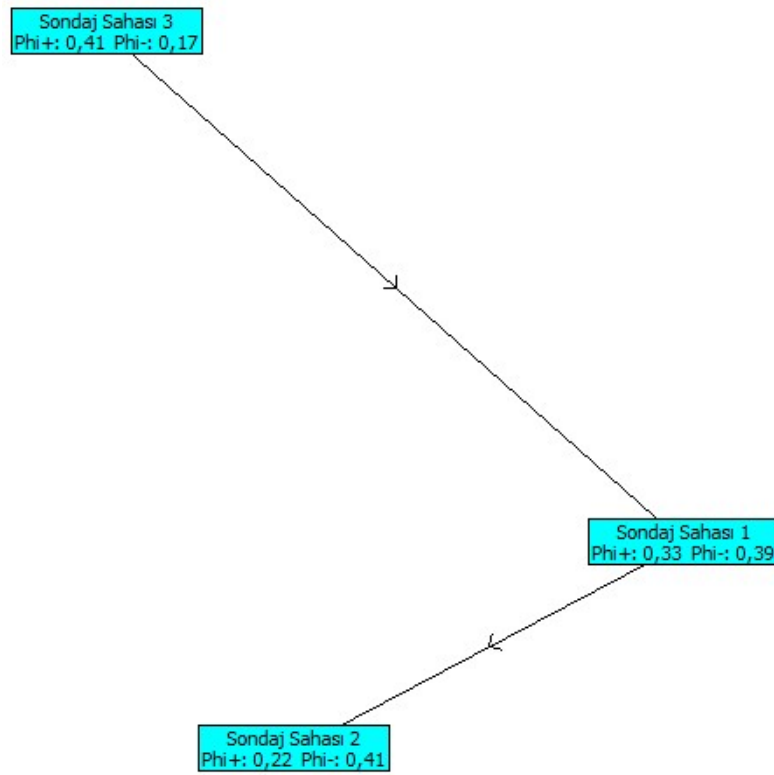
Çizelge 27. Yönetim kaynaklı eksikler PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları

Sıra	Sondaj Alanları	Phi	Phi+	Phi-
1	Sondaj Sahası 3	0,1218	0,3936	0,2719
2	Sondaj Sahası 1	0,078	0,4088	0,3308
3	Sondaj Sahası 2	-0,1997	0,1976	0,3973

7.2.1.5. Ekipman sebepli hatalar indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

7 adet performans alt kriteri değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Şekil 34'da, PROMETHEE 1'e göre; ISG performans indeksinin en yüksek olduğu sondaj alanı SAHA 3 olmuştur. Ardından, bu sıralamayı; SAHA 1 ve son olarak SAHA 2 takip etmiştir.

Şekil 55 Ekipman sebepli hatalar PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları



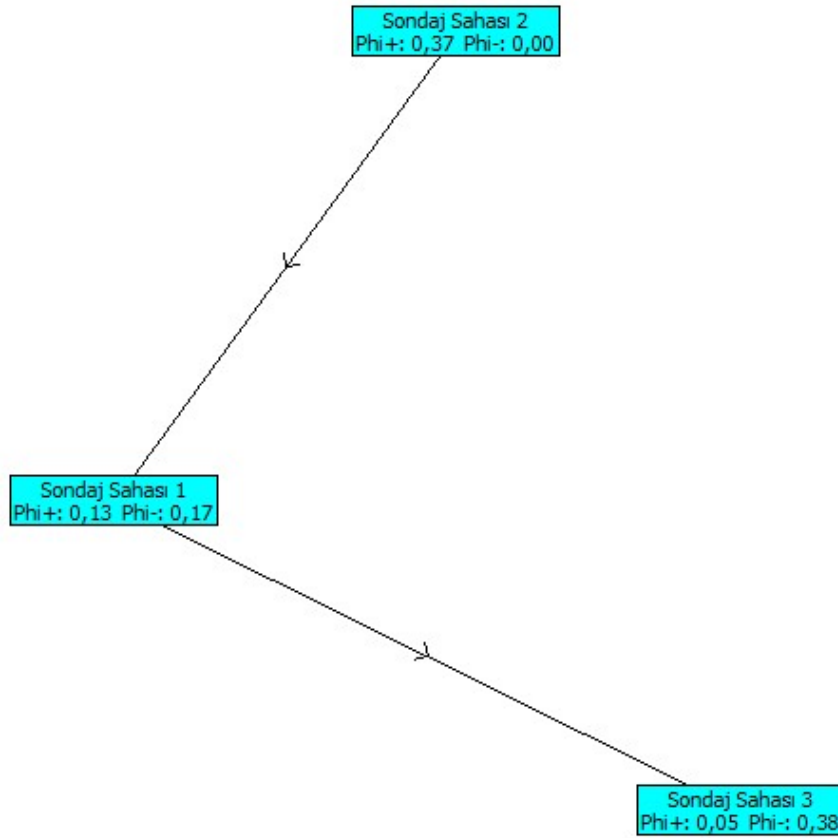
Çizelge 28. Ekipman sebepli hatalar PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları

Sıra	Sondaj Alanları	Phi	Phi+	Phi-
1	Sondaj Sahası 3	0,2427	0,4141	0,1714
2	Sondaj Sahası 1	-0,06	0,333	0,3929
3	Sondaj Sahası 2	-0,1827	0,2241	0,4068

7.2.1.6. Toplu koruma önlemleri eksiklikleri indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

6 adet performans alt kriteri değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Şekil 35’da, PROMETHEE 1’e göre; ISG performans indeksinin en yüksek olduğu sondaj alanı SAHA 2 olmuştur. Ardından, bu sıralamayı; SAHA 1 ve son olarak SAHA 3 takip etmiştir.

Şekil 56. Toplu koruma önlemleri PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları



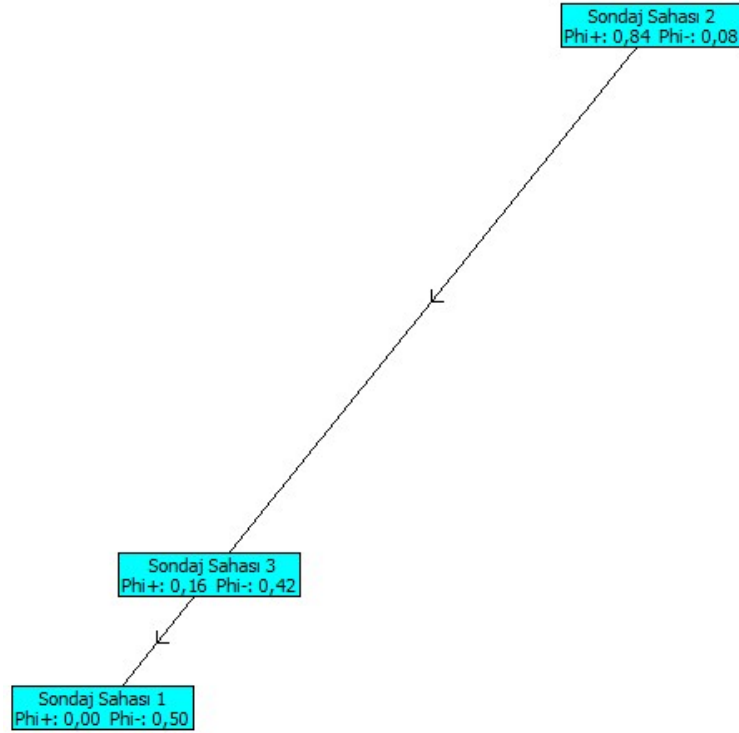
Çizelge 29. Toplu koruma önlemleri PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları

Sıra	Sondaj Alanları	Phi	Phi+	Phi-
1	Sondaj Sahası 2	0,3713	0,3713	0
2	Sondaj Sahası 1	-0,0476	0,1272	0,1748
3	Sondaj Sahası 3	-0,3237	0,0527	0,3764

7.2.1.7. Çevre koşulları indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

3 adet performans alt kriteri değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Şekil 36'da, PROMETHEE 1'e göre; ISG performans indeksinin en yüksek olduğu sondaj alanı SAHA 2 olmuştur. Ardından, bu sıralamayı; SAHA 1 ve son olarak SAHA 3 takip etmiştir.

Şekil 57 Çevre koşulları PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları



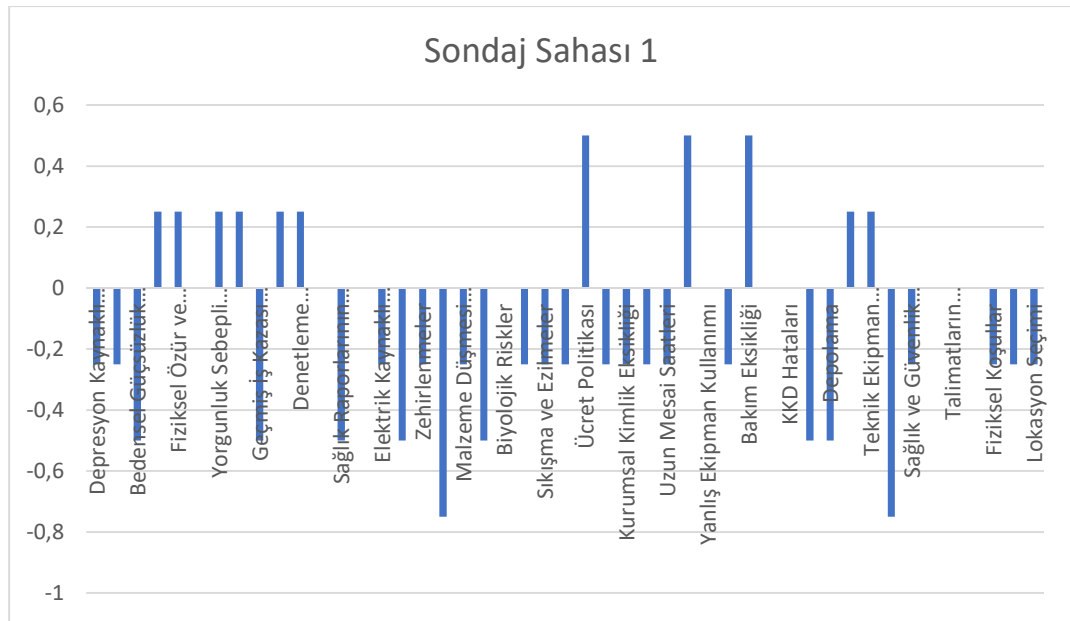
Çizelge 30. Çevre koşulları PROMETHEE 1 ile hesaplanan sıralama sonuçları

Sıra	Sondaj Alanları	Phi	Phi+	Phi-
1	Sondaj Sahası 2	0,7549	0,8366	0,0817
2	Sondaj Sahası 3	-0,2549	0,1634	0,4183
3	Sondaj Sahası 1	-0,5	0	0,5

7.2.2. Sondaj sahalarına göre performans indeks sonuçlarının değerlendirilmesi

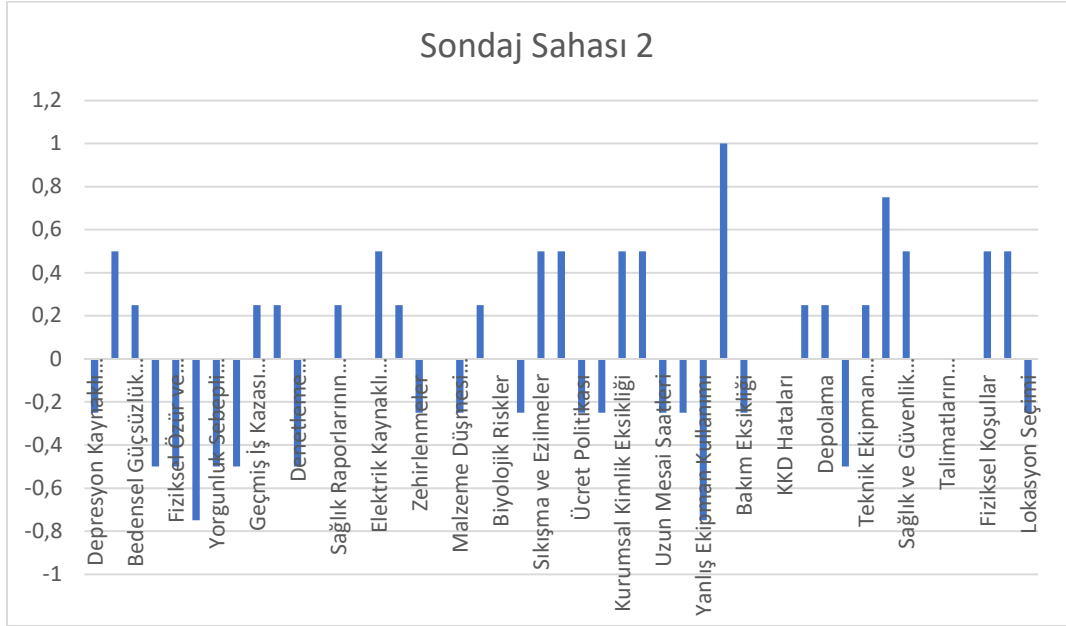
Bu bölümde her bir sondaj sahası için kendi içinde tüm performans kriterlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır (Şekil 58, Şekil 59, Şekil 60). Elde edilen sonuçlara göre; Sondaj sahası-1'in performansında en fazla öneme sahip faktörler, ücret politikası, görev tanımı eksikliği ve bakım eksikliği olarak gözükmemektedir. Kaza cinsleri performansı ise en zayıf alan olarak gözükmemektedir. Bunların dışında, yüksekte çalışma sebebiyle kazalar ve vardiya değişim prosedürü SONDAJ SAHASI-1'in performansında en az öneme sahip olduğu söylenebilir.

Şekil 58 SONDAJ SAHASI-1 performans değerlendirme grafiği



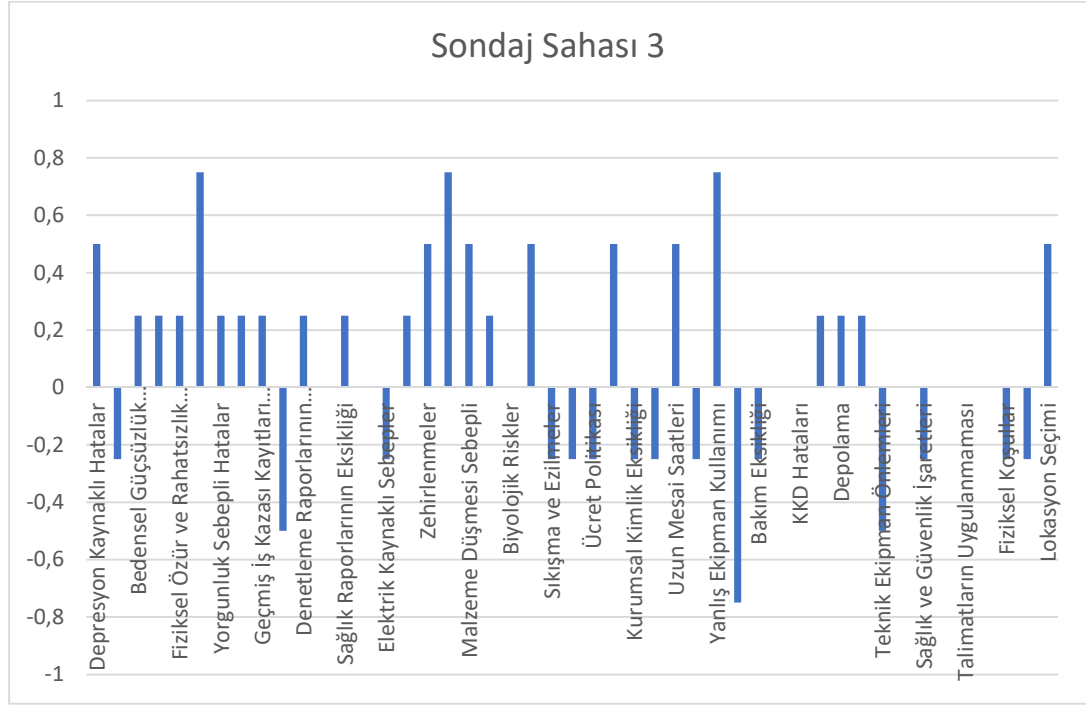
SONDAJ SAHASI-2'nin performansında en fazla öne çıkan faktörler, işe uygun olmayan olarak gözükmemektedir. Yanlış ekipman kullanımı performansı bu SONDAJ SAHASI'de ise yine en zayıf alan olarak gözükmemektedir.

Şekil 59 SONDAJ SAHASI-2 performans değerlendirme grafiği



SONDAJ SAHASI-3'ün performansında en fazla öne çıkan faktörler, yanlış ekipman kullanımı, yüksekte çalışma sebepli kazalar ve aşırı özgüven sebepli hatalar olarak gözükmemektedir. Aynı sondaj sahasında işe uygun olmayan kullanım en zayıf alan olarak gözükmemektedir. Bunların dışında, motivasyon mobbing, uzun mesai, kimyasal riskler, zehirlenmeler ve depresyon kaynaklı performansında en az öneme sahip oldukları söylenebilir.

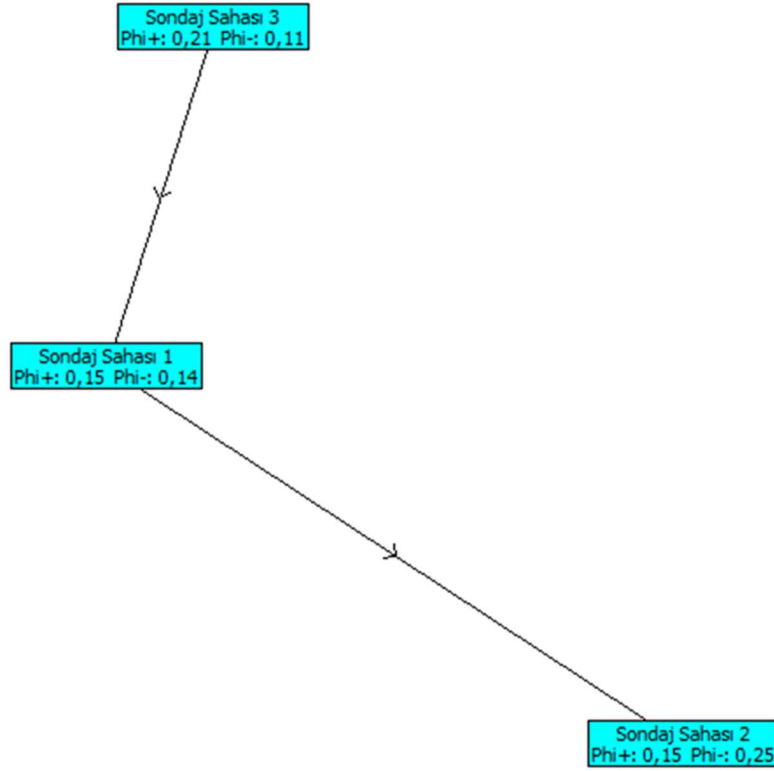
Şekil 60. SONDAJ SAHASI-3 performans değerlendirme grafiği



7.2.3 Sondaj sahası performans indeksi genel sonuçlar

Tüm sondaj sahaları için tüm kriterler, Visual PROMETHEE programı ile PROMETHEE 1 ve 2'ye göre değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 61'de, PROMETHEE 1'e göre; SONDAJ SAHASI performans indeksinin en yüksek olduğu alışveriş merkezi SONDAJ SAHASI-1 olmuştur. SONDAJ SAHASI-1 ile SONDAJ SAHASI-3, SONDAJ SAHASI-2 ile SONDAJ SAHASI-3, SONDAJ SAHASI-4 ile SONDAJ SAHASI-2 ise net olarak karşılaştırılamamıştır. Net kıyaslama için, PROMETHEE 2 analizi gereklidir.

Şekil 61. PROMETHEE 1 ile hesaplanan genel sıralama sonuçları



Pozitif üstünlüklerden negatif üstünlükler çıkartılarak PROMETHEE 2 ile tam sıralama elde edilmiştir. Çizelge 6.15’de görülen en son sıralama ile performans indekslerine göre sonuçlar daha net görülmektedir. Yapılan net sıralamaya göre en iyi performansa sahip SONDAJ SAHASI-1’dir. Sonrasında, bu sıralamayı; SONDAJ SAHASI-4, SONDAJ SAHASI-3, SONDAJ SAHASI-2 takip etmiştir.

Çizelge 31. PROMETHEE 2 ile hesaplanan genel sıralama sonuçları

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Sondaj Sahası 3	0,0988	0,2057	0,107
2	Sondaj Sahası 1	0,0035	0,1485	0,145
3	Sondaj Sahası 2	-0,1022	0,148	0,2502

Alışveriş merkezleri performansları ayrı ayrı değerlendirildiğinde; temelde performansları en az ve en çok etkileyen faktörler birbirine benzese de performans indeksleri arasında farklar olduğu gözlenmektedir.

8. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde elde edilen sonuçlar 2 aşamada değerlendirilmiştir. İlk bölümde SWOT analizi kullanılarak, ikinci bölümde ise, radar diyagram analizi uygulanarak sonuçlar değerlendirilmiştir. 2 farklı yöntem kullanılarak, kıyaslama yapılmış ve tutarlılığın ölçülmesi sağlanmıştır.

8.1 SWOT Analizi

SWOT analizi, işletmenin kurumsal işlerliği, rekabet gücü, sektördeki konumu, piyasadaki dış tehditlerin varlığı vs. gibi işletmenin iç ve dış değerlendirmelerin yapılarak, uzun vadeli stratejiler oluşturmak için kullanılan etkili stratejik planlama yöntemlerinden biridir (UĞUR et al., 2012). Bu bölümde, performans indekslerini belirlemek için kullandığımız 47 kriter değerlendirmeye alınmıştır. Sonrasında, her bir sondaj sahası için bu kriterlerin AHP ile elde ettiğimiz ağırlıkları ve her sondaj sahası için bu kriterlere uzmanlar tarafından verilen puanlar kullanılarak, sonuçlar her sondaj sahası için detaylı olarak, değerlendirilmiştir. Bundan sonraki aşamada, SWOT analizinde ilk iş tüm bu kriterleri, iç faktörler (güçlü yönler, zayıf yönler) ve dış faktörler (fırsatlar, tehditler) olmak üzere 4 bölüme ayırmak olmuştur. Kriterler ayrıştırıldıktan sonra, iç faktörler ile dış faktörleri karşılaştıracak şekilde her bir sondaj sahası seçeneği için SWOT matrisi oluşturulmuştur. Bu matriste bir takım sorulara cevaplar aranarak bazı senaryolar oluşturulmuş ve buna bağlı alt senaryolar geliştirilmiştir. Her sondaj sahası için geliştirilen alt senaryolar 2'li karşılaştırma anketi tekniği ile uzmanlara sunularak değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen veriler sonucunda her alt senaryo için bir ağırlık elde edilmiştir. Belirlenen senaryolar altında alt senaryoların ağırlıkları toplanarak, her sondaj sahası için en iyi senaryo önerisi yapılmış ve öneriler sunulmuştur.

8.1.1 Kriterlerin belirlenmesi ve seçilmesi

Performans indekslerini belirleme sürecinde değerlendirmeye aldığımız 47 kriter bu bölümün ilk aşamasında dikkate alınmıştır. İkinci bir adım olarak, bu 47 kriter iç faktörler (güçlü yönler, zayıf yönler) ve dış faktörler (fırsatlar, tehditler) olmak üzere 4 bölüme ayrılmıştır (Çizelge 47). Her bir kriterin ağırlığı ve bu

kriterin belirlenen sondaj alanı alternatifindeki önem puanı göz önünde bulundurulmuştur. Önem puanı, performans indekslerini belirme bölümünde bahsettiğimiz (Bölüm 7.2.), her sondaj alanı için her kritere 0-5 aralığında verilen puanların geometrik ortalamasıdır. Bu değerlendirme sonucunda, bu kriterlerden bazılarını eleme yoluna gidilmiştir. Güçlü ve fırsat alanındaki kriterler için, yüksek ağırlık ve yüksek önem puanı şartları aranmış ve öne çıkanlar belirlenmiştir. Zayıf ve tehdit alanındaki kriterler için yüksek ağırlık ve düşük puan şartları aranmış ve öne çıkanlar belirlenmiştir. Değerlendirmelere göre her bir sondaj alanı için belirlenen kriterler aşağıdaki çizelgelerde (Çizelge 33, Çizelge 34, Çizelge 35) gösterilmiştir.

Çizelge 32. Belirlenen 47 kriterin iç ve dış faktörler çizelgesi

	GÜÇLÜ YÖNLER		ZAYIF YÖNLER
S1	Depolama	W1	Yüksekte Çalışma Sebepli
S2	Özlük Dosyalarının Eksiklikleri	W2	Acil Durum Personeli Eksikliği
S3	Araç Kazaları Sebepli	W3	Aşırı Özgüven Sebepli Hatalar
S4	Ücret Politikası	W4	Kimyasal Riskler
S5	Bakım Eksikliği	W5	Sıkışma ve Ezilmeler
S6	Organizasyon Şeması Eksiklikleri	W6	İşe Uygun Olmayan Kullanım
S7	Eksik Bilgi Kaynaklı Hatalar	W7	Yetersiz Personel Sayısı
S8	Acil Durum Prosedürü Eksikliği	W8	Emniyetsiz Kullanım
S9	Geçmiş İş Kazası Kayıtları Eksikliği	W9	Malzeme Düşmesi Sebepli
S10	Görev Tanımı Eksikliği	W10	Yorgunluk Sebepli Hatalar
S11	Eğitim Eksiklikleri ve Kayıt Altına Alınmaması	W11	Yanlış Ekipman Kullanımı
S12	Bedensel Güçsüzlük Yetersizliği	W12	Talimatların Uygulanmaması
S13	Denetleme Raporlarının Eksikliği		
S14	Fiziksel Özur ve Rahatsızlık Sebepli Hatalar		
S15	Sağlık ve Güvenlik İşaretleri		
S16	Sağlık Raporlarının Eksikliği		
S17	Lokasyon Seçimi		
S18	Kurumsal Kimlik Eksikliği		
	FIRSATLAR		TEHDİTLER
O1	Kalibrasyon	T1	Depresyon Kaynaklı Hatalar
O2	Motivasyon Eksikliği ve Mobbing	T2	Zehirlenmeler
O3	KKD Hataları	T3	Biyolojik Riskler
O4	Prosedürler Eksikliği	T4	İklim
O5	Teknik Ekipman Önlemleri	T5	Uzun Mesai Saatleri
O6	Tasarım Problemi	T6	Fiziksel Koşullar

07	Vardiya Değişim Prosedürü	T7	Elektrik Kaynaklı Sebepler
08	Meslek Hst Kayıtları Eksikliği	T8	Sıcak Çalışma Sebepli
09		T9	Stres Yönetim Eksikliği

Çizelge 33. Sondaj Sahası 1 için iç ve dış faktörler çizelgesi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Kurumsal Kimlik Eksikliği	Yüksekte Çalışma Sebepli
Görev Tanımı Eksikliği	Acil Durum Personeli Eksikliği
Denetleme Raporlarının Eksikliği	Aşırı Özgüven Sebepli Hatalar
Özlük Dosyalarının Eksiklikleri	Kimyasal Riskler
Ücret Politikası	Sıkışma ve Ezilmeler
Fırsatlar	Tehditler
Kalibrasyon	Depresyon Kaynaklı Hatalar
Motivasyon Eksikliği ve Mobbing	Zehirlenmeler
KKD Hataları	Biyolojik Riskler
Prosedürler Eksikliği	

Çizelge 34. Sondaj Sahası 2 için iç ve dış faktörler çizelgesi

<u>Güçlü Yönler</u>	<u>Zayıf Yönler</u>
Lokasyon Seçimi	Yorgunluk Sebepli Hatalar
Görev Tanımı Eksikliği	Acil Durum Personeli Eksikliği
Kurumsal Kimlik Eksikliği	Aşırı Özgüven Sebepli Hatalar
Özlük Dosyalarının Eksiklikleri	Malzeme Düşmesi Sebepli
Ücret Politikası	Sıkışma ve Ezilmeler
<u>Fırsatlar</u>	<u>Tehditler</u>
Kalibrasyon	Fiziksel Koşullar
Motivasyon Eksikliği ve Mobbing	Elektrik Kaynaklı Sebepler
Meslek Hst Kayıtları Eksikliği	İklim
Prosedürler Eksikliği	

Çizelge 35. Sondaj Sahası 3 için iç ve dış faktörler çizelgesi

<u>Güçlü Yönler</u>	<u>Zayıf Yönler</u>
Kurumsal Kimlik Eksikliği	Talimatların Uygulanmaması
Görev Tanımı Eksikliği	Acil Durum Personeli Eksikliği
Organizasyon Şeması Eksiklikleri	Yetersiz Personel Sayısı
Sağlık ve Güvenlik İşaretleri	Kimyasal Riskler
Ücret Politikası	Sıkışma ve Ezilmeler
<u>Fırsatlar</u>	<u>Tehditler</u>
Kalibrasyon	Depresyon Kaynaklı Hatalar
Motivasyon Eksikliği ve Mobbing	Uzun Mesai Saatleri
KKD Hataları	Stres Yönetim Eksikliği
Prosedürler Eksikliği	

8.1.2 Stratejilerin ve senaryoların oluşturulması

SWOT analizine bağlı senaryolar, alt senaryolar geliştirildikten sonra SWOT matrisi oluşturulmuştur. Matrisler, her sondaj alanı için ilgili çizelgelerde detaylı gösterilmiştir.

Çizelge 36. Sondaj Sahası-1 SWOT matrisi

İç Çevre Faktörleri Dış Çevre Faktörleri	<u>Güçlü Yönler</u>	<u>Zayıf Yönler</u>
	Kurumsal Kimlik Eksikliği Görev Tanımı Eksikliği Denetleme Raporlarının Eksikliği Özlük Dosyalarının Eksiklikleri Ücret Politikası	Yorgunluk Sebepli Hatalar Acil Durum Personeli Eksikliği Aşırı Özgüven Sebepli Hatalar Malzeme Düşmesi Sebepli Sıkışma ve Ezilmeler
<u>Fırsatlar</u>	<u>G-F STRATEJİSİ</u> <u>(max-max)</u>	<u>Z-F STRATEJİSİ</u> <u>(min-max)</u>
Kalibrasyon Motivasyon Eksikliği ve Mobbing KKD Hataları Prosedürler Eksikliği	• Maden ve jeoloji mühendisleri ile aralarında iş güvenliği uzmanlarının da yer aldığı bir grup kurumsal olarak yönetim sistemlerini üzerine stratejiler geliştirilmesi • Çalışanları iş sağlığı ve güvenliği bilgi ve farkındalığının yükseltilmesi • Sondaj alanında kullanılan ekipmanların iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun hale getirilmesi • Çalışanların, çalışma şartlarının düzenlenerek ücret politikalarının belirlenmesi	• Sondaj alanlarında çalışan taşeron işçilerin deneyimli, eğitilmiş personel sayısının artırılması (Personel gelişimi için hizmet ve satış becerilerini geliştirici organizasyonlar gibi) ile, bilinç kapasitesinin yükseltilmesi • Sondaj alanlarında oluşabilecek acil durumlara karşı tehlike ve risklerin bertarafı için eğitilmiş personel sayısının daha da yükseltilmesi • Personellerin tehlike ve risklere karşı uyarılması ve risk değerlendirmelerin toplantılar ile paylaşılması ve eğitimlere eklenmesi
<u>Tehditler</u>	<u>G-T STRATEJİSİ</u> <u>(max-min)</u>	<u>Z-T STRATEJİSİ</u> <u>(min-min)</u>
Fiziksel Koşullar Elektrik Kaynaklı Sebepler İklim	• Sondaj sahalarının kurulduğu bölgelerde iklim koşullarına uygun tedbirler alınması • Elektrik ile ilgili jeneratör vb tüm koşullara uygun standartların ve önlemlerin belirlenmesi	• Çalışanların, ekipmanlarla çalışması sırasında gerek malzemelerden gerekse çalışanlardan kaynaklanan risklerin bertarafı • Açık ve yeşil alanlarda yapılan sondaj kuyularında hava muhalefeti ve iklimsel koşullar göz önünde bulundurularak, çalışanların ve işin verimini arttıracak yönde meteorolojik verilerin önceden belirlenmesi

Çizelge 37. Sondaj Sahası-2 SWOT matrisi

İç Çevre Faktörleri	<u>Güçlü Yönler</u>	<u>Zayıf Yönler</u>
	Lokasyon Seçimi Görev Tanımı Eksikliği Kurumsal Kimlik Eksikliği Özlük Dosyalarının Eksiklikleri Ücret Politikası	Yüksekte Çalışma Sebepli Acil Durum Personeli Eksikliği Aşırı Özgüven Sebepli Hatalar Kimyasal Riskler Sıkışma ve Ezilmeler
<u>Fırsatlar</u>	<u>G-F STRATEJİSİ</u> <u>(max-max)</u>	<u>Z-F STRATEJİSİ</u> <u>(min-max)</u>
Kalibrasyon Motivasyon Eksikliği ve Mobbing Meslek Hst Kayıtları Eksikliği Prosedürler Eksikliği	- Çalışanların geçirdiği iş kazası ve meslek hastalığı gibi verilerin gelecekte olacak kazaları engelleme üzere istatistiki veri haline gelmesi - Çalışanları iş sağlığı ve güvenliği kurumsal yapı ve çatinin oluşturulması - Sondaj alanında kullanılan ekipmanların iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun hale getirilmesi - Çalışanların, çalışma şartlarının düzenlenerek ücret politikalarının belirlenmesi	- Sondaj işinde iş sağlığı ve güvenliği alanında tüm çalışanların yapılan iş konusunda tedbirlerin uygulanması - Sondaj alanlarında oluşabilecek acil durumlara karşı tehlike ve risklerin bertarafı için eğitilmiş personel sayısının daha da yükseltilmesi - Personellerin tehlike ve risklere karşı uyarılması ve risk değerlendirmelerin toplantılar ile paylaşılması ve eğitimlere eklenmesi
<u>Tehditler</u>	<u>G-T STRATEJİSİ</u> <u>(max-min)</u>	<u>Z-T STRATEJİSİ</u> <u>(min-min)</u>
Depresyon Kaynaklı Hatalar Zehirlenmeler Biyolojik Riskler	Sondaj sahalarının kurulduğu bölgelerde iklim koşullarına uygun tedbirler alınması Elektrik ile ilgili jeneratör vb tüm koşullara uygun standartların ve önlemlerin belirlenmesi	- Çalışanların, gerek zihinsel gerek bedensel sağlıklarının takip altında tutulması - Biyolojik riskler kapsamına giren vahşi tüm ölçeklerdeki canlıların ve yaratacağı rahatsızlıkların, hayati tehditlerin bulaş yönünden takibi

Çizelge 38. Sondaj Sahası-3 SWOT matrisi

İç Çevre Faktörleri Dış Çevre Faktörleri	<u>Güçlü Yönler</u>	<u>Zayıf Yönler</u>
	Kurumsal Kimlik Eksikliği Görev Tanımı Eksikliği Organizasyon Şeması Eksiklikleri Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Ücret Politikası	Talimatların Uygulanmaması Acil Durum Personeli Eksikliği Yetersiz Personel Sayısı Kimyasal Riskler Sıkışma ve Ezilmeler
<u>Fırsatlar</u> Kalibrasyon Motivasyon Eksikliği ve Mobbing KKD Hataları Prosedürler Eksikliği	<u>G-F STRATEJİSİ</u> <u>(max-max)</u> - Kurumsal yapıda yapılacak yeni düzenlemeler ile yeni teknolojilerin devreye alınması - Çalışanları iş sağlığı ve güvenliği bilgi ve farkındalığının yükseltilerek mobbing yöntemlerinin azaltılması ve desteklenmeleri - Sondaj alanında kullanılan ekipmanların iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun hale getirilmesi - Çalışanların, çalışma şartlarının düzenlenerek ücret politikalarının belirlenmesi	<u>Z-F STRATEJİSİ</u> <u>(min-max)</u> - Sondaj alanlarında çalışan taşeron işçilerin deneyimli, eğitimli personel sayısının artırılması (Personel gelişimi için hizmet ve satış becerilerini geliştirici organizasyonlar gibi) ile, bilinç kapasitesinin yükseltilmesi - Sondaj alanlarında oluşabilecek acil durumlara karşı tehlike ve risklerin bertarafı için eğitilmiş personel sayısının daha da yükseltilmesi - Personellerin tehlike ve risklere karşı uyarılması ve risk değerlendirmelerin toplantılar ile paylaşılması ve eğitimlere eklenmesi
<u>Tehditler</u> Depresyon Kaynaklı Hatalar Uzun Mesai Saatleri Stres Yönetim Eksikliği	<u>G-T STRATEJİSİ</u> <u>(max-min)</u> - Doğru ve güçlü yöntemler ile sondaj işlerinde iş sağlığı güvenliği tedbirlerinin oluşturulması - Mesai sürelerinin mevzuat dışına taşmamasına özen gösterilerek vardiye değişimlerinin yapılandırılması	<u>Z-T STRATEJİSİ</u> <u>(min-min)</u> - Çalışanların, ekipmanlarla çalışması sırasında gerek malzemelerden gerekse çalışanlardan kaynaklanan risklerin bertarafı - Açık ve yeşil alanlarda yapılan sondaj kuyularında hava muhalefeti ve iklimsel koşullar göz önünde bulundurularak, çalışanların ve işin verimini arttıracak yönde meteorolojik verilerin önceden belirlenmesi

8.1.3 Sonuçların ağırlıklandırılması ve değerlendirilmesi

Elde edilen bulgulara göre, belirlenen sondaj sahası alternatifleri için mevcut durum analiz edilmiş, mevcut duruma göre alanların güçlü ve zayıf yönleri, fırsat ve tehdit unsurları olabilecek kriterler belirlenmiştir. Sonrasında bu kriterlerden en önemli kriterler seçilerek uygun senaryolar ve alt senaryolar belirlenmiştir. Belirlenen senaryolar, uzmanlara AHP yöntemi ile 2'li karşılaştırma anket tekniği şeklinde sunulurken, değerlendirilmesi istenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda,

bu alt senaryolar ağırlıklandırılarak öncelikli olarak önem verilmesi gereken senaryolar bulunmuştur. Sondaj sahası-1 için bu senaryolara ait ağırlıklar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Şekil 62 Sondaj Sahası 1 için senaryo ağırlıkları

Zayıf-Fırsat (Min-Max)	0,322608
Güçlü-Fırsat (Max-Max)	0,398057
Güçlü-Tehdit (Max-Min)	0,227959
Zayıf- Tehdit (Min-Min)	0,051376

Yapılan bu çalışma ile Sondaj sahası -1 için öncelik verilmesi gereken senaryo %40 ağırlığa sahip max-max senaryosudur. Bu senaryoya ait alt senaryolar ise öncelikle,

- Maden ve jeoloji mühendisleri ile aralarında iş güvenliği uzmanlarının da yer aldığı bir grup kurumsal olarak yönetim sistemlerini üzerine stratejiler geliştirilmesi
- Çalışanları iş sağlığı ve güvenliği bilgi ve farkındalığının yükseltilmesi
- Sondaj alanında kullanılan ekipmanların iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun hale getirilmesi
- Çalışanların, çalışma şartlarının düzenlenerek ücret politikalarının belirlenmesi

Max-Max senaryosundan sonra, Sondaj sahası -1 için öncelik verilmesi gereken ikinci senaryo %32 ağırlıkla min-max senaryosu olduğu söylenebilir.

- Sondaj alanlarında çalışan taşeron işçilerin deneyimli, eğitimli personel sayısının arttırılması (Personel gelişimi için hizmet ve satış becerilerini geliştirici organizasyonlar gibi) ile, bilinç kapasitesinin yükseltilmesi
- Sondaj alanlarında oluşabilecek acil durumlara karşı tehlike ve risklerin bertarafı için eğitilmiş personel sayısının daha da yükseltilmesi

- Personellerin tehlike ve risklere karşı uyarılması ve risk değerlendirmelerin toplantıları ile paylaşılması ve eğitimlere eklenmesi oluşturulabilir.

Min-max senaryosundan sonra Sondaj sahası -1 için öncelik verilmesi gereken diğer bir senaryo %23 ağırlığa sahip max-min senaryosudur.

- Sondaj sahalarının kurulduğu bölgelerde iklim koşullarına uygun tedbirler alınması
- Elektrik ile ilgili jeneratör vb tüm koşullara uygun standartların ve önlemlerin belirlenmesi

En az önceliğe sahip senaryo ise, %5 ağırlığa sahip min-min senaryosudur. •

Çalışanların, ekipmanlarla çalışması sırasında gerek malzemelerden gerekse çalışanlardan kaynaklanan risklerin bertarafı

- Açık ve yeşil alanlarda yapılan sondaj kuyularında hava muhalefeti ve iklimsel koşullar göz önünde bulundurularak, çalışanların ve işin verimini arttıracak yönde meteorolojik verilerin önceden belirlenmesi

Şekil 63 Sondaj Sahası 2 için senaryo ağırlıkları

Zayıf-Fırsat (Min-Max)	0,182111
Güçlü-Fırsat (Max-Max)	0,350611
Güçlü-Tehdit (Max-Min)	0,098211
Zayıf- Tehdit (Min-Min)	0,369066

Yapılan bu çalışma ile sondaj sahası-2 için öncelik verilmesi gereken senaryo %37 ağırlığa sahip min-min senaryosudur. Bu senaryoya ait alt senaryolar

- Çalışanların, gerek zihinsel gerek bedensel sağlıklarının takip altında tutulması
- Biyolojik riskler kapsamına giren vahşi tüm ölçeklerdeki canlıların ve yaratacağı rahatsızlıkların, hayati tehditlerin bulaş yönünden takibi

Min-Min senaryosundan sonra, sondaj sahası-2 için öncelik verilmesi gereken ikinci senaryo %35 ağırlıkla max-max senaryosu olduğu söylenebilir. Bu senaryoya

- Çalışanların geçirdiği iş kazası ve meslek hastalığı gibi verilerin gelecekte olacak kazaları engelleme üzere istatistiki veri haline gelmesi
- Çalışanları iş sağlığı ve güvenliği kurumsal yapı ve çatının oluşturulması
- Sondaj alanında kullanılan ekipmanların iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun hale getirilmesi
- Çalışanların, çalışma şartlarının düzenlenerek ücret politikalarının belirlenmesi

Max-max senaryosundan sonra sondaj sahası-2 2 için öncelik verilmesi gereken diğer bir senaryo %18 ağırlığa sahip min-max senaryosudur.

- Sondaj işinde iş sağlığı ve güvenliği alanında tüm çalışanların yapılan iş konusunda tedbirlerin uygulanması
- Sondaj alanlarında oluşabilecek acil durumlara karşı tehlike ve risklerin bertarafı için eğitilmiş personel sayısının daha da yükseltilmesi
- Personellerin tehlike ve risklere karşı uyarılması ve risk değerlendirmelerin toplantılar ile paylaşılması ve eğitimlere eklenmesi.

En az önceliğe sahip senaryo ise, %10 ağırlığa sahip max-min senaryosudur.

- Sondaj sahalarının kurulduğu bölgelerde iklim koşullarına uygun tedbirler alınması
- Elektrik ile ilgili jeneratör vb tüm koşullara uygun standartların ve önlemlerin belirlenmesi

Şekil 64 Sondaj Sahası 2 için senaryo ağırlıkları

Zayıf-Fırsat (Min-Max)	0,273790
Güçlü-Fırsat (Max-Max)	0,372566

Güçlü-Tehdit (Max-Min)	0,278421
Zayıf- Tehdit (Min-Min)	0,075222

Yapılan bu çalışma ile, Sondaj Sahası -3 için öncelik verilmesi gereken senaryo %37 ağırlığa sahip max-max senaryosudur.

- Kurumsal yapıda yapılacak yeni düzenlemeler ile yeni teknolojilerin devreye alınması
- Çalışanları iş sağlığı ve güvenliği bilgi ve farkındalığının yükseltilerek mobbing yöntemlerinin azaltılması ve desteklenmeleri
- Sondaj alanında kullanılan ekipmanların iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun hale getirilmesi
- Çalışanların, çalışma şartlarının düzenlenerek ücret politikalarının belirlenmesi

Max-Max senaryosundan sonra, Sondaj Sahası-3 için öncelik verilmesi gereken ikinci senaryo %28 ağırlıkla max-min senaryosu olduğu söylenebilir.

- Doğru ve güçlü yöntemler ile sondaj işlerinde iş sağlığı güvenliği tedbirlerinin oluşturulması
- Mesai sürelerinin mevzuat dışına taşmamasına özen gösterilerek vardiye değişimlerinin yapılandırılması

Max-min senaryosundan sonra Sondaj Sahası -3 için öncelik verilmesi gereken diğer bir senaryo %27 ağırlığa sahip min-max senaryosudur.

- Sondaj alanlarında çalışan taşeron işçilerin deneyimli, eğitimli personel sayısının arttırılması (Personel gelişimi için hizmet ve satış becerilerini geliştirici organizasyonlar gibi) ile, bilinç kapasitesinin yükseltilmesi
- Sondaj alanlarında oluşabilecek acil durumlara karşı tehlike ve risklerin bertarafı için eğitilmiş personel sayısının daha da yükseltilmesi
- Personellerin tehlike ve risklere karşı uyarılması ve risk değerlendirmelerin toplantılar ile paylaşılması ve eğitimlere eklenmesi.

En az önceliğe sahip senaryo ise, %8 ağırlığa sahip min-min senaryosudur.

- Çalışanların, ekipmanlarla çalışması sırasında gerek malzemelerden gerekse çalışanlardan kaynaklanan risklerin bertarafı
- Açık ve yeşil alanlarda yapılan sondaj kuyularında hava muhalefeti ve iklimsel koşullar göz önünde bulundurularak, çalışanların ve işin verimini arttıracak yönde meteorolojik verilerin önceden belirlenmesi

8.2. Radar Diyagramı İle Sonuçların Değerlendirilmesi

Radar diyagramı analizleri ile; her sondaj alanı için uzmanların 0-5 aralığında verdiği değerler 47 performans indeks kriteri göz önünde bulundurularak, sonuçlara dair tüm alanları kapsayıcı genel bir değerlendirmede bulunulmuştur. Böylelikle sondaj alanlarının hem genel performans düzeyinin hem de her ana kriter bazında diğer sondaj alanının performans düzeyleri ile de karşılaştırma imkanı sağlanmıştır. Elde edilen sonuçların, SWOT analizi ile elde edilen sonuçlar arasında paralellik olduğu gözlenmiştir ve sonuçlar birbirini destekler niteliktedir.

Sonuçlara dair genel bir değerlendirme yaptığımızda ise; sondaj alanlarının genelinde en önem verilen kavramlardan bazıları; çalışan hata indeksi, ekipmanların eksik olması ve çevre koşulları olmuştur. En az önem verilen kriterlerden bazıları ise; yönetsel destek eksiklikleri, koruyucu önlemler, kaza cinsleri olduğu söylenebilir. Her sondaj sahasına kendi içinde detaylı olarak değerlendirildiğinde, sondaj sahası-1 için radar diyagramı ile sonuçlarında (Şekil 70), sondaj sahası-1'de en önem verilen kavramlardan bazıları; denetleme raporlarının eksikliği, kurumsal kimlik eksikliği ve ücret politikası kriterleri olmuştur. En az önem verilen kriterlerden bazıları ise; elektrik kaynaklı sebepler, emniyetsiz kullanım ve mağazaları, kimyasal riskler, iklim olduğu söylenebilir. Sondaj sahası -2 için radar diyagramı ile sonuçlar değerlendirildiğinde (Şekil 71), Sondaj sahası-2'de en önem verilen kavramlardan bazıları; görev tanımı eksikliği, kurumsal kimlik eksikliği, lokasyon seçimi ve özlük dosyalarının eksiklikleri kriterleri olmuştur. En az önem verilen kriterlerden bazıları ise; acil durum personeli eksikliği, elektrik kaynaklı sebepler, emniyetsiz kullanım, iklim ve stres

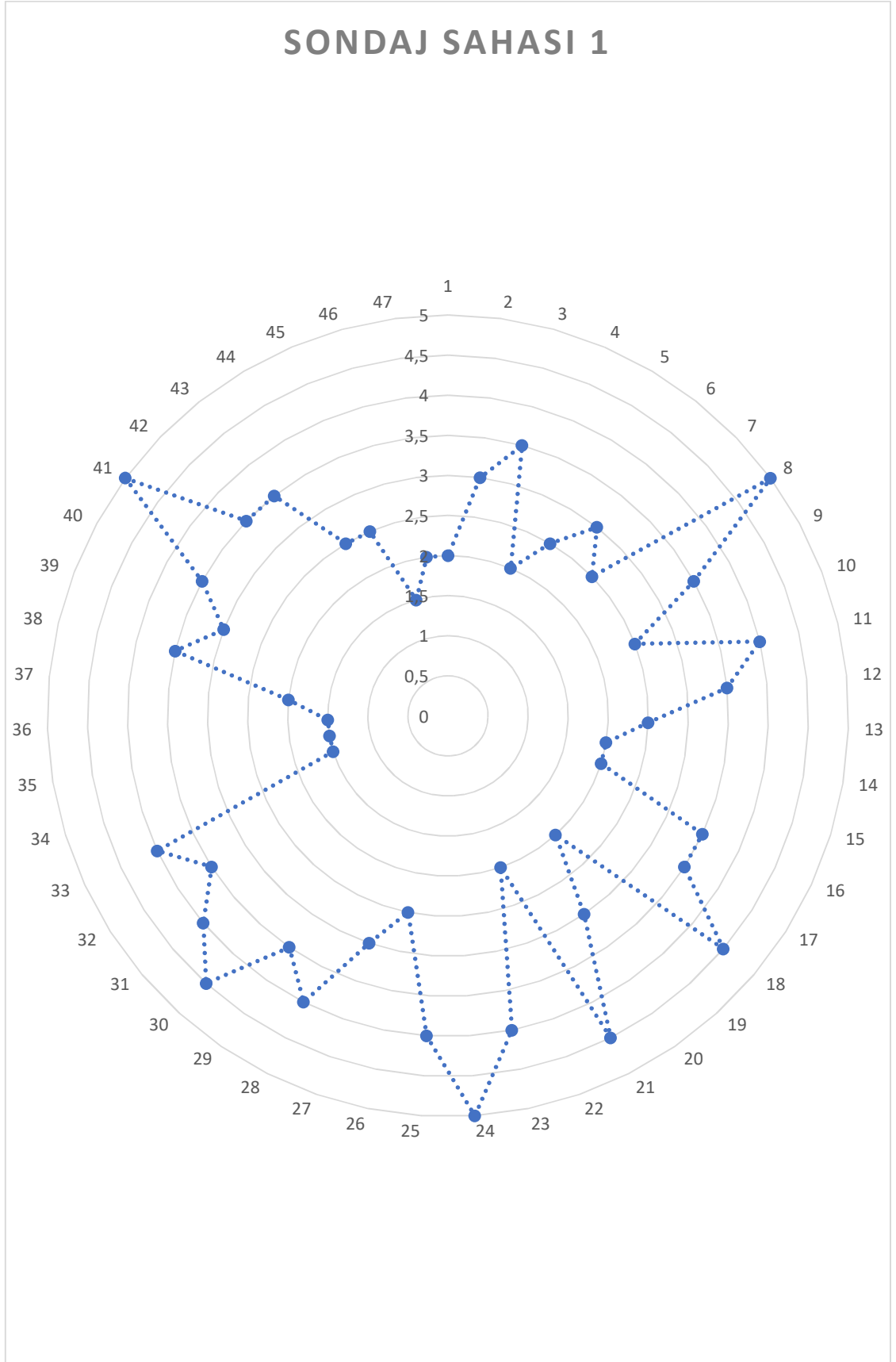
yönetim eksikliğine ait özellikler söylenebilir. Sondaj Sahası -3 için radar diyagramı ile sonuçlar değerlendirildiğinde (Şekil 72), Sondaj Sahası -3’de en önem verilen kavramlardan bazıları; ücret politikası, organizasyon şeması eksiklikleri ve sağlık ve güvenlik işaretleri kriterleri olmuştur. En az önem verilen kriterlerden bazıları ise; sıkışma ve ezilmeler, kimyasal riskler ve depresyon kaynaklı hatalara ait özellikler söylenebilir.

Şekil 65 Radar diyagram grafiği kriter numaralandırılması

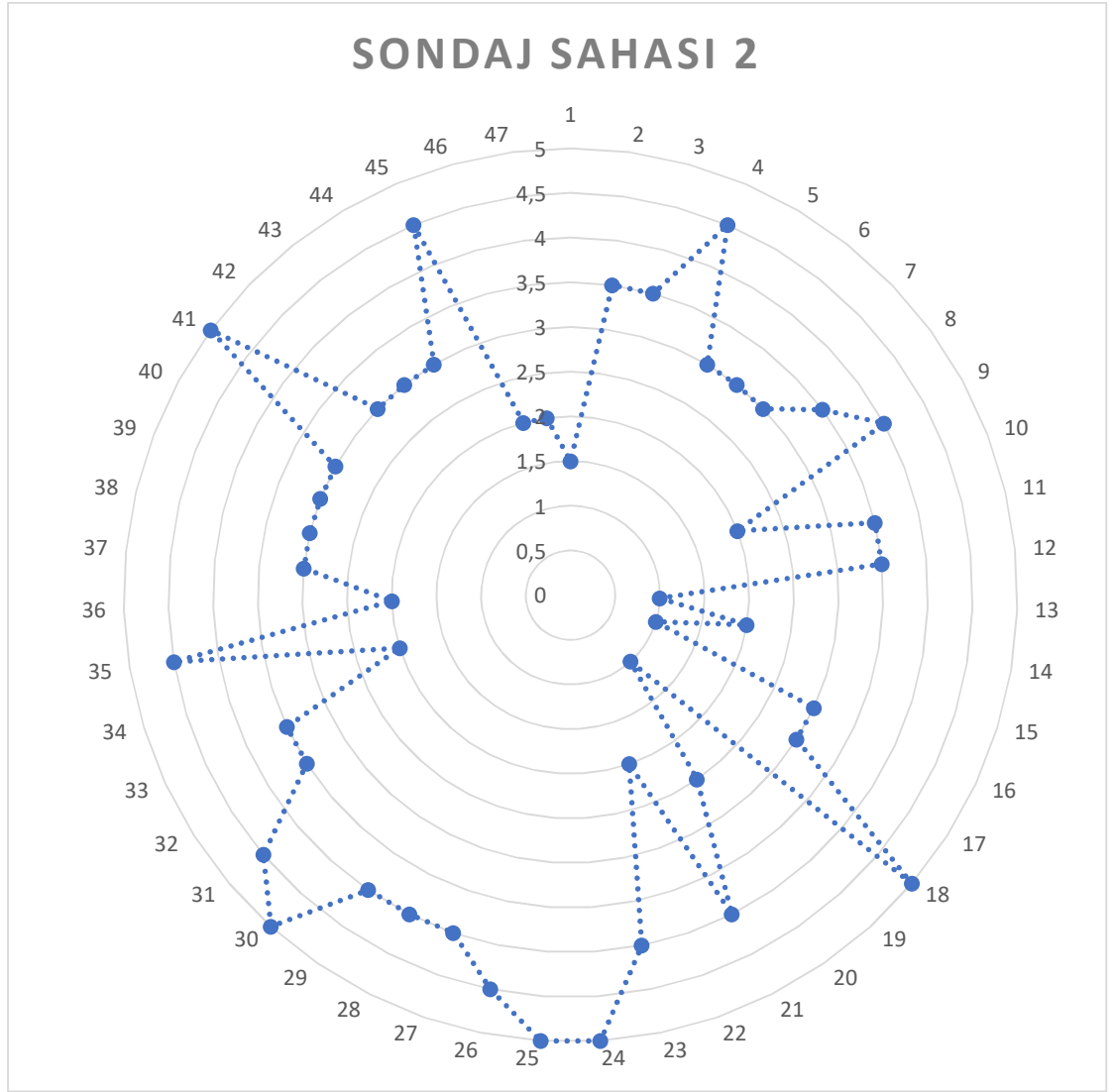
Kriter İsimleri	No
Acil Durum Personeli Eksikliği	1
Acil Durum Prosedürü Eksikliği	2
Araç Kazaları Sebepli	3
Aşırı Özgüven Sebepli Hatalar	4
Bakım Eksikliği	5
Bedensel Güçsüzlük Yetersizliği	6
Biyolojik Riskler	7
Denetleme Raporlarının Eksikliği	8
Depolama	9
Depresyon Kaynaklı Hatalar	10
Eğitim Eksiklikleri ve Kayıt Altına Alınmaması	11
Eksik Bilgi Kaynaklı Hatalar	12
Elektrik Kaynaklı Sebepler	13
Emniyetsiz Kullanım	14
Fiziksel Koşullar	15
Fiziksel Özur ve Rahatsızlık Sebepli Hatalar	16
Geçmiş İş Kazası Kayıtları Eksikliği	17
Görev Tanımı Eksikliği	18
İklim	19
İşe Uygun Olmayan Kullanım	20
Kalibrasyon	21
Kimyasal Riskler	22
KKD Hataları	23
Kurumsal Kimlik Eksikliği	24
Lokasyon Seçimi	25
Malzeme Düşmesi Sebepli	26
Meslek Hst Kayıtları Eksikliği	27
Motivasyon Eksikliği ve Mobbing	28
Organizasyon Şeması Eksiklikleri	29
Özlük Dosyalarının Eksiklikleri	30
Prosedürler Eksikliği	31
Sağlık Raporlarının Eksikliği	32
Sağlık ve Güvenlik İşaretleri	33

Sıcak Çalışma Sebepli	34
Sıkışma ve Ezilmeler	35
Stres Yönetim Eksikliği	36
Talimatların Uygulanmaması	37
Tasarım Problemi	38
Teknik Ekipman Önlemleri	39
Uzun Mesai Saatleri	40
Ücret Politikası	41
Vardiya Değişim Prosedürü	42
Yanlış Ekipman Kullanımı	43
Yetersiz Personel Sayısı	44
Yorgunluk Sebepli Hatalar	45
Yüksekte Çalışma Sebepli	46
Zehirlenmeler	47

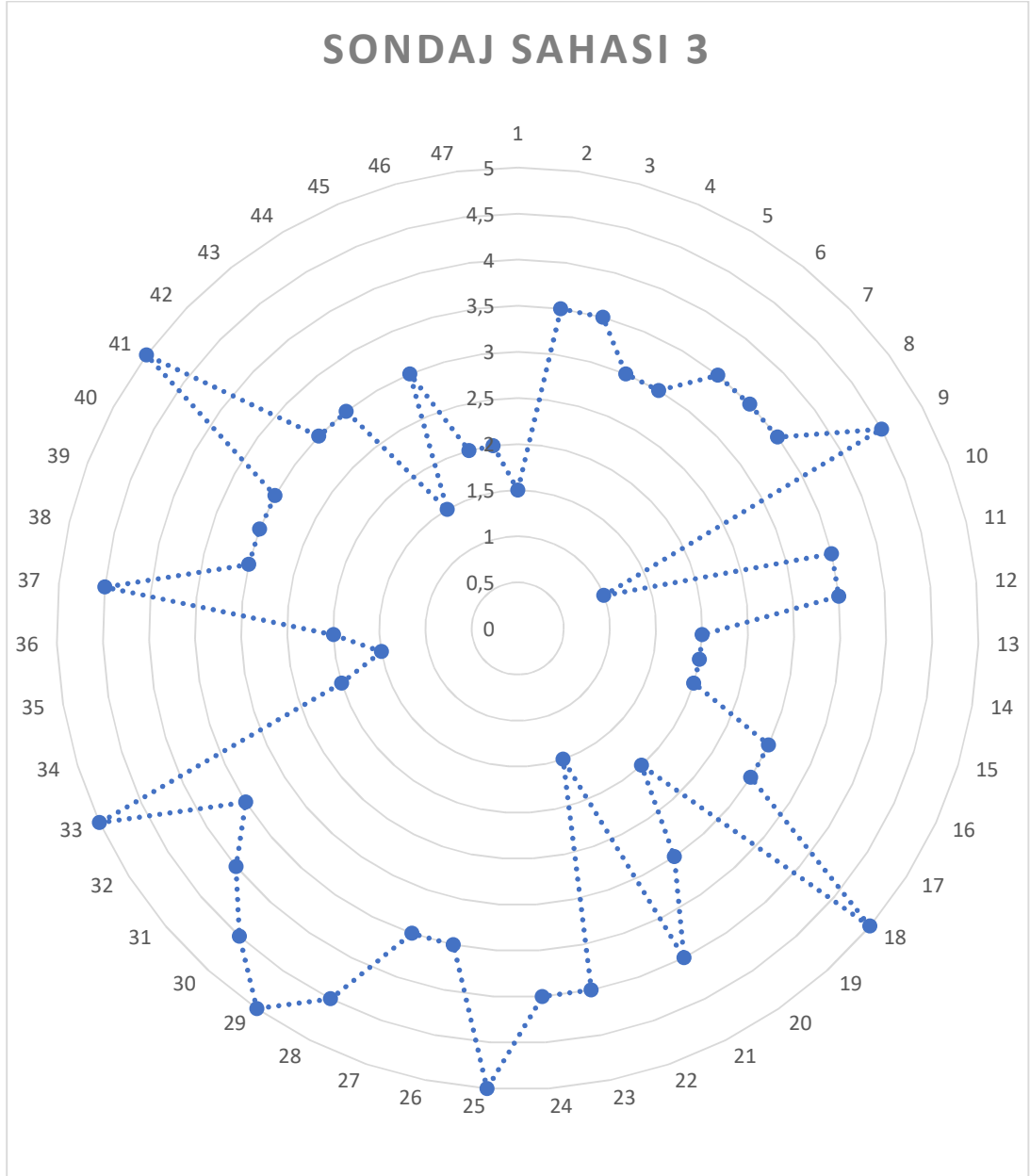
Şekil 66 SONDAJ SAHASI-1 için radar diyagramı sonuç grafiği



Şekil 67 SONDAJ SAHASI 2 için radar diyagramı sonuç grafiği



Şekil 68 SONDAJ SAHASI 3 için radar diyagramı sonuç grafiği



9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma hayatında yaşanan iş kazaları sadece insan canına mal olmakla kalmayıp, ölüm ya da yaralanmanın hemen arkasından görünmeyen maliyetler devrede girer. İş gücü kaybı, yetişmiş bir çalışan ile birlikte yitirilen tecrübe, tazminatlar, çeşitli cezalar ve sigortalarda buna eklendiğinde maliyetler katlanarak büyür. Bu sebeple her iş kolunda kazayı sıfıra indirmek için pek çok çalışma yapılmaktadır. Günümüzde giderek önem kazanan enerji sektörü içinde temiz enerji kollarından olan jeotermal sondaj kuyularında yaşanacak kazaların da sıfırlanması ekonomik ve sosyal açıdan oldukça önemlidir. Bu sebeple doğru analiz yapmak, yönetim sistemlerini kullanmak, mevzuat bilgisine hakim olmak, riskleri önceden tahmin edebilmek, doğru ekipmanla çalışmak ve insan doğası gibi pek çok konuya hakim olmak gerekir. İş güvenliği uygulamalarının özellikle OSHA, ISO45001 gibi standartlar çerçevesinde uygulanması önemlidir.

Bu tez çalışması kapsamında, jeotermal sondaj alanlarında iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin farklı çalışmalar incelenerek oluşturulan kriterler ile performans indeks önerisi değerlendirilmiştir. Kriterleri belirleme aşamasında, öncelikle sektördeki önemli kavramlar literatürde genişçe taranmış, kriterler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Çalışmada yazın araştırmasının amacı, sondaj sahalarında iş sağlığı ve güvenliği performanslarının ÇKKV teknikleri ölçümlemesi problemini ele almaktır. Bu doğrultuda, konu ile ilgili anahtar kelimeler belirlenip literatür taraması yapılmıştır.

Çalışmada, sondaj alanlarındaki çalışmalar, çok kriterli karar verme tekniklerini uygulayan alan çalışmaları ve performans ölçümü alanındaki çalışmalar sistematik bir yaklaşımla detaylı bir biçimde incelenmiştir. Belirlenen alanlarda detaylı bir yazın araştırması sonucunda, jeotermal sondaj alanlarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları alanında ÇKKV teknikleri uygulanarak performans ölçümünü yapan herhangi bir çalışmanın yapılmadığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra bu sektöre ait lokasyon belirleme, personel performansı, uygun zemin aramaları konularında çokça çalışmaya da rastlanmıştır.

Yazın araştırması sonrasında, jeotermal sondaj sektöründe çalışan alanında yetkin, tecrübeli 5 uzman ile yüz yüze karşılıklı görüşmeler yapılarak,

değerlendirmeler ve gerekli düzeltmeler yapılarak, sunulan modelde; çalışanlardan kaynaklı hatalar, kayıt eksikliklerinden kaynaklı hatalar, kaza çeşitleri, yönetsel destek eksiklikleri, ekipmanların hatalı kullanımından kaynaklanan eksikler, koruyucu önlem eksiklikleri, çevre koşulları olmak üzere 7 ana kriter, toplamda 54 kriter belirlenmiştir. Önerilen modeldeki ana kriterlerin tümü, jeotermal sondaj sahalarında iş sağlığı ve güvenliği performanslarının değerlendirilmesinde rol oynayan etkin faktörlerdir.

Tez çalışmasının uygulama bölümünde; ilk adım olan AHP uygulamasında, jeotermal sondaj sahaları göz önünde bulundurularak, 54 kriterin önem ağırlıkları elde edilmiştir. İkinci adım olan PROMETHEE yöntemi ile, 3 farklı sondaj sahası seçeneği göz önünde bulundurularak, her ana kriter dalının en altındaki kriterler değerlendirmeye alınmıştır. Üçüncü adımda SWOT analizi tekniği uygulanarak; ikinci adımda değerlendirilen kriterlerin önem ağırlıkları ve uzmanların belirlenen saha alternatifleri için 47 kritere verilen performans puanları kullanılarak analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, iş sağlığı ve güvenliği çözüm önerileri geliştirilmiştir. Radar diyagram analizlerinin kullanıldığı son adımda, ikinci adımda değerlendirilen kriterler tekrar işleme alınmıştır. Bu kez, bu kriterlere sadece uzmanların verdiği 0-5 aralığındaki puanlar dikkate alınarak, görsel sunum imkanı veren grafiksel sonuç analizi sunulmuştur.

Çıkan sonuçlar incelendiğinde özellikle “çalışan hatalarından kaynaklanan” ana kriter başlığı altında yer alan “yorgunluk”, “stres”, “beden gücü eksikliği”, “bilgi yetersizliği”, “aşırı özgüven” ve dolaylı olarak yine insan faktörüne bağlı olan ücret politikaları, yetersiz personel sayısı gibi kriterler üst sıralarda yer almıştır. Bunu takiben yönetimden ve toplu koruma önlemlerinin yetersizliğinden kaynaklanan hataların üst sıralarda olması da dikkat çekmektedir. Bu durum yaşanan kazaların direk ya da dolaylı olarak çalışanın ruhsal, zihinsel ve bedensel olarak iyi halde olmasının önemini vurgulayabilir. Bu noktada çalışanların yaptığı işe sadece bedenen uygun olması yanında, ruhsal sağlığının da öne çıktığı görülmektedir. Ayrıca, geçmişte meydana gelen iş kazaları ekipman ve iş makinelerinin yanlış kullanımı, genel korunma tedbirlerinin yanlış tanımı, çevresel koşullar, lokasyon seçimi, ppe hataları, araç kazaları, kimyasal risk

etmenleri, fiziksel risk etmenleri de iş sağlığı ve güvenliği açısından göz önünde tutulması gereken etmenlerdir. Aslında bu faktörlerin altında da insan kaynaklı risk faktörleri vardır. Yönetim tarafından alınacak toplu koruma önlemleri ve uygulanacak prosedürler, çalışmanın sürekliliği açısından önem taşır. Doğası gereği sondaj çalışmaları, başladığı andan bitene kadar aralıksız devam eden işlerdir. Bu sebeple evlerinden uzak ve uzun mesai süreleri boyunca bedenlen çalışan personelin, maddi olarak tatmin olması, çalışma saatlerine dikkat edilerek çalıştırılması, stres, depresyon ve yorgunluk kriterlerine dikkat edilerek, ruhsal olarak tatmin edilmesi gerekmektedir. Bu konuda Enerji Bakanlığı ve çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının destek verici çalışmaları arttırılabilir. Sadece sektöre uygun risk değerlendirme hazırlamak için bir temel niteliği taşımısını hedeflediğimiz bu çalışma, performans ölçümünün değerlendirilmesini sağlayan İSG performans indeks model nerisi ile sadece sondaj sahalarında değil farklı sektörlerde de bilinmezliklerin üzülmesi aşamasında oldukça önemli olduğu değerlendirilmiştir.

Özetle, pek çok karmaşık unsuru bünyesinde barındıran sondaj işleri ve yine karmaşık bir yapıya sahip olan insanın bir arada çalışmasından doğacak olan unsurlar sondaj alanları için önemlidir. alışan odaklı iş sağlığı ve güvenliği sistemlerinin ekonomik, sosyal ve ekolojik boyutta olmasıyla, sağlık ve sürdürülebilirlik sorunları aşılmış olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akkuş, I., & Alan, H. (2016). *Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu*.
- Aksoy, N., & Toksoy, M. (2019). *JEOTERMAL ENERJİ SEMİNERİ BİLDİRİLER KİTABI*.
- Balkaya, A. T. (2013). *Sondaj El Kitabı*. PMO yayınları.
- BAYRAKTAR, İ. (2017). *Madencilik Kongresi* (Issue April).
- Bentes, A. V., Carneiro, J., da Silva, J. F., & Kimura, H. (2012). Multidimensional assessment of organizational performance: Integrating BSC and AHP. *Journal of Business Research*, 65(12), 1790–1799. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.10.039>
- Brans, J.-P., & De Smet, Y. (2016). PROMETHEE methods. *International Series in Operations Research and Management Science*, 233, 187–219. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_6
- Brans, J.-P., & Mareschal, B. (1990). The PROMETHEE methods for MCDM; the PROMCALC, GAIA and BANKADVISER software. *Springer, Berlin, Heidelberg*, 216–252. https://sci-hub.se/10.1007/0-387-23081-5_5
- Brans, J.-P., & Vincke, P. (1985). A Preference Ranking Organisation Method for enrichment evaluation. *Management Science*, 31(6), 647–656.
- Chang, H. H., & Huang, W. C. (2006). Application of a quantification SWOT analytical method. *Mathematical and Computer Modelling*, 43(1–2), 158–169. <https://doi.org/10.1016/J.MCM.2005.08.016>
- DAĞDEVİREN, M. (2007). BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ İLE PERSONEL SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA. *Cilt*, 22(4), 791–799.
- DENİZ, M., BURSAL, M., & GÖÇER, Ş. (2019). TÜRKİYENİN ENERJİ SORUNU VE ALTERNATİF ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİYOKÜTLE ENERJİSİ: BİR NEDENSELLİK ANALİZİ. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD) Eurasian Journal of Researches in Social and Economics (EJRSE)*, 6(9), 52–65. www.asead.com
- Dyson, R. G. (2004). Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 631–640. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00062-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00062-6)
- Erdogan, Y. (2017). *İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ*. November.
- EREN, T., HAMURCU, M., & DİNÇ, S. (2018). Kentsel Ulaşım İçin Alternatif Tramvay Araçlarının Çok Kriterli Seçimi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(2), 124–135. <https://doi.org/10.30855/gmbd.2018.04.02.007>

- Gokpinar, E., & Balas, C. E. (2019). An Analysis of Occupational Incidents, Prioritization of Factors Causing These by Using Multi Criteria Decision Making Methods and Identification of Ways for Reducing These: Case Study in Oil and Gas Fields. *European Journal of Engineering and Formal Sciences*, 2(1), 49–60. <https://doi.org/10.26417/EJEF.V3I1.P23-34>
- Haralambopoulos, D. A., & Polatidis, H. (2003). Renewable energy projects: Structuring a multi-criteria group decision-making framework. *Renewable Energy*, 28(6), 961–973. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(02\)00072-1](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(02)00072-1)
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>. (n.d.). Retrieved August 21, 2022, from <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>
- İnan, U. H., Gül, S., & Yılmaz, H. (2017). A multiple attribute decision model to compare the firms' occupational health and safety management perspectives. *Safety Science*, 91, 221–231. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2016.08.018>
- Kabadayi, T. E. (2002). İşletmelerdeki üretim performans ölçütlerinin gelişimi, özellikleri ve sürekli iyileştirme ile ilişkisi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 2(2), 61–75. <https://openaccess.dogus.edu.tr/xmlui/handle/11376/563>
- Kurttila, M., Pesonen, M., Kangas, J., & Kajanus, M. (2000). Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis — a hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest Policy and Economics*, 1(1), 41–52. [https://doi.org/10.1016/S1389-9341\(99\)00004-0](https://doi.org/10.1016/S1389-9341(99)00004-0)
- Kuruüzüm, A., & Atsan, N. (2001). ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ VE İŞLETMECİLİK ALANINDAKİ UYGULAMALARI. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 1, 83–105.
- Kuyucu, M. (2016). Jeotermal sondajların iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi. *ÇSGB*.
- Lee, H., Han, I., & Kwak, W. (2007). DEVELOPING A BUSINESS PERFORMANCE EVALUATION SYSTEM: AN ANALYTIC HIERARCHICAL MODEL. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/00137919508903159*, 40(4), 343–357. <https://doi.org/10.1080/00137919508903159>
- Lohne, H. P. (2017). *Barrier definitions and risk assessment tools for geothermal wells*. 2019, 1–98.
- Manteghi, N., & Zohrabi, A. (2011). A proposed comprehensive framework for formulating strategy: A hybrid of balanced scorecard, SWOT analysis, porter's generic strategies and fuzzy quality function deployment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2068–2073. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.055>
- Mardani, A., Zavadskas, E. K., Khalifah, Z., Zakuan, N., Jusoh, A., Nor, K. M., & Khoshnoudi, M. (2017). A review of multi-criteria decision-making

- applications to solve energy management problems: Two decades from 1995 to 2015. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71(July 2015), 216–256. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.053>
- Moghaddam, M. K., Samadzadegan, F., Noorollahi, Y., Sharifi, M. A., & Itoi, R. (2014). Spatial analysis and multi-criteria decision making for regional-scale geothermal favorability map. *Geothermics*, 50, 189–201. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2013.09.004>
- Morteza, M., Hamed, R., & Naser, H. (2010). Hospitals ranking using fuzzy analytic hierarchy process - Balanced Score Card. *ASIAN JOURNAL OF MANAGEMENT RESEARCH*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=8e273e323430e16c17efc4b50b054d28ac12a1bc>
- Mukherjee, K., Sarkar, B., & Bhattacharyya, A. (2014). Supplier selection by F-compromise method: a case study of cement industry of NE India. *Int. J. Computational Systems Engineering*, 17(57786), 162–174.
- Nebati, E. E., & Ekmekçi, İ. (2018). *Alışveriş Merkezleri İçin Yeşil Bina Performans Ölçüm Model Önerisi Proposal Of Green Building Performance Measurement Model For Shopping Malls*. 4(3), 241–255. <https://doi.org/10.30855/GJES.2018.04.03.011>
- NİŞANCI, Z. N., & TATKAN, A. (2020). ISPARTA İLİ YENİŞARBADEMLİ İLÇESİNİN EKOTURİZM POTANSİYELİNİN SWOT ANALİZİ ARACILIĞIYLA BELİRLENMESİ. *Uluslararası Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 48–65. <https://doi.org/10.30625/IJCTR.662142>
- Onay, A., Karamaşa, Ç., & Saraç, B. (2016). Application of Fuzzy AHP in Selection of Accounting Elective Courses in Undergraduate and Graduate Level. *Finance and Auditing Studies*, 2(4), 20–42. <http://www.aacsb.edu/>
- Özdemir, A. (2018). *Ülkemizde jeotermal sondajcılık. September*.
- Özdemir, A. (2019). *Ülkemiz Su Sondaj Sektörünün Sayısal Analizi Numerical Analysis of Waterwell Drilling Sector of Turkey. March 2009*.
- ÖZER, A. D. M. (2009). PERFORMANS YÖNETİMİ UYGULAMALARINDA PERFORMANSIN ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ. *Journal of Turkish Court of Accounts*, 73, 3–29. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sayistay/issue/61529/918970>
- Polatidis, H., Haralambidou, K., & Haralambopoulos, D. (2015). Multi-criteria decision analysis for geothermal energy: A comparison between the ELECTRE III and the PROMETHEE II methods. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 10(3), 241–249. <https://doi.org/10.1080/15567249.2011.565297>
- Saaty, T. L. (1994). Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*,

74(3), 426–447. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90222-4](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90222-4)

Saaty, T. L. (2008). The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: Applications to decisions under Risk. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1(1), 122–196. <https://doi.org/10.29020/NYBG.EJPAM.V1I1.6>

Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (1987). Uncertainty and rank order in the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 32(1), 107–117. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(87\)90275-X](https://doi.org/10.1016/0377-2217(87)90275-X)

SALUVAN, M., & KAYA, S. (2010). HASTANELERDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ. In *Verimlilik Dergisi* (Issue 4). Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/verimlilik/issue/30542/330509>

Sosyal Güvenlik Kurumu 2018 Faaliyet Raporu. (2018).

TEKTAŞ, A., & HORTAÇSU, A. (2003). Karar Vermede Etkinliği Artıran Bir Yöntem: Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Mağaza Seçimine Uygulanması. *İktisat İşletme ve Finans*, 18(209), 52–61. <https://doi.org/10.3848/IIF.2003.209EK.1648>

Tinti, F., Kasmaee, S., Elkarmoty, M. I., Bonduà, S. I., & Bortolotti, V. (2018). *Suitability Evaluation of Specific Shallow Geothermal Technologies Using a GIS-Based Multi Criteria Decision Analysis Implementing the Analytic Hierarchic Process*. <https://doi.org/10.3390/en11020457>

Toka, B. (2011). DERİN JEOTERMAL SONDAJLARDA KUYU TASARIMI VE SONDAJ MAKİNELERİ İÇİN TAKIM DİZİSİ SEÇİMİ. *MTA Sondaj Dairesi*.

TOKPUNAR, İ. (2014). *TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE TALEP TAHMİN DOĞRULUĞUNU ARTTIRMAK İÇİN RADAR DİYAGRAMININ KULLANIMI*. Bahçeşehir.

UĞUR, L. O., YILDIRIM, H. H. Y., DİNÇ, K., & KIZILTEPE, M. (2012). Ulusal Kalkınma Planları Işığında, SWOT Analizi Yöntemi Kullanarak Taşınmaz Değerleme ve Geliştirme Sektörünün Risk Analizi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 1(1), 47–56. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/duzceitbd/issue/4815/66431>

ULUDAĞ, A. S., & DOĞAN, H. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Odaklı Bir Hizmet Kalitesi Uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 17–48. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ckuiibfd/issue/32908/365616>

Wang, J. J., Jing, Y. Y., Zhang, C. F., & Zhao, J. H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263–2278. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.021>

White, K. R. (Kenneth R., & Griffith, J. R. (2019). The well-managed healthcare organization. In *American Collage of Health care executives*.

<https://www.ache.org/learning-center/publications/books/2381i>

- Wickramasinghe, V., & Takano, S.-E. (2010). Application of Combined SWOT and Analytic Hierarchy Process (AHP) for Tourism Revival Strategic Marketing Planning: A Case of Sri Lanka Tourism. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 8(9), 954.
- Yalcin, M., & Kilic Gul, F. (2017). A GIS-based multi criteria decision analysis approach for exploring geothermal resources: Akarcay basin (Afyonkarahisar). *Geothermics*, 67, 18–28. <https://doi.org/10.1016/J.GEOTHERMICS.2017.01.002>
- Yu, M., Quddus, N., Peres, S. C., Sachdeva, S., & Mannan, M. S. (2017). Development of a safety management system (SMS) for drilling and servicing operations within OSHA jurisdiction area of Texas. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 50, 266–274. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.10.005>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şebnem KARUL TONKA
Doğum Yeri ve Yılı : ÇANAKKALE, 31/12/1972
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : sebnem.tonka@iticu.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : Çanakkale Lisesi, 1989
Lisans : Uludağ Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans : Üsküdar Üniversitesi,
Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim

Satış Direktörü 1996-2010
İş Güvenliği Uzmanı (A) 2010-...(devam ediyor)

Projeler

Republic Of Turkey, Ministry Of Family, Labour And Social Services Directorate Of European Union And Financial Assistance, EuropeAid/162207/ID/ACT/TR/284, "Drilling HSO Improvement Project (DIMP)"

Yayınları

TONKA, Ş. , 2017. Statik Elektriğin Patlayıcı Ortamlarda Yaratacağı Tehlikelerin Tespiti Ve Çözümleri, 1. Uluslararası ISG Kongresi İBB,185-186

TONKA, Ş. , 2017. Statik Elektriğin İş Güvenliği Açısından Yaratacağı Tehlikelerin Tespiti ve Çözümleri, IX. Uluslararası ISG Kongresi İBB, 113,114

TONKA, Ş. , 2017. Kumaş Boyama Proseslerinde Statik Elektriğin İş Güvenliği Açısından Yaratacağı Tehlikelerin Tespiti Ve Çözümleri, 2. Uluslararası ISG Kongresi İBB, 113,114

TONKA, Ş., DÜNDAR A. C. , 2018. Risk Değerlendirme Ve Yönetiminde İnsan Hata Analizi Yaklaşımı, 9. Uluslararası ISG Kongresi, 202