



**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJ, RİSK VE
TEHLİKELERİ**

FATİH BAŞOL

EYLÜL 2021

**ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJ, RİSK VE
TEHLİKELERİ**

FATİH BAŞOL

EYLÜL 2021

ÖZET

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJ, RİSK VE TEHLİKELERİ

BAŞOL,Fatih

Yüksek Lisans Tezi

İş Sağlığı ve İş Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Yahya Kemal BAYKAL

Eylül 2021,293 sayfa

Nüfusun ve sanayileşme hızının artması ile birlikte enerji ihtiyacı ve tüketimi de giderek artmaktadır. Enerji sosyal gelişme,kalkınma ve büyüme için en önemli proses olarak karşımıza çıkmakta ve gelişmekte olan ülkeler için en önemli politika başlıklarındandır. Fosil yakıtlı kaynakların ilerleyen süreçte tükeneceği yada ihtiyacı tam karşılamayacağı göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek zorunluluk haline gelmektedir. Ülkemiz fosil kaynakları açısından zengin olmasa da yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerjisinden jeopolitik yapısından kaynaklı şanslı bir coğrafyada yer almaktadır. Türkiye enerji talebini başka ülkelere ithal ederek karşılamakta ve sonucunda en önemli problem olan dış ticaret açığı karşımıza çıkmaktadır. Türkiye sürdürülebilir ekonomik gelişme, istihdam ve küresel ısınma sonucu meydana gelen iklim değişikliğini önlemek için yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin bir biçimde kullanması gerekmektedir. Fosil yakıtlı kaynaklarının kullanımıyla sera gazı ve asit yağmurları Dünya'yı tehdit etmekle birlikte insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Geçmişte yaşanan enerji krizleri sonucu ülkeler stratejilerini belirlemekte ve enerji arz güvenliğini sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvik mekanizmaları sunmaktadır. Son zamanlarda kullanım oranı artan yenilenebilir enerji kaynakları çok tehlikeli sınıf kategorisinde yer aldıkları için iş

sağlığı ve güvenliği anlamında iş kazası ve meslek hastalıkları sorunun yaşanmaması için gereken tüm tedbirler alınmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları L Matris Analizi ile Fine Kinney Analizi risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde Fine Kinney metodunun daha güvenilir ve hassas sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak iki farklı yöntem değerlendirilerek düzenleyici ve önleyici faaliyetler nerilmiştir.

Anahtar Kelimeler : İş Sağlığı ve Gvenliği, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Risk Analizi, Meslek Hastalıkları

ABSTRACT

ADVANTAGES, RISKS AND HAZARDS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

BAŞOL, Fatih

M.Sc., Department of Occupational Health and Occupational Safety

Supervisor: Yahya Kemal Baykal

September 2021, 293 pages

With the increase in population and industrialization rate, the need for and consumption of energy is also increasing. Energy emerges as the most important process for social development, development and growth and is one of the most important policy topics for developing countries. Considering that fossil fuel resources will be depleted in the future or will not meet the need fully, it becomes a necessity to turn to renewable energy sources. Although our country is not rich in fossil resources, it is located in a lucky geography due to its geopolitical structure of renewable energy sources such as solar, wind, hydroelectric, geothermal and biomass energy. Turkey meets its energy demand by importing it from other countries, and as a result, the most important problem, foreign trade deficit. Turkey needs to use renewable energy resources effectively in order to prevent climate change resulting from sustainable economic development, employment and global warming. With the use of fossil fuel sources, greenhouse gases and acid rains threaten the world and negatively affect human health. As a result of the energy crises experienced in the past, countries determine their strategies and offer incentive mechanisms for renewable energy sources to ensure energy supply security. Since renewable energy sources, the usage rate of which has increased recently, are in the category of very dangerous class, all necessary measures should be taken to prevent occupational accidents and occupational diseases in terms of occupational health and safety. Renewable energy

sources L Matrix analysis and Fine Kinney analysis risk assessment was carried out. As a result of the results obtained, it was observed that the Fine Kinney method gave more reliable and sensitive results. As a result, two different methods were evaluated and regulatory and preventive actions were suggested.

Keywords : Occupational Health and Safety, Renewable Energy Resources, Risk Analysis, Occupational Diseases



TEŞEKKÜR

Tez yazım süreci Őüphesiz ki uzun, çaba ve sabır gerektiren bir dönem olmaktadır. Bu süreçte en baŐından itibaren teşvik ve motive edici yaklaşımı, daha sonra bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, destekleyen tez danışman hocam Prof. Dr. Yahya Kemal BAYKAL'a teŐekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Bugünlere gelmemde pay sahibi olan Fırat Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü hocalarıma da minnettar olduğumu ayrıca belirtmek isterim.

Tüm bu akademik süreçte daima desteklerini hissettiğim başta aileme, sonra arkadaşlarıma yanımda oldukları için minnettarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTELERİ	xv
TABLO LİSTELERİ	xix
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
1.1 PROBLEM TANIMI.....	23
1.2 ÇALIŞMANIN AMAÇ VE ÖNEMİ	24
1.3 YÖNTEM VE KAPSAM.....	25
BÖLÜM II	27
ENERJİ	27
2.1 ENERJİ KAVRAMI.....	27
2.2 ENERJİ KAYNAKLARI	27
2.2.1 Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	28
2.2.1.1 Petrol	28
2.2.1.2 Doğal gaz	29
2.2.1.3 Kömür	29
2.2.1.4 Nükleer Enerji	30
2.2.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	31
BÖLÜM III	32
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DÜNYADA KULLANIMI .	32
3.1 GÜNEŞ ENERJİSİ.....	32
3.2 RÜZGAR ENERJİSİ.....	33
3.3 HİDROELEKTRİK ENERJİSİ	34
3.4 JEOTERMAL ENERJİSİ.....	35

3.5 BİYOGAZ ENERJİSİ	36
3.6 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİŞ NEDENLERİ ..	36
3.6.1 Enerjideki İhtiyacın Sürekliliği ve Güvenliği	37
3.6.2 Küresel Isınma ve Çevresel Faktörler	37
3.6.3 Sera Gazı Etkisi ve Asit Yağmurları.....	37
3.6.4 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.....	38
3.6.5 Kyoto Protokolü.....	39
BÖLÜM IV	40
TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	40
4.1 GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI.....	40
4.1.1 Avantaj ve Dezavantajları.....	41
4.1.2 Ekonomik Analizi	42
4.2 RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI.....	42
4.2.1 Avantaj ve Dezavantajları.....	43
4.2.2 Ekonomik Analizi	43
4.3 HİDROELEKTRİK ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI	44
4.3.1 Avantaj ve Dezavantajları.....	45
4.3.2 Ekonomik Analizi	46
4.4 JEOTERMAL ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI.....	46
4.4.1 Avantaj ve Dezavantajları.....	47
4.4.2 Ekonomik Analizi	47
4.5 BİYOGAZ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI	48
4.5.1 Avantaj ve Dezavantajları.....	49
4.5.2 Ekonomik Analizi	50
4.6 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE EKONOMİSİNE YANSIMALARI	50
4.6.1 Sürdürülebilir Kalkınma ve Cari Açık.....	50
4.6.2 İstihdam	51
BÖLÜM V.....	52
ENERJİ POLİTİKALARI VE TEŞVİKLER	52
5.1 DÜNYA'DA ENERJİ POLİTİKALARI	52

5.1.1 ABD’de Enerji Politikaları	52
5.1.2 Çin’de Enerji Politikaları	53
5.1.3 Almanya’da Enerji Politikaları	53
5.1.4 Rusya’da Enerji Politikaları	54
5.2 TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARI	55
5.3 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİK TEŞVİKLER ..	57
5.3.1 Dünya’daki Teşvikler	57
5.3.2 Türkiye’deki Teşvikler	60
5.3.2.1 Sabit Fiyat Garantisi.....	60
5.3.2.2 Arazi Kullanımına İlişkin Teşvikler	61
5.3.2.3 Lisanssız Elektrik Üretim Teşviki.....	61
5.3.2.4 KDV İstisnası ve Gümrük Vergisi Muafiyeti	61
5.3.2.5 Vergi İndirimi.....	61
5.3.2.6 Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği.....	61
5.3.2.7 Faiz Desteği.....	62
BÖLÜM VI	63
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	63
6.1 KAVRAM	63
6.2 YÖNETİM SİSTEMİ	66
6.3 AMAÇ VE ÖNEMİ.....	69
6.4 RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİ.....	71
6.4.1 Ön Tehlike Analizi.....	75
6.4.2 İş Güvenlik Analizi	78
6.4.3 Olursa Ne Olur?	81
6.4.4 Çeklist İle Birincil Risk Analizi.....	83
6.4.5 Birincil Risk Analizi	84
6.4.6 Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi	86
6.4.7 Hata Ağacı Analizi Metodolojisi	87
6.4.8 Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi	89
6.4.9 Güvenlik Denetimi.....	94
6.4.10 Olay Ağacı Analizi	95

6.4.11 Neden – Sonuç Analizi	97
6.4.12 Risk Değerlendirme Karar Matrisi	98
6.4.12.1 L Tipi Matris	99
6.4.12.2 Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı.....	101
6.4.13 Fine-Kinney Yöntemi	102
6.5 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİK İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ	104
6.5.1 Güneş Enerjisi.....	105
6.5.2 Rüzgar Enerjisi	128
6.5.3 Hidroelektrik Enerji	155
6.5.4 Jeotermal Enerji	166
6.5.5 Biyogaz Enerjisi.....	176
BÖLÜM VII.....	188
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ L MATRİS-FINE KINNEY METODU İLE RİSK ANALİZİ KARŞILAŞTIRILMASI.....	188
7.1 GÜNEŞ ENERJİSİ L MATRİS RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	189
7.2 GÜNEŞ ENERJİSİ FINE KINNEY RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	202
7.3 L MATRİS ANALİZİ İLE FINE KINNEY ANALİZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	211
7.4 RÜZGAR ENERJİSİ L MATRİS RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	218
7.5 RÜZGAR ENERJİSİ FINE KINNEY RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	243
7.6 L MATRİS ANALİZİ İLE FINE KINNEY ANALİZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	260
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	272
KAYNAKÇA	276
ÖZGEÇMİŞ.....	293

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

O₂	Oksijen
CO₂	Karbondioksit
CH₄	Metan
N	Azot
NO₂	Azotdioksit
NO₃	Nitrat
SO₂	Kükürtdioksit
H₂S	Hidrojen Sülfür
PO₄	Fosfat
U-235	Uranyum
SF₆	Kükürt Hekza Florür
m/s	Metre/saniye
°C	Santigrat Derece
ppm	Milyonda Bir Birim
GES	Güneş Enerji Santrali
RES	Rüzgar Enerji Santrali
HES	Hidroelektrik Enerji Santrali
JES	Jeotermal Enerji Santrali
BES	Biyokütle Enerji Santrali
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme
AB	Avrupa Birliği
IEA	International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
GWh	GigaWattSaat
MWh	MegaWattSaat
kWh	KiloWattSaat
YEK	Yenilenebilir Enerji Kanunu
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması
YEKA	Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı

OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü)
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BMİÇDS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
PHA	Preliminary Hazard Analysis (Ön Tehlike Analizi)
JSA	Job Safety Analysis (İş Güvenlik Analizi)
PRA	Preliminary Risk Analysis (Birincil Risk Analizi)
HAZOP	Hazard and Opreability Studies (Tehlike ve İşletilebilme Yöntemi)
FTA	Fault Tree Analysis (Hata Ağacı Analizi)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi)
OHSAS 18001	Occupational Health and Safety Management Systems (İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi)
ISO 45001	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Organizasyonu)
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
EKAT	Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yüksek Gerilim Altında Çalışma İzin Belgesi
DC	Direct Currents (Doğru Akım)
CWIF	The Caithness Wind Farm Information Forum (Rüzgar Çiftliği Bilgi Formu)

ŞEKİL LİSTELERİ

Şekil 3. 1 : Dünya Güneş Enerjisi Haritası	33
Şekil 4. 1 : Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası	41
Şekil 4. 2 : Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Haritası	43
Şekil 4. 3 : Türkiye Hidroelektrik Enerji Potansiyeli Haritası	45
Şekil 4. 4 : Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli Haritası	47
Şekil 4. 5 : Türkiye Orman Kaynaklı Biyokütle Potansiyeli	48
Şekil 4. 6 : Türkiye hayvansal atıkların biyokütle enerji potansiyeli görünümü	49
Şekil 6. 1 : PUKÖ Döngüsü Şematik Gösterimi	69
Şekil 6. 2 : Ön Tehlike Analizi Metodolojisi Aşamaları.....	76
Şekil 6. 3 : Güvenlik Analizi Aşamaları	79
Şekil 6. 4 : HAZOP Tehlikeli Sapma Hipotezi.....	87
Şekil 6. 5 : Hata Ağacı Analiz Aşamaları	88
Şekil 6. 6 : FMEA Bileşenleri.....	91
Şekil 6. 7 : FMEA Süreci.....	92
Şekil 6. 8 : Olay Ağacı Genel Durum	96
Şekil 6. 9 : Balık Kılçığı Diyagramı	97
Şekil 6. 10 : Saha Düzeltme Çalışması	106
Şekil 6. 11 : Tel Örgü İşlemi.....	106
Şekil 6. 12 : Tel Örgü İşlemi ve Uyarı Levhaları.....	107
Şekil 6. 13 : Konstrüksiyon İşlemi.....	107
Şekil 6. 14 : Panel Montaj İşlemi.....	108
Şekil 6. 15 : Forklift İle Yük Taşınması.....	109
Şekil 6. 16 : Vinç İle Yük Taşınması	109
Şekil 6. 17 : Enerji Nakil Hatları.....	110
Şekil 6. 18 : Trafo Binası	110
Şekil 6. 19 : İnverter ve Combiner Box	111
Şekil 6. 20 : Paratoner Görünümü.....	112
Şekil 6. 21 : Yangın Tüpü	113
Şekil 6. 22 : Dolu Afeti Sonrası Panel Durumu	114
Şekil 6. 23 : Kar Yağışı Sonrası Arazi Uygulaması.....	114

Şekil 6. 24 : Kar Yağışı Sonrası Arazi Uygulaması.....	115
Şekil 6. 25 : Kar Yağışı Sonrası Çatı Tipi Uygulaması	115
Şekil 6. 26 : Fırtına Sonrası Sahada Oluşan Görüntü.....	116
Şekil 6. 27 : Fırtına Sonrası Sahada Oluşan Görüntü.....	116
Şekil 6. 28 : Santral Sahası İçinden Geçen Akarsu.....	117
Şekil 6. 29 : Saha Ekipmanlarının Üzerinde Yer Alacak Etiketlemeler	118
Şekil 6. 30 : Güneş Enerji Santrali Yangın Afeti.....	119
Şekil 6. 31 : İnverter Ekipmanının Hasar Görünümü	120
Şekil 6. 32 : Fotovoltaik Panelin Hasar Görünümü	120
Şekil 6. 33 : Genleşme Sonucu Oluşan Panel Hasar Görünümü.....	121
Şekil 6. 34 : Panel Topraklama	122
Şekil 6. 35 : Konut Çatı Tipi Uygulaması.....	123
Şekil 6. 36 : Soğuk Hava Deposu Çatı Uygulaması Ve İnverter Görünümü	123
Şekil 6. 37 : Otopark Çatı Tipi Uygulaması.....	124
Şekil 6. 38 : Ankara Hasanoğlan Güneş Enerji Santrali	125
Şekil 6. 39 : Konya Karapınar Güneş Enerji Santrali	125
Şekil 6. 40 : Panel Temizleme İşlemi	127
Şekil 6. 41 : Panele Gölge Düşme Olayı.....	127
Şekil 6. 42 : Sahada Zamanla Yetişen Bitkilerin Görünümü	128
Şekil 6. 43 : Fırtına Sonrası Yıkılan Gövde.....	129
Şekil 6. 44 : Türbin Kanatlarında Bakım-Onarım Faaliyeti.....	130
Şekil 6. 45 : Türbin Kanatlarında Bakım-Onarım Çalışması.....	130
Şekil 6. 46 : Nacelle İçerisinde Meydana Gelen Yangın Afeti	131
Şekil 6. 47 : Çanakkale’de Rüzgar Enerji Santraline Ulaşan Orman Yangını.....	132
Şekil 6. 48 : Balıkesir’de Kısa Devre Sonucu Meydana Gelen Yangın.....	132
Şekil 6. 49 : Rüzgar Enerji Santraline Yıldırım Çarpması.....	133
Şekil 6. 50 : Nacelle Üzerinde Meydana Gelen Buzlanma	134
Şekil 6. 51 : Türbin Üzerinde Meydana Gelen Buzlanma	134
Şekil 6. 52 : Türbinin Buz Fırlatma Tehlikesini Bildiren Uyarı Levhası.....	135
Şekil 6. 53 : Türbin Kanatlarının Vinç Yardımıyla Taşınması	135
Şekil 6. 54 : Rüzgar Türbini Kanadının Montajı.....	136
Şekil 6. 55 : Rüzgar Türbini Kanadının Meydana Getirdiği Kaza.....	137
Şekil 6. 56 : Kule ve Rüzgar Kanadı Taşınması	138

Şekil 6. 57 : Rüzgar Enerji Santrali Montaj Faaliyeti için Türbinlerin Taşınması.....	139
Şekil 6. 58 : Kule Üzerindeki bir Çalışanın Acil Durum Anında Kule Dışından Tahliyesi .	140
Şekil 6. 59 : Rüzgar Enerji Santralinin Kış Görünümü.....	140
Şekil 6. 60 : Kanat İçerisinde Dar ve Kapalı Alanda Gerçekleşen Bakım Çalışması	141
Şekil 6. 61 : Rüzgar Enerji Santrali Kurulacak Mevki.....	142
Şekil 6. 62 : Rüzgar Enerji Santrali İçin Yapılan Yol Çalışması	143
Şekil 6. 63 : Türbinin Yerleştirileceği Alana Beton Döküm İşlemi.....	144
Şekil 6. 64 : Türbin İçerisinde Asansör İle Ulaşım.....	144
Şekil 6. 65 : Asansör İçerisindeki Yaşam Halatı.....	145
Şekil 6. 66 : Uçak İkaz Lambası	146
Şekil 6. 67 : Nacelle Kutunusun Montajı.....	147
Şekil 6. 68 : Türbin Kanadının Montaj İşlemi	147
Şekil 6. 69 : Sisli Havada Kule Montajı.....	148
Şekil 6. 70 : Rüzgar Türbini Kulesinin Montajı.....	149
Şekil 6. 71 : Çerkeş Rüzgar Enerji Santrali	150
Şekil 6. 72 : Rotor Ekipmanının Montajı.....	151
Şekil 6. 73 : Nacelle İçerisinde Bakım Çalışması.....	152
Şekil 6. 74 : Rüzgar Enerji Santrali Kule Montajı	153
Şekil 6. 75 : Rüzgar Enerji Santrali ve Göç Eden Kuşlar	153
Şekil 6. 76 : İnşaat Halindeki Hidroelektrik Santrali Taşkın Görüntüsü	156
Şekil 6. 77 : Toprak Kayması Neticesinde Hasar Gören İleti Kanalı	156
Şekil 6. 78 : Karkamış Hidroelektrik Santral Görünümü.....	157
Şekil 6. 79 : Ana Kumanda Odası.....	158
Şekil 6. 80 : Karkamış Şalt Sahası	158
Şekil 6. 81 : Cebri Boru Mevsimsel Görünümü.....	159
Şekil 6. 82 : Cebri Boruların Engebelik Alanda Görünümü	159
Şekil 6. 83 : Su Alma Yapısı.....	160
Şekil 6. 84 : Dolu Savak Yapısı	161
Şekil 6. 85 : Tatlar Su Arıtma Merkezi Hidroelektrik Enerji Santral Görünümü	161
Şekil 6. 86 : Türbin Miline Bağlı Asenkron Motor Görünümü	162
Şekil 6. 87 : Hidroelektrik Santralin Çevreye Verdiği Hasar.....	162
Şekil 6. 88 : Su Yatağının Değişmesi Sonucu Oluşan Ormanlık Alan	163
Şekil 6. 89 : Hidroelektrik Sahanın Kurulumu	163

Şekil 6. 90 : Hidroelektrik Sahanın Kurulumu	165
Şekil 6. 91 : Jeotermal Sahası Genel Görünümü.....	167
Şekil 6. 92 : Kimyasalların Oluşturduğu Alan	168
Şekil 6. 93 : Çamur Havuzları.....	169
Şekil 6. 94 : Göstergeler.....	169
Şekil 6. 95 : Kuyubaşı Emniyet Vanası (BOP).....	170
Şekil 6. 96 : Hava Kompresör Tankı.....	171
Şekil 6. 97 : Depolama Alanı	173
Şekil 6. 98 : Elektrik Panosu	173
Şekil 6. 99 : Kimyasallar Ve Hortum.....	174
Şekil 6. 100 : Basıncılı Hortumlar.....	174
Şekil 6. 101 : Kule Ve Merdiven Korkulukları.....	175
Şekil 6. 102 : Biyogaz Ölçüm İstasyonu.....	177
Şekil 6. 103 : Digester Acil Durum Vanaları	177
Şekil 6. 104 : Digester Ve Biyogaz Sahası	178
Şekil 6. 105 : Digester Kaçak Testi.....	178
Şekil 6. 106 : Desülfürizasyon Ünitesi.....	179
Şekil 6. 107 : Yer Altından Digester Kısımına Ulaşan Boruların Görünümü.....	180
Şekil 6. 108 : Trafo Binası	181
Şekil 6. 109 : Ana Kumanda Odası.....	181
Şekil 6. 110 : Biyogaz Verilerinin Gösterim Panosu	182
Şekil 6. 111 : Jeneratör Görünümü	183
Şekil 6. 112 : Ayrıcı Ve Kesici Kumanda Odası	184
Şekil 6. 113 : Akü Grubu	185
Şekil 6. 114 : Katı Materyallerin Parçalanması İçin Çekiçli Ve Silindirik Değirmenler	186
Şekil 6. 115 : Biyoenerji Sahası Yangın Görünümü	187

TABLO LİSTELERİ

Tablo 2. 1 : Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	28
Tablo 3. 1 : Ülkeler arası güneş enerjisi kullanımı	33
Tablo 3. 2 : Ülkeler arası rüzgar enerjisi kullanımı	34
Tablo 3. 3 : Ülkeler arası hidroelektrik enerjisi kullanımı	35
Tablo 3. 4 : Ülkeler arası jeotermal enerji kullanımı	36
Tablo 4. 1 : Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2020-2021 değişimi.....	51
Tablo 5. 1 : AB Ülkelerinde Uygulanan Teşvik Uygulamaları	60
Tablo 5. 2 : Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Enerjinin Birim Maliyeti	61
Tablo 6. 1 : Ön Tehlike Analizi Örnek Tablosu.....	77
Tablo 6. 2 : Ön Tehlike Analizi Risk Değerlendirme Formu	77
Tablo 6. 3 : Bir Görev Esnasında Tehlikenin Gerçekleşme İhtimali	80
Tablo 6. 4 : Bir Görev Esnasında Tehlikenin Risk Potansiyeli.....	80
Tablo 6. 5 : İş Güvenliği Analizi Risk Derecelendirilmesi.....	80
Tablo 6. 6 : İş Güvenlik Analizi Risk Değerlendirme Formu.....	81
Tablo 6. 7 : Olursa Ne Olur ? Metodolojisi Temelli Teknolojik Risk Değerlendirmesi.....	83
Tablo 6. 8 : Birincil Risk Analizi Kontrol Listeleri Tablosu Örneği	84
Tablo 6. 9 : Tehlike ve İşletilebilirlik Matrisi Anahtar Kelimeler Tablosu	87
Tablo 6. 10 : Ağırlığın Etkisinin Sınıflandırılması (Ş)	93
Tablo 6. 11 : Hatanın Ortaya Çıkma Sıklığı ve Derecesi Olasılık Tablosu (İ)	93
Tablo 6. 12 : Saptanabilirlik Tablosu (F).....	94
Tablo 6. 13 : Risk Öncelik Sayısı (RÖS) Değerlendirme Tablosu	94
Tablo 6. 14 : Kontrol Listesi Örneği	95
Tablo 6. 15 : L tipi Analizi Olasılık Tablosu	99
Tablo 6. 16 : L Tipi Matris Analizi Zarar Derecesi Tablosu	100
Tablo 6. 17 : L Tipi Risk Puanı Derecelendirme Matrisi.....	100
Tablo 6. 18 : L Tipi Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri	101
Tablo 6. 19 : Olasılık İçin Numerik Değerler ve Açıklamalar.....	103
Tablo 6. 20 : Frekans için numerik değerler ve açıklamalar.....	104
Tablo 6. 21 : Şiddet için Numerik Değerler ve Açıklamalar	104
Tablo 6. 22 : Risk Sıralama Ölçeği Ve Gerekli Eylemler.....	104
Tablo 6. 23 : 30 Haziran 2021 Yılına göre Yaşanan İş Kazaları, Ölümcül Kaza, Yaralanma, Yangın, Ulaşım, Genel İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Veriler.....	154
Tablo 6. 24 : H ₂ S Maruziyet Seviyeleri	167

BÖLÜM I

GİRİŞ

Giriş bölümü 5 kategoriden oluşmaktadır. Enerjinin genel görünümü, yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları, riskleri ve tehlikeleri, enerji politikaları ve teşvikler, enerjinin iş sağlığı ve güvenliği üzerine etkileri ile yenilenebilir enerji kaynaklarının mali analizi incelenmiştir. Genel enerji kategorisinde günlük yaşamda sürekli olarak karşımıza çıkan yenilenebilir enerji için öncelikle temel bilgiler verilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle için kapsamlı bir tarama yapılmıştır.

Enerji, yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez (fosil-nükleer) enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal çevrede sürekli tekrarlanan enerji akımlarının nicel ve nitelik özelliklerini kaybetmeyecek şekilde kullanılabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş, rüzgar, hidrolik, jeotermal ve biyokütle olmak üzere doğal haliyle bulunan ve sürekli yenilenen enerji kaynaklarıdır. Fosil enerji kaynakları ise milyonlarca yıl yerin derinliklerinde toprak altında kalmış, belirli ısı ve basınç altında fosilleşmiş bitki ve hayvanlardan oluşan petrol, doğalgaz kömür gibi doğada sınırlı bulunan enerji kaynaklarıdır.

Genel olarak tüm ülkeler enerji ihtiyacını fosil kaynaklı yakıtlardan sağladıkları için küresel ısınma, hava ve çevre kirliliği gibi olumsuzluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Son 50 yıl içinde ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına ılımlı bakmıştır. Ülkemiz fosil enerji kaynakları (petrol-doğalgaz-kömür) açısından çok zengin olmadığından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi anlamlıdır. Fosil kaynaklardan üretilen enerji, havaya salınan CO_2 , CH_4 , NO_2 gibi gazlar doğaya zarar vermektedir. Hava kirliliği ve küresel ısınmaya sebep olan bu gazlar için Birleşmiş Milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi ve Kyoto protokolleri mevcuttur. Türkiye elektrik enerjisini en fazla doğalgaz yakıtından üretmektedir. Herhangi bir kesinti durumunda ülkemizin güvenliği ve enerji arzı aksayacaktır. Bu sebeple ülkemizdeki potansiyeli coğrafi konum nedeniyle yüksek olan yenilenebilir

enerji kaynaklarını kullanmak kaçınılmaz olacaktır. Kullanılmayan her yenilenebilir enerji kaynağı ithalat anlamına gelmektedir ki bunun sonucu da ekonomik sorun olarak karşımıza çıkmaktadır[1].

Türkiye verileri incelendiğinde son yıllarda cari işlemler hesabı negatif olurken enerji sektörü dahil edilmezse pozitif olduğu gözlemlenmiştir. Herhangi bir ülkenin gelişebilmesi için

üretim, üretim içinde ise enerji gereklidir. Türkiye'nin ekonomik anlamda en büyük sorunu enerjide dışa bağımlılıktır. Türkiye'de enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Özellikle sanayi tarafından kullanılan elektriğin bir kısmının ithal enerji olması sebebiyle üretim maliyeti yüksek olurken dış ticaret açığında o kadar fazla olacaktır. Bu yüzden ülkemiz yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak hem çevresel hem de ekonomik olarak büyük bir yükün altından kurtularak refaha ulaşacaktır[2].

Ülkelerin güvenliği ve küresel ekonomi açısından en kritik unsur enerjidir. Özellikle yenilenebilir enerji alanında yapılacak inovasyon ve teknolojik gelişmeler sonucunda, küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerinde zararlı gazlar azalacağından yenilenebilir enerjinin çevreye faydası olumlu yönde olacaktır. Küresel anlamda gelişen ve gelişmekte olan ülkeler için enerji sektörü kalkınma ve ekonomik olarak stratejik önem arz etmektedir. Ülkeler, jeopolitik konumundan dolayı fosil yakıtlı kaynaklara sahip olmayabilir. Bu sebeple ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak istemektedir. Türkiye'de farklı bölgelerde yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanırsa önemli ölçüde istihdam ortamı yaratılacaktır. Enerji sektöründe yapılacak her iyileştirme ekonomik anlamda ülkemizin yükünü azaltma eğiliminde olacaktır[3].

Enerji talebini karşılayabilmek için yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalı ve çevre, hava, su ve toprak kalitesini korumak en büyük hedef olmalıdır. Çevre dostu olan, iklim değişikliğine ve küresel ısınmaya neden olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarını fosil yakıtlı kaynaklardan daha fazla kullanmak gerekir. Fosil kaynaklar rezervi her geçen gün azalacağı için fiyatları da artacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlı kaynaklar gibi sınırlı değildir ve asit yağmuruna, küresel ısınma oluşumuna neden olmaz. Ülkelerin kendi vatandaşlarına daha güzel bir yaşam sunabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının fazla olması enerjinin sürekli üretilmesini ve güvenilirliğini sağlamaktadır. Konumdan dolayı güneş enerjisi farklı enerji üretirken

hidroelektrik enerji santralleri daha farklı enerji üretimi yapabilir. Aynı zamanda insanlara fosil kaynaklı yakıtların çevreye verdiği zararlar anlatılmalıdır. Çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı kitle iletişim aracılığı ile mesajlar verilmelidir. Fosil yakıtlarla CO_2 'nin fazla salınması sonucunda oluşan sera gazları atmosfere verilir. Açığa çıkan bu sera gazları asit yağmuru nedeniyle ormanları tahrip edebilir[4].

Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından çok yüksek bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de güneş enerji potansiyeli en fazla olan bölgemiz Güneydoğu Anadolu Bölgesi, en az olan bölgemiz ise Karadeniz Bölgesidir. Ülkemizde güneş enerji santralleri (GES) kurulması devam ederse ekonomik anlamda bir reform yaşanacağı düşünülmektedir. Üç tarafı denizlerle kaplı ülkemiz için rüzgar enerjisi kaçınılmaz olacaktır. Rüzgar enerji santralinde (RES) rüzgar hızı çok önemlidir, üretimi iklime bağlıdır ve istikrar sorunu yaşanabilir. Ülkemizde RES daha çok Ege ve Marmara bölgelerinde yoğunluk göstermekte, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde ise potansiyeli azdır. Türkiye jeotermal enerji potansiyeli yüksek bir ülkedir. Jeotermal enerji santralleri (JES) hava şartlarından etkilenmeyerek istikrar sorunu yaşatmamaktadır. Yatırım maliyeti düşük, verimi yüksektir. Bu santrallerde sondaj işlemi yapıldığı için gürültü kirliliği vardır. Ülkemizde potansiyel olarak en fazla JES Batı Anadolu Bölgesi olduğu saptanmıştır. Ülkemizde jeotermalden elektrik enerjisi üretmek yerine daha çok sera ve termal gibi yerlerde kullanmak daha uygun olacaktır. Yağış miktarına göre farklılık gösteren hidroelektrik enerji santralleri (HES) ülkemiz için elektrik enerjisi üretiminde önemli bir paya sahiptir. Ayrıca kurulum yapılırken çevreye zarar vermeyecek şekilde tamamlanmalıdır. HES hava değişiminden etkilenir. Ülkemizde en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Santral uzun sürede kurulur ve toprak kaybı yaşanır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi potansiyel olarak iyi konumdadır. Türkiye, Avrupa ülkeleri ile HES'de kıyaslanacak olursa Rusya'dan sonra ikinci en büyük potansiyele sahip olan ülkedir. Sürekli artan nüfustan dolayı çöplerden yararlanabileceği biyogazdan enerji ihtiyacını karşılayabilecek en önemli girdidir. Biyogaz enerji santrali (BES) ısınma amaçlı kullanılabilir. Jeopolitik konumu nedeniyle enerji koridoru konumunda olması ülkemiz için büyük bir avantajdır[5].

Artan enerji ihtiyacı sebebiyle küresel bir çevre sorunu yaşanmaktadır. Fosil enerji kaynakları rezervinin giderek azalmasıyla uluslararası siyasi ve ekonomik

dalgalanmalar meydana gelmektedir. Enerji verimliliğinin ve güvenliliğinin yanı sıra iklim değişikliği ve küresel ısınmaya neden olmayan, enerji çeşitliliği açısından da fazla alternatifi bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarına dünya yönelmek durumundadır[6-13]. Yenilenebilir enerji kaynakları ekipman ve teknoloji maliyeti düşük tutulursa enerji verimliliği açısından olumlu bir görüş olur. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım planlanırken risk analizini yapmak ve güvenlik önlemleri almak hem finansman açısından hem de insan sağlığı açısından çok önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bazı olumsuz yönleri bulunmaktadır. İlk yatırım maliyetinin çok yüksek olması, mevsimsel olarak verimliliğinin azalması ve Ar-Ge çalışmalarına ayrılacak ek bütçe negatif sorun olarak görünmektedir[14-23].

Sanayinin gelişebilmesi, enerji üretiminin fazla olması ile doğrudan ilişkilidir. Enerji üretiminin fazla olması için yenilenebilir enerji kaynakları en üst düzeyde kullanılmalıdır. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları artışı fosil yakıtlı kaynaklara göre daha az artış göstermektedir. Teşvik ve politikalarla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı arttırılmaya çalışılmaktadır. Enerji ihraç eden ülkeler refah seviyesi yüksek olan ülkelerdir. Ülkemizin enerji politikasında ekonomik kalkınmayı geliştirecek, istikrarlı, güvenilir ve çevresel etkiyi göz önüne alarak sağlanması hedeflenmiştir. Ülkelerin enerji bakımından gelişmişlik düzeyini, enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen enerji tüketim düzeyi gösterebilir. Güneş enerji santrali yatırımlarının teşvikler altında ilk planda olması gerekmektedir. Çünkü Türkiye geniş düz arazilere sahip olan bir ülkedir. Güneş enerji santrali için tarım arazisi olmayan, turizm potansiyeli bulunmayan, mera olarak kullanılmayan bölgeler kurulum için ideal yerlerdir. Ülkemiz için güneş enerjisi gelecek vaat etmekte ancak yararlanma konusunda çalışmalar çok yeterli değildir. Avrupa Birliği ülkeleri Ar-Ge bölümünde uzmanlaşması nedeniyle Türkiye çok geç kalmadan gerekli adımları atmalıdır[24].

Rüzgar enerjisinin kaynağı güneştir. Güneş, yer yüzeyini ve atmosferi homojen bir şekilde ısıtmamasından dolayı ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı rüzgar oluşur. Rüzgar türbinleri havanın kinetik enerjisini mekanik enerjiye sonrasında ise elektrik enerjisine dönüştüren işletmelerdir. Bu türbinler nominal 3 kanatlı olarak işlev görmektedir. Rüzgar enerjisi sektöründe temel riskler 3 ana başlıkta toplanabilir. İlk olarak türbin parçalarının inşaat sahasına ulaştırılması gerekir ve bu faz en az riske sahiptir. İkinci olarak rüzgar türbinlerinin kurulumu başlanması olup orta riske

sahiptir. Üçüncü olarak rüzgar türbinlerinin bakım faaliyetlerinden bahsedilebilir ve bu faz en fazla risk içerir[25].

Genel olarak RES’de aşırı hava koşulları, yüksekte çalışma, dar ve kapalı alanlarda çalışma, yıldırım çarpması, yangın, elektrik çarpması, buzlanma ve acil durumlarda tahliye zorunluluğu riskler arasında gösterilmektedir. RES’de yalnız ve kırsalda uzun süre çalışmakta psikolojik olarak ve türbinlere çıkarken veya inerken asansör kullanılmaması kas-iskelet sistemi için bir risk teşkil etmektedir. RES’de çalışan personeller türbinde mümkün olduğunca süreyi minimum tutmalıdır. İş organizasyonu iyi yapılmalı, uzaktan kumanda ile müdahale edilerek risk ortadan kaldırılmalıdır. Uzun süre gürültülü ortamda duran personel için baş ağrısı, uykusuzluk, yorgunluk, sinirlilik gibi kendi içinde risk etmenleri barındırır. Yıldırım çarpması ve elektrik çarpması (yüksek gerilim) en önemli tehlikeler arasında gösterilmektedir. İnsanların en fazla 3-4 yıl çalışıyor olması da ne kadar riskli bir iş olduğunun göstergesidir. Bıçaklardan buz atılması veya düşmesi çalışanlar için tehlike arz etmektedir. Herhangi bir buz oluşumunda sensör uyarı vermeli, türbin çalışır vaziyetten durağan vaziyete geçirildikten sonra buz çıkarılmalıdır. Rüzgar türbinleri sahasına 2-3 kilometreden yakın yaşayanlar gürültü nedeniyle uyku problemi çekmektedir. Bakım-onarım çalışması yapılırken türbin içinde solunum cihazı kullanılmalıdır ve bu esnada ayırıcı ve kesiciler açık olmalıdır. Aksi durumda yüksek gerilime maruz kalınabilir. Ayrıca yoğun kar yağışı sırasında yolların açılabilmesi için acil durum eylem planı devreye girmelidir. Canlıları korumak ve yangın riskini azaltmak için dış yıldırımılık sistemi, elektrik ve elektronik ekipmanı korumak için iç yıldırım sisteminin kurulması hayati önem taşımaktadır[26].

Rüzgar enerjisi yatırımları özel sektör tarafından yapılırsa da Türkiye, Ar-Ge çalışmaları ve altyapı desteği ile yatırımcılara yardımcı olmaya çalışmaktadır. Türkiye, jeopolitik konumu nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yüksek bir ülkedir. Güneş enerjisi sürdürülebilir kalkınma adına giderek gelişen yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi alanında geç gelen teşvikler sonucu son yıllarda hız kazanmaya başlamıştır. Güneş ve rüzgar enerjisi gelişmeye en yakın yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Geniş arazilere sahip ve 3 tarafı denizlerle kaplı olan ülkemiz için önemli bir ekonomi girdisi olarak karşılanabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları ilk kurulum aşamasında maliyeti yüksek olması sebebi ile hibrid enerji sistemlerini kurarak daha etkin şekilde yararlanılabilmektedir[27-38]. Ülkeler genel anlamda iki

felaket ile karşı karşıya kalacaktır. Birincisi küresel ısınma ve iklim değişikliği, ikincisi ise rezervleri azalmaya devam eden fosil enerji kaynaklarıdır. Bunun sonucunda Avrupa Birliği ve çeşitli ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş durumundadır[39-45].

Ülke nüfusu arttıkça kişi başına düşen elektrik tüketimide doğru orantılı bir biçimde sürekli artacaktır. Hidroelektrik enerji santrali yenilenebilir enerji kaynakları arasında ülke ekonomisi adına en fazla katkı yapan işletmelerdir. HES, temiz, uzun ömürlü, yakıt gideri olmayan ve en önemlisi dışa bağımlı olmayan işletmelerdir. HES'lerin kurulum ve işletme esnasında su canlılarına, yerleşik nüfusa, kültürel mirasa, biyoçeşitliliğe olumsuz etkileri mevcuttur. İlerleyen süreçte refah seviyesinin azami şekilde olmasında HES'lerin büyük önemi vardır. Türkiye, Akdeniz iklim kuşağında yer aldığı için akarsuların debileri düşük ve yağış rejimleri düzensizdir fakat dağların meydana getirdiği yükseltiden dolayı HES'lerin kurulması için herhangi bir problem ile karşı karşıya kalmayacaktır. HES potansiyeli açısından ülkemiz dünya sıralamasında ilk 10 ülkeden biridir. Ülkemizin HES'de Fırat ve Dicle akarsu havzalarından sonra en yüksek potansiyel olarak Doğu Karadeniz bölgesini söylemek mümkündür. Türkiye, enerji ihtiyacının tamamını HES'lerden karşılaması durumunda, en yüksek potansiyeli olan bölgemiz Doğu Karadeniz'den, elektrik tüketiminin en fazla olduğu batı bölgesine iletmek isterse meydana gelecek kayıpların maliyeti oldukça yüksek olacaktır. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynakları çeşitliliği çok önemlidir[46].

Hava şartlarından etkilenmeyen biyogaz enerji santralleri ülkemizin her tarafında potansiyeli fazla olan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye'de sanayileşme ve tarım faaliyetlerinin artmasıyla hayvansal ve bitkisel atıkların miktarı sürekli artış göstermektedir. Biyogaz kaynağı olarak gösterilen bu kaynaklar hem elektrik enerjisi üretirken hem de atıkların dönüşümünden dolayı çevreye olumlu katkı sunmaktadır. Özellikle hayvan atıklarından sağlanan biyogaz enerjisi oldukça önemlidir. Biyogaz enerjisi organik atıkların oksijensiz bir ortamda CH_4 ve CO_2 üretilmesi sürecini içeren, renksiz, kokusuz, parlak mavi bir alev ile yanan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Tarımsal biyogaz tesisleri, atık su arıtma tesisleri, belediye katı atık arıtma tesisleri, endüstriyel biyogaz tesisleri, çöp gazı geri kazanım tesisleri olmak üzere beşe ayrılır. Biyogaz enerjisi ile ısınma, elektrik üretimi, yakıt olarak kullanmak üzere çeşitlendirilmektedir. Biyogaz sera gazı oluşturmadığı için çevre dostudur.

Biyogaz üretiminde yakıt olarak kullanılan gübreler metan gazı üretmekte ve metan gazı ise çevreye zarar vermektedir. Biyogaz enerji santralleri sayesinde gübre işlenerek çevreye olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Ülkemizde her geçen gün bu işletmelerin sayısı artmaktadır. Bu sebeple uygun koşulları sağlamak büyük bir önem arz etmektedir[47].

Tarımda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasında durumunda, çevre kirliliği azalır, ekonomik gelişme sağlanır ve işletme giderleri azalarak olumlu katkılar sunulur. Tarım arazilerinde enerji sarfıyatı fazla olmaktadır. Çünkü arazileri sulama, sera ortamını ve hayvanların kalacağı yerlerin ısınması için enerji gerekmektedir. Şimdilik bu enerji doğalgaz gibi fosil yakıtlı kaynaklar ile işlem görmektedir. Sera ısıtmasında ve hayvanların kaldıkları yerlerin ısıtmasında özellikle jeotermal ve güneş enerjisi aktif olarak kullanılabilir. Arazi sulamada ise kullanılan su pompalarını fosil enerji ile değil de güneş enerjisi ile çalıştırılabilirse işletme giderleri fazlasıyla azalacaktır. Özellikle elektriğin ulaşamadığı yerleşim yerlerinden uzak olan bölgeler için yenilenebilir enerji kaynakları kaçınılmaz olacaktır. Jeotermal enerjinin tarımda yaygın olarak kullanılmasındaki amaç sera ısıtmalarıdır. Ayrıca balık yetiştiriciliğinde jeotermal enerjinin büyük önemi vardır. Organik atıkların zamanla fermantasyon sonucu oluşmuş gübrenin içerisinde yüksek miktarda metan gazı içerdiğinden tarım işletmelerinde ısınma olarak kullanılabilir[48].

Kurulması planlanan enerji santralının yer seçimi için bakılması gereken ilk husus arazinin yapısı olmalıdır. Güneş enerjisi için iklim ve gölgelendirme uygun olmalı, bina, ağaç, dağ olmamalı ve verimli arazi üzerine kurulum yapılmamalıdır. Rüzgar enerjisi için ise rüzgar hızı, bitki örtüsü mutlaka araştırılmalıdır. Rüzgar türbinleri karaya ve denize kurulabilir. Gürültülü çalışması, kuş ölümlerine neden olması, radyo-tv alıcılarında parazitler oluşturması dezavantaj olarak sayılabilir. Türkiye, su zengini bir ülke olmamasına rağmen önemli su kaynaklarına sahiptir ve Avrupa ülkelerine göre hidroelektrik enerji potansiyeli yüksektir. Tüm ülkeler su, çevre, enerji hedeflerini dikkatli bir şekilde geleceği düşünerek stratejilerini oluşturmak zorundadır. Akdeniz Bölgesindeki büyük akarsular neticesinde Türkiye hidroelektrik enerji santraline ilk yatırım yapılan yenilenebilir enerji kaynakları olmuştur. HES, tarıma uygun olmayan yerlerde kurulmalı ve su akışı değişeceği için deniz canlılarının geçişi için can suyu yapılmalıdır, aksi takdirde canlıların ölümüne sebep olabilir[49-52].

Gelişmekte olan ülkeler nüfus artışı ve sanayi sonucu enerji ihtiyacını daha çok talep etmektedir. Gelişmiş ülkelerde ise çok fazla nüfus artışı yaşanmamakla birlikte kişi başına düşen enerji tüketimi de az olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını yaygınlaştırmak tercih değil, bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü ozon tabakasının delinmesi, hava, su, toprak ve çevre kirliliğine sebep olması istenmiyorsa fosil enerji kaynaklarını kullanmamak gerekir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında ülkemiz genel sorun olarak kalifiyeli eleman bulmak konusunda sıkıntı çekmektedir. Yurt dışından gelen yabancı çalışanlar ayrı bir maliyet oluşturacaktır[53-57].

Türkiye tektonik bölgede yer aldığından dolayı jeotermal enerji potansiyeli dünyadaki diğer ülkelere göre çok yüksektir. Jeotermal enerji santralinde elektrik enerjisinin yanı sıra termal turizm ve konut ısıtma gibi enerjinin diğer biçimlerini de kullanılabilme özelliğine sahiptir. Jeotermal enerji santrallerinin yerleşim yerlerine uzak olmalı, tarıma uygun olmayan araziler seçilmelidir. Jeotermal enerji santralleri fosil yakıtlı kaynaklar kadar olmasa da CO_2 gazını havaya verir. Bu işletmelerde en önemli kimyasal gaz H_2S maddesidir. Biyokütle, özellikle fosil yakıtlı kaynaklar, sera gazının azaltılmasında önemli bir enerji türüdür. Fosil yakıtlar bitkilerin milyonlarca yıl toprağın altında kalmasıyla oluşur fakat çevreye zararlı gaz verir. Bitkiler ise karbon döngüsü ile bu gazları emerek döngüyü sağlar[58-61].

Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantaj, risk ve tehlikeleri, detaylı literatür taraması yapılarak incelenmiştir. Ayrıca bu kategori içerisinde Türkiyenin, yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve bu potansiyelin kullanımı ile ilgili bilgiler de yer almaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları ile fosil enerji kaynakları arasındaki en büyük fark fosil yakıtların tek seferde kullanılabilirliği olmasıdır. Gündelik yaşamda, ulaşım, tarım, evlerin aydınlatılması ve ısınmasında kullanılan enerji büyük oranda fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Zamanla fosil kaynakların biteceği bilinirken tüm ülkeler kendi öz kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yapmak zorundadır. Aksi durumda ülkelerin bağımsızlıkları ve ekonomik sorunları risk teşkil edecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını enerji talebine karşı hazırlamak için ülkelerin alt yapısını hazırlanmalı ve gelişen teknoloji ile birlikte desteklemesi gerekmektedir. Dünyada en fazla kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik ve rüzgar enerji santralleridir. Hidroelektrik ve RES'lerde Çin liderliğini korumaktadır. Türkiye'de aynı şekilde en fazla yararlandığı yenilenebilir enerji

kaynakları hidroelektrik ve rüzgar enerjisidir. Son zamanlar yapılan yatırımlar ile güneş enerjisi ilerleyen zamanlarda daha çok fayda sağlayacağı öngörülmektedir[62].

Bu zamana kadar enerji talebini karşılayabilmek için fosil yakıtlardan faydalanılmıştır. Ancak fosil yakıtlı kaynaklar, atmosfere salınan zararlı kimyasal gazlardan dolayı hem küresel ısınmaya hem de çevre kirliliğine sebep olmuştur. Çevreye zararı yok denecek kadar az olan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmek tüm ülkelerin sorumluluğu altındadır. Ülkemiz, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça zengin bir ülke olmasına rağmen kullanım oranı yeterli düzeyde değildir. HES'lerin kurulum maliyeti en yüksek olan yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Hidroelektrik santralin kurulacağı yerlerde ormanlık alanların bir kısmının yok edilmesi kaçınılmaz olacaktır. Ekolojik dengeye ve canlıların yaşamlarına olumsuz etki etmeyecek şekilde dizayn edilmelidir. Rüzgar enerjisinin gürültülü çalışması ve göç eden kuşların ölümüne sebep olmasından dolayı daha dikkatli bir şekilde yer seçimi yapılmaktadır. Türkiye'de yüksek potansiyele sahip olan güneş enerjisinin olumsuz yönü teknolojik ve ekipmanların ithal edilmesiyle oluşan kurulum maliyetidir. Jeotermal enerji temiz ve çevreci bir kaynak olmasına rağmen eser miktarda atmosfere karbondioksit, metan, amonyak ve hidrojen sülfür gazı yaymaktadır. Biyokütle enerjisinin her yerde elde edilmesinden dolayı gelişmekte olan ülkelerde önemli bir enerji kaynağıdır. Oluşan atıkların hem görüntü kirliliği hem de bir süre sonra koku oluşturmaya olumsuz etkilerden birkaçıdır[63].

1970'li yılların başında yaşanan enerji krizleri, ülkelerin kendi kaynakları olan yenilenebilir enerjiye geçiş dönemi olarak nitelendirilmektedir. Avrupa Birliği, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı, Kyoto Protokolü, Dünya Enerji Konseyi sürekli olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin önemini anlatan raporlar sunmaktadır. Türkiye, gelişmekte olan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu yüzden enerjisinin sürekli ve güvenilir olması gerekir çünkü herhangi bir yaptırım esnasında dışa bağımlı olan ülkemiz için sanayi, konut, ulaşım gibi temel sektörler durma noktasına gelecektir. Ülkemiz enerjisini kendi öz kaynaklarından üretmek zorundadır[64].

Dünya'da yenilenebilir enerji kaynaklarının dağılımına bakılırsa Türkiye'nin de üyesi olduğu Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre hidroelektrik, rüzgar, biyokütle, güneş ve jeotermal enerji sıralaması gözükmektedir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesinin nedenleri arasında yer alan enerji güvenliği, çevresel

faktörler ve ekonomik analiz sıralanabilir. Ülkemiz ne kadar çabuk bir şekilde kendi kaynaklarını kullanmaya odaklanırsa yukarıda belirtmiş olduğumuz nedenleri sıkıntısız bir şekilde atlatmış olacaktır. Türkiye, sanayi, turizm, konut ve ulaşım gibi sektörlerin enerji talebini yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayabilirse doğrudan ve dolaylı olarak istihdam yaratacaktır[65].

Yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir kalkınmada, çevreye zararı olmaması ve istihdam sağlaması nedeniyle önemli bir sektör haline gelmiştir. Ülkelerin bağımsızlığını sağlayan en önemli faktör enerjidir. Dolayısıyla ülkemiz, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanma konusunda plan yapmalı ve doğru enerji politikaları ile teşvik desteği açıklamalıdır. Son zamanlarda verilen teşvikler de bu sektörü desteklemektedir. Türkiye ekonomisinin 2018 yılında dış ticaret açığı yaklaşık 27.5 milyar dolar seviyesinde gerçekleşmiştir. Aynı yılda enerji ithalatın faturası ise yaklaşık 43 milyar dolardır. Bu veri ülkemizin vakit kaybetmeden ekonomik anlamda rahata ulaşabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji ihtiyacının karşılanması gerektiğini savunmaktadır[66].

Ülkeler enerji talebini genellikle fosil yakıtlı kaynaklardan karşılamaktadır. Çevreye ve atmosfere verilen bu zararlı gazların etkisinden, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin belli bir oranda sabitlenmek istenirse fosil kaynaklardan vazgeçilip yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılması gerekir. Türkiye, AB ülkeleri ile yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından kıyaslanacak olursa jeopolitik konum nedeniyle bir çok ülkeden şanslı konumda olduğu görülmektedir fakat bu öz kaynaklardan yararlanma açısından, potansiyelinin çok altında bir kullanıma sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ilk yatırım maliyeti yüksek seviyede olduğu için, uzun yıllardır kendi öz kaynaklarına yatırım yapılmasına engel teşkil etmiştir. Geleceğin enerji düzenini şimdiden planlayan Avrupa Birliği ülkeleri hem enerji ihtiyaçlarını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayacak hem de üretim fazlası olan enerjiyi geliştirmekte olan ülkelere ihraç etmeyi amaçlamaktadır. Ülkemiz, geliştirmekte olan bir ülke konumunda olduğu için şimdiden fosil yakıtlı kaynaklara değil yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılması ve stratejik bir politika izlenmesi ülke yararına olacaktır[67].

Enerji ihtiyacının karşılanmasında sadece kaynakların var olması yeterli olmayıp güvenilirlik, çevre dostu olunması, sürdürülebilir ve maliyet açısından uygun olması gerekmektedir. Ülkeler, çevresel etkileri olumsuz yönde fazla olan fosil

kaynakları yerine, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak isteseler de Ar-Ge çalışmalarının çok hızlı ilerlemeyişinden dolayı bir süre daha yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımına gereksinim duyulacaktır. Fosil yakıtlı kaynakların atmosfere verdiği zarar ile birlikte küresel sıcaklık artışı sonucu ani iklim değişiklikleri gözlemlenmektedir. Avrupa Birliğine üye ülkeler için yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmıştır[68-74]. Dünyanın enerji konusundaki problemini yenilenebilir enerji kaynakları çözmeye aday gibi gözükmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm alt birimlerinde detaylı bir şekilde çalışma yapan Avrupa Birliği çeşitli örgütler kurarak yenilenebilir enerji kaynaklarının daha hızlı yaygın hale gelmesini istemektedir. Türkiye'nin ayrı ayrı bölgesinde yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde güneş enerjisi ön plana çıkarken Ege Bölgesinde jeotermal enerji santralleri potansiyeli daha yüksek çıkmaktadır[75-79].

Türkiye, ülke ekonomisi için gerekli problemleri çözerek ve altyapı teknolojisini genişleterek yenilenebilir enerji kaynaklarının önünü açmak zorundadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim payındaki artışı sonucu kalifiye eleman bulmak konusunda problem çıkmaması için gerekli eğitim şartları sağlanmalıdır. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli çok yüksek olmasının sonucu yerli ve milli ekipman, teknoloji olması sürdürülebilir kalkınma adına da ekonomimize yüksek katkı sağlayacaktır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının montaj ve bakımı gerektiği için alt dallarda da istihdam sağlanmış olacaktır. Böylelikle daha sağlıklı ve ekonomik refah seviyesi yükselmiş Türkiye görülecektir[80-85].

Üçüncü kategoride yer alan enerjinin politika ve teşvikleri üzerine Dünya ve Türkiye'de verilen destek mekanizmaları incelenmiş olup hukuki alt yapı incelenmiştir. Gerekli merciler araştırılarak ülkelerarası enerji stratejileri belirtilmiştir.

Enerji sektöründeki olumlu gelişmeler, sürdürülebilir kalkınma adına önemli bir faktördür. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarını yaygınlaştırarak sürdürülebilir kalkınma hedefini benimsemektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın hedefi enerji tüketimini azaltmak, enerji verimliliğini arttırmak olmalıdır. Ülkeler, enerji politikalarını planlarken en büyük amacı sürdürülebilir kalkınma adına teknolojik gelişmeler olurken istihdam ve çevresel sorunlar da planda belirtilmelidir. Fosil yakıtlı kaynakların azalması ve bu yakıtların çevreye verdiği zararlar neticesinde sürdürülebilir kalkınma ülkeler için önem arz

etmektedir. Sürdürülebilirlik kavramının, Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı kapsamında ilk defa ulusal anlamda ekonomik, sosyal ve çevreci düzeyde olması ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir kalkınmanın en önemli şartı doğal yaşam kaynakları muhafaza etmek olacaktır[86].

Avrupa Birliği ülkeleri Kyoto Protokolüne göre çevreye zararı olan sera gazı salınımını azaltılması yönünde hedef belirlemişlerdir. Avrupa Birliği yönetmelik, direktif ve yol gösterici ilkeler benimseyerek yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını ve enerji verimliliği üzerine çalışmalar yapmakta olup 2020, 2030 ve 2050 yıllarına ait stratejiler yapılmıştır. Avrupa Birliğinin enerji politikalarında öncelikli amacı enerji güvenliğinin sağlanması, uygun maliyetle talebi karşılaması ve çevresel sorunları ortadan kaldırmak olduğu belirtilmektedir. Türkiye'nin, yenilenebilir enerji kaynakları sektörüne yönelik hukuki düzenlemeler ve genel teşvik anlamında Avrupa Birliği ile uyumlu hale getirilmesi istenilmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde nihai enerji tüketimi azalırken Türkiye'de yüksek oranda artmıştır. Ülkelerin ekonomik, sosyal ve kalkınma faaliyetleri yenilenebilir enerji kaynaklarından nihai enerji tüketimini hangi oranda yapıldığı ile doğru orantılıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını yaygınlaştırmak için sadece üretici için değil tüketici adına da teşvik sunulmalıdır. Vergi ve birim elektrik fiyatı indirimi ile tüketiciyi desteklemek adına birkaç teşvik sayılabilmektedir. Vergi teşvikleri, özellikle gelişmekte olan ülkeler için yabancı yatırımcı çekme adına önemli bir adım olup bu sayede ekonomik anlamda sürdürülebilir kalkınma hedefi daha hızlı sağlanacaktır[86].

Son yıllarda fosil yakıtlı kaynakların hızla tükenmesiyle birlikte ve artan enerji maliyeti sebebiyle Türkiye'nin kendi enerji ihtiyacını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılaması adeta bir zorunluluk haline gelmiştir. Ülkeler vakit kaybetmeden teşvik programı altında yenilenebilir enerji kaynaklarına destek vererek ülke gelişimine katkı sunmayı hedeflemektedir. Yerli teknolojik gelişmeler ve istihdam sayısının hızla artmasını sağlamak amacıyla, gelecek yenilenebilir enerji kaynaklarında sloganı ile ülkeler bu sektöre ayrılan mali ve hukuki yapıya çok önem vermelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen teşvikler arasında en yüksek pay ilk yatırım sürecindeki maliyet düşürücü destekler olmaktadır. Kamu ve özel sektördeki yatırımcılar, yenilenebilir enerji kaynaklarını, işletme esnasında üretilen enerjinin devlet tarafından en az 10 yıl olmak üzere verilen sabit fiyat garantisi ile almak istemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında bir diğer teşvik ise bu sektörü

hızlandırmak adına vergi indirim desteği olacaktır. Ülkeler kendi öz kaynaklarını kullanabilmek için çeşitli kurumları faaliyete geçirmişlerdir. Her ülkenin kendine ait enerji politikası olmak zorundadır. Türkiye olarak dış ticaret açığının çok yüksek bir bölümü enerji ithalatından kaynaklandığı için kendi ülke vatandaşına teşvik verilmeli, enerji ithalatının önüne geçilip cari fazla vermek hedeflenmelidir. Türkiye kendi enerji ihtiyacını karşılayabilmesi için özel sektöre de destek vermeye devam etmelidir[87].

Güneş enerjisi, temiz ve sınırsız olması nedeniyle, potansiyeli yüksek olan ülkeler bu yenilenebilir enerji kaynağı için büyük bir mali kaynak ayırmaktadır. Almanya ve Çin gibi ülkeler uzun zamandır güneş enerjisine teşvik ve sabit fiyat ile alım garantisi vermektedir. Ülkemizde son yıllarda stratejik politika izleyerek ve teşvik vererek ülkeler arası rekabet etmek konusunda bir ivme yakalamıştır. Sırasıyla Çin, ABD, Japonya, Almanya ve İtalya'nın ardından Türkiye güneş enerjisinden yararlanmaktadır. Bu yüzden gelişen teknolojik alt yapı ve ekipmanların da yerlileştirme oranı gün geçtikçe daha iyiye gitmektedir. Güneş enerjisi potansiyeli hesaplandığında Türkiye'nin yıllık 500 GWh elektrik üretimi gerçekleştirmesi beklenmektedir. Verilen teşvikler ile ülkede GES ekipmanları üretimi yapılarak ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır. Türkiye şimdiden 2023 hedefleri doğrultusuna ulaşmış ve daha hızlı bir güneş enerjisinden yararlanmayı sürdürecektir. Hukuki açıdan bir sorun yaşanmaması için Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) yasası çıkarılmıştır. YEK yasasının çıkmasından sonra güneş enerjisini destekleme çalışmaları başlamış ancak maliyetin yüksek çıkması nedeniyle yeteri kadar verimli olmamıştır. YEK yasası sonradan güncellenmiş olup daha fazla teşvik vererek özel sektör dahil ülke için çalışmalar yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Güneş enerjisindeki teknolojik gelişmeler ve Ar-Ge çalışmaları da devlet tarafından desteklenmelidir[88].

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvikler yatırımcılar açısından önem arz etmektedir. Ülkemizdeki yatırımcılar, yenilenebilir enerji kaynakları sektöründe, henüz yeni olmasına rağmen, önemli bir yol kat etmiştir. İlerleyen zamanlarda teşviklerin durma noktasına geleceği bilindiği için devletler şimdiden ilk yatırım sürecini desteklemeli ve garanti enerji satın alım fiyatı belirlemelidir. Rekabet etmek adına gerekli destekler kamu-özel sektör iş birliği ile ortak çalışabilmelidir. Yatırımcıya doğrudan veya dolaylı olarak vergisel ve mali teşvik sağlanırsa güneş enerjisinden elde edilen enerji ile ülke potansiyelinin önemli bir kısmını kendi öz

kaynaklarından karşılamış olur. Yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen teşvikler değişim gösterebilmektedir. Son yıllarda güneş enerjisine verilen destekten yatırımcıların bir kısmı memnun olurken bir kısmı teşvikleri yetersiz bulması ve maliyetin yüksek olması nedeniyle yatırımdan çekinmiştir. Teşvik mekanizması ile daha çok yatırımcı çekmek isteyen Türkiye, teşvikleri gözden geçirmeli, mevzuat yönergeleri anlaşılır olmalı ve ülke ekonomisi için önemli adım atmalıdır[89].

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarını yaygınlaştırmak adına farklı politikalar ve teşvikler uygulamaktadır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından çok zengin bir ülke dahi olsa strateji ve teşvik yetersizliği sonucu bu sektöre geçiş sınırlı kalmıştır. Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 1963 yılında kurulduktan sonra Planlı Kalkınma Dönemine geçerek beş yıllık bir enerji politikası belirlemiştir. Uygulanan teşvikler, yatırım hızını, ihracattaki maliyetin azalmasını ve rekabeti arttırması sebebiyle önemli bir rol üstlenmektedir. Vergi teşvikleri, yenilenebilir enerji sektöründe yatırım yapmalarını hızlandırmak adına yatırımcının vergi yükünü hafifleten destekleyicidir. Kamu açısından kısa vadede gelir kaybı olarak görünse de uzun süre zarfında yabancı yatırımcıların da yenilenebilir enerji sektörünü tercih etmesi nedeniyle vergi yayılımı artmış olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları makine ve teşhizatların maliyetinde katma değer vergisi ödenmemesi ve ithal edilen türbin ve paneller için ise gümrük vergisi muafiyeti sektörü hızlandıracak teşviklerdendir. Gelişmiş ülkeler ile Türkiye kıyaslandığı zaman yenilenebilir enerji kaynakları için sabit fiyat ve tarifeler politikası yüksek oranda aynıdır. Ancak ülkemizde yenilenebilir enerji için özel teşvik vergi sistemi yoktur. Genel teşvik sistemi altında desteklenen bu sektörün yaygınlaşması adına kendine özgü vergi sistemi olması gerekir. Özel vergi teşvikleri yürürlüğe girilmesi ile bürokratik engellerin de kalkacağı bilinmekte olup bu şekilde sektör hız kazanacaktır[90].

Türkiye'nin enerji politikasını dikkatli bir şekilde izlemesi gerekmektedir. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeli, yatırımcıları destekleyerek bu sektörü hızla büyütmeyi amaçlamalıdır. Enerji politikası, ülkelerin enerji arz ve güvenliğini sağlamak adına uyguladığı yöntemdir. Kısa ve uzun vadede planlamalar yapılmalıdır. Enerji çeşitliliğinin bir ülkede hangi oranda kullanılacağı planlamanın ana konusudur. Enerji politikasında , enerjiyi en verimli şekilde kullanabilmek için gerekli teknolojik alt yapı çalışmaları hedeflenmelidir. Türkiye Cumhuriyetin ilanında

sonra 1923-1933 yılları arasında ilk politikasını belirlemiş olup gelişmeye açık bırakmıştır. Türkiye, kendi öz kaynaklarını daha etkin bir şekilde kullanabilmek için 2005 yılında YEK yasası çıkarmıştır. Ülke gelişiminin sürekli olumlu yönde olmasını petrol ve doğalgaz politikalarının yerine yenilenebilir enerji kaynakları politikasını uygulamaya geçmeli ve hedef belirleyerek sürekli güncellemelidir. Her ülkenin yenilenebilir enerji kaynakları politikası farklı olmalıdır. Türkiye potansiyeli oldukça fazla olan güneş ve rüzgar enerjisinin teknolojik alt yapısını güçlendirmeli ve teşvik ile desteklemelidir. Türkiye, coğrafi konum nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji talebini karşılayabilir ve üretim fazlası olan enerjiyi ihraç edebilme başarısı gösterebilir. Ancak bu sıkı bir enerji politikası ile gerçekleşecektir. Tarım ülkesi olan ülkemiz için yenilenebilir enerji kaynaklarını bu sektörde de kullanımı devlet tarafından desteklenirse ekonomik anlamda pozitif yönde olacaktır[91].

Fosil enerji kaynaklarının tükenmesi ve çevresel etkisi sebebiyle gelişmekte olan ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır. Türkiye 2023 hedefleri doğrultusunda kendi öz kaynaklarını etkin biçimde kullanmalı, gereken vergi ve mali teşvik ile destekleyerek kısa süre içerisinde potansiyeline yaklaşmalıdır. Gerekli düzenlemeler ile potansiyelinin önemli bir kısmını kullanabilecek Türkiye ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda çağ atlayacaktır. Sosyo-ekonomik düzeyinin gelişmesi ve uluslararası rekabet gücünü korumak adına kamu tarafından özel sektöre alternatifli bir şekilde teşvik sunmalıdır çünkü belirlenen politikanın amacına ulaşabilmesi için bu desteği vermek gerekir. Türkiye, “*Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararı*”, 2012 yılında çıkararak yatırım için yeni teşvik sistemini kurmak istemektedir. Fosil yakıtlı kaynaklarla rekabet edilebilmesi amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılması için radikal teşvikler verilmelidir. Özellikle fosil kaynaklar bakımından zengin olmayan ülkemiz için enerji güvenliği ve sürdürülebilir enerji politikası adına vergi ve mali yönden desteklenmelidir. Verilen mali ve vergisel teşvikler sonrası enerji sektörü hız kazanmış olsa da istenilen seviyeye hala gelinememiştir[92].

Ülkemizin de dahil olduğu OECD ülkesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim payı artış göstermektedir. Uygulamaya geçilen politika ve teşvikler sonucu ülkelerin yenilenebilir enerji potansiyeli coğrafi konum nedeniyle farklılık gösterebilir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2023 hedefleri

doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretim konusunda %30, ulaşım sektörü için %10'luk gerekli politikalar izlemektedir. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları sektörünü hızlandırmak adına çeşitli teşvikler vermektedir. Bunlar, genel yatırım, bölgesel yatırım, büyük ölçekli tanıtım ve stratejik yatırım planı olmak üzere 4 bileşenden oluşmaktadır. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilen elektrik enerjisini, sabit fiyat garantisi ile satın alma, prim garantisi, vergi indirimi ve yatırım teşviği altında destekleri ile sürdürmektedir. Sabit fiyat garantisi adına verilen tutar açısından Türkiye, OECD ülkeleri ile kıyaslandığı zaman garanti süresinin az, fiyatın ise düşük tutulduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları için özel vergi teşviği ülkemizde yoktur. Gelir kaydında vergiden alınan miktar azalmış olsada ülke ekonomisine katkı sunacağından dolayı olarak gelir kaybı azalmayacaktır. OECD, 34 ülkeden oluşan ve sosyo-ekonomik düzenlemeleri içeren bir örgüttür. Küresel ısınma ve iklim değişikliği sebebiyle birçok ülke yenilenebilir enerji kaynakları için teşvik hazırlamaktadır. Uzun yıllardır teşvik desteğini sürdüren ve diğer ülkelerin örnek alması gereken en önemli OECD ülkeleri Almanya ve İspanya olmuştur. Ayrıca istatistiksel verilere bakıldığında en az katkının Kore olduğu gözlemlenmiştir[93].

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamından yararlanmak istemesi sonucu finansmanı sağlaması, idari süreçlerde kolaylık sağlaması, mevzuatın yatırımcılara yönelik açık ve kolay bir şekilde anlaşılıp güncellenmesi, teşviklerin geliştirilmesi için çaba harcamalıdır. Türkiye, enerji sektöründe geri kalmamak için yenilenebilir enerji kaynakları sektörüne ait hukuki alt yapısını güçlendirmelidir. Gerekli kanun, tebliğ ve yönetmelikleri yürürlüğe sunarak mevzuat sorununun minimize edilmesi gerekir. Kamu alanlarına ait arazinin yenilenebilir enerji potansiyeli belirlendikten sonra özel sektöre işletmesi için devredilebilirse yatırım hızı artmış olur. Enerji mevzuatı, genel olarak talepleri karşılayan ve enerji sektörü yatırımcılarına yönelik dinamik olmak zorundadır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, ülke öz kaynaklarının potansiyelinin belirlenmesinde, fizibilite açısından destek verilmesinde söz konusu yatırımcılar ile işbirliği yaparak faaliyetlerini sürdürmektedir. Enerji mevzuatında, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimdeki payının artması, kaynakların çeşitliliği ve güvenilirliğinin fazla olması, çevre kirliliğinin önüne geçilmesi için çıkarılan bir çok kanun ve yönetmelik ile hukuki alt yapısını hazırlamıştır. Mevzuata uygun bir şekilde ilgili kuruluşlar enerji sektörüne ait

denetimlerini sürdürmelidir. Enerji piyasası, dünya ekonomik olaylarından etkilenen bir sektördür. Herhangi bir olumsuzlukta enerji fiyatlarının dalgalanması kaçınılmaz olacaktır. İlerleyen yıllarda elektrik tüketimi daha fazla olacağı için mevzuata ait eksiklik ve belirsizlik olmaması zaman kaybı açısından önemli olacaktır. Enerji yatırımları açısından bürokratik engeller ortadan kaldırılmalı ve izin prosedürleri kısaltılmasıyla birlikte mevzuat sorunu çözülmelidir[94].

Sanayileşme ve nüfus artışının hızla yükseldiği dünyada enerji politikalarını, ülkeler kendi stratejilerini yürütmekle yükümlüdür. Sürdürülebilir kalkınmanın hedefi ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik talebini karşılamasıyla gerçekleşecektir. Klasik kalkınma rotasını sürdürülebilir kalkınmaya çevirmek zorundadır. İlerleyen süreçte daha çok enerji talebi olacağı için ülkeler yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik, sosyal ve çevresel kalkınma planını sürdürebilmelidir. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları teknoloji ve ekipman desteğini vermesinin yanında bürokrasiye de hız kazandırarak en büyük teşvikleri sağlamış olacaktır[95-102].

Tüm ülkeler yeşil ekonomi altında kendi kaynaklarını etkin şekilde kullanmak istemektedir. Çevreye zararı ve küresel ısınmaya neden olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmalı, çeşitli destek mekanizmalarını yatırımcılara sunmalıdır. Türkiye’de yeşil ekonomi anlamında yenilenebilir enerji kaynakları politikası güçlü fakat yetersiz kalmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji talebini karşılayabilmesi için her aşamasında çalışan kişi olması gerektiğinden istihdam anlamında mega proje söz konusu olabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları teşvik uygulamalarında belirsizlik yaşandığı zaman eski yatırımcılar için olumsuz görünse de doğrudan veya dolaylı olarak yeni yatırımcı için olumsuz risk teşkil etmektedir. Değişen enerji ekonomisi doğrultusunda Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin biçimde kullanılması durumunda dış politikada bağımsız olmasının yanında güçlü ekonomi anlamında refah seviyesine ulaşacaktır[103-106].Gelecekte enerji problemi yaşamak istemeyen ülkeler şimdiden yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmaya başlamış ve Türkiye’de ise özel kuruluşlara bırakılmıştır. Ancak denetimi devlet tarafından kontrol edilmelidir[107-110].

Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji talebini karşılamak fosil yakıtlı kaynaklara göre daha yavaş gerçekleşmektedir. Bunun nedeni mevcut altyapı eksikliği, finansman ve teknolojik gelişmelerde teçhizat yetersizliği olarak karşımıza

çıkılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde alınan kararlar ve izlenen politikalara bakılırsa Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları konusunda bazı eksikliklerini gidermesi gerekir. Yenilenebilir enerji kaynakları teknolojisi gelişmekle birlikte henüz istenilen seviyede değildir. Türkiye Ar-Ge çalışmalarına hız vererek gerekli ekipmanı ithal edilmeksizin milli ve yerli olarak üretilmesini amaçlamıştır[111-114].

Sürekli artan enerji ihtiyacına karşı yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısının fazla olması nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarında olması gereken iş sağlığı ve güvenliğinde inceleme yapılmasına ihtiyaç duyulmuş olup bu alandaki literatür taraması aşağıda sunulmuştur.

Yenilenebilir enerji kaynakları ile ülkelerin kendi enerji ihtiyacını karşılaması son zamanlarda hız kazanmıştır. Bu yüzden sayısı her geçen gün artarken herhangi bir iş kazası veya meslek hastalığı olmaması için iş sağlığı ve güvenliği alanında çalışmalar yapılmalıdır. Türkiye'de yaşanan iş kazalarının elektriğe bağlı oranı azımsanmayacak kadar yüksektir. GES'de bakım-onarım ve işletme sırasında önce iş sağlığı ve güvenliği parolası ile yola çıkılmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları çok tehlikeli sınıfa girdiği için risk analizi ve acil durum eylem planları hazır olmalı, uygulamada bir sorun olmaması için tatbikat yapılmalıdır. Tüm çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği kapsamında belli aralıklarla eğitim verilmelidir[115].

Son zamanlarda dünya'da ve Türkiye'de iyi ivme yakalayan RES'ler kurarak enerji talebindeki artışı karşılamak mümkündür. Rüzgar enerji santralleri çok tehlike sınıfta yer aldığı için risk analizi ve acil eylem planı dikkatli bir şekilde hazırlanmalıdır. Ülkemizde yüksek potansiyeli olan RES'lerde iş sağlığı ve güvenliği konusu çok önemlidir. Rüzgar türbinleri gürültülü çalıştıkları için yerleşik hayata mesafeleri hesaplanarak kurulum aşamasına geçmesi gerekmektedir. Rüzgar enerji santrallerinde çalışacak kişilerin işe başlamadan önce sağlık kontrolleri yaptırması gerekir çünkü yüksekte ve soğuk havalarda çalışma gibi olumsuz durumlar sözkonusudur. İş sağlığı ve güvenliği alanında rüzgar türbini ekipmanlarının sahaya gelmeden önceki risk ve tehlikeler belirlenerek ilgili bireye bu doküman aktarılmalıdır. Aksi takdirde boyutları çok yüksek olan parçaların sebep olacağı kazalar büyük zarara yol açacaktır. Rüzgar türbini çevresinde kişisel koruyucu donanım kullanmak mecburi olmalıdır. Rüzgar türbinlerinin bakım ve onarım çalışmaları yapılırken iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmış olmalı ve tüm çalışanlara sık sık eğitim verilmelidir. Yerleşim yerlerine uzak olan bir sahada herhangi bir kişinin acil durumunda sağlık

kuruluşuna gitmesi uzun sürecektir. Acil eylem planı hazırlanırken sahada iş yeri hekimi olması gerektiğini belirtmelidir[116].

Hidroelektrik enerji santrallerinde iş sağlığı ve güvenliği anlamında ilk önce çalışanların acil bir durumda hangi görevi alacağı şeklinde bir plan yapılmalıdır. Tesisi işletmeye almadan önce sel gibi doğal afet anında ne yapılması gerektiğini anlatan şemalar çizilmelidir. Deprem, yangın, iş kazası, elektrik çarpması, sabotaj, makine ekipmanı hasarı gibi acil eylem planları ivedi bir şekilde ekipçe hazırlanmalıdır. HES'lerde iş sağlığı ve güvenliği konusunda önlem alınmazsa geçmişte yaşanan olumsuz olaylar tekrar edecektir. İşletmenin risk analizi yapılmalı, çalışanlar kişisel koruyucu donanım kullanmayı ihmal etmemelidir. Yüksek gerilim tarafında çalışma yapıldığı zaman mutlaka yalıtkan kıyafet, baret ve ayakkabı tercih edilmelidir. Güvenlik kültürü çalışanlara aktarılabilirse hem onların sağlığı güvence altında olur hem de işletmenin verimi olumlu yönde gelişme kaydeder[117].

Elektrik çarpmasından kaynaklı istatistik değerlerine bakılırsa iş kazası ve meslek hastalıklarının sayısı gittikçe artmaktadır. Modern yaşamın vazgeçilmezi olan ve sanayi, ulaşım, konut, tarım, turizm gibi bazı sektörlerde kullanılan elektrik enerjisi için iş sağlığı ve güvenliği önlemleri mutlaka alınmalıdır. Elektrik insan yaşamını kolaylaştıran bir kavramdır. Gerekli tedbirler alınmazsa olumsuz sonuçlar kaçınılmaz olacaktır. Elektriğin en büyük tehlikesi çarpılma ve yangına sebep olmasıdır. Elektrik iletim, dağıtım ve üretim yerlerinde insan sağlığına zarar verebilecek risk ve tehlikeleri önceden rapor haline sunularak çalışanlara eğitim verilmesi şarttır. Yalıtkan teçhizatlar olmadan bakım ve onarım çalışması yapılmamalıdır. Çalışan tüm bireylere ilk yardım eğitimi aldırılmış olması hayati öneme sahip olacaktır. Elektrik sektöründe acele edilmemeli, önce iş güvenliği sloganıyla ve hedef sıfır iş kazası olarak belirlenmelidir[118].

Türkiye'de biyogaz enerjisinin potansiyeli oldukça yüksektir. Organik atıkların sebep olduğu çevre kirliliğine önlem olarak bu tesislerin kurulması temiz enerji üretimi için de olumlu olacaktır. Gelişen ve sayısı gittikçe artan bu tesislerin kurulması ve işletilmesi esnasında iş sağlığı ve güvenliği konusu büyük öneme sahiptir. Bireyin yenilenebilir enerji kaynağı olan biyogaz sahasında ruhen ve psikolojik olarak rahat çalışabilmesi için kurulum aşamasında faaliyete geçmesi olan güvenlik kültürüdür. BES'de elde edilen metan gazını doğalgaza dönüştürmek mümkündür ve konutların ısınma ihtiyacı karşılanabilir. Biyogaz içerisinde yüksek miktarda metan gazı

bulunmaktadır. Az miktar olan hidrojen sülfür için güvenlik önlemleri alınmalı ve desülfirizasyon üniteleri kurularak ppm değerini düşürerek gaz tehlikesini ortadan kaldırmak en temel güvenlik yöntemidir. Sık sık bu gazların değerleri ölçülmelidir. Çok tehlikeli sınıfa giren biyogaz enerji santralinde, ekip halinde detaylı bir risk analizi yapılmalı, önlemlerin hemen faaliyete geçirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde en ufak kaza insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecektir. Acil durum eylem planı ve risk analizi raporları 2 yılda bir güncellenmelidir. Son yıllarda ülkemizde sıfır atık projesi açıklanmış olup atıkların ısı ve enerjiye dönüşümü için büyük bir adım atılmıştır[119].

Jeotermal enerji santrallerinde kullanılan makine teçhizatları ve işin doğası nedeniyle birçok iş kazası veya meslek hastalığına maruz kalınmıştır. İş sağlığı ve güvenliği jeotermal enerji sektörü için hayati önem taşımaktadır. Hem kendi sağlık ve güvenliği adına hem de çevreye verilecek zarar nedeniyle çok tehlikeli sınıfta yer alan bu sektördeki çalışanlar risk analizi ve acil durum planı hazırlanmalı ve sürekli güncellenmelidir. Türkiye jeotermal enerji santrali potansiyeli bakımından Avrupa'da birinci sırada olmasına rağmen kapasitesinin tamamını kullanamayarak dünyada dördüncü sırada yer almaktadır. JES'lerde yeterli önlem alınmaması ve gerekli eğitimlerin verilmemesi nedeniyle iş kazaları artış eğilimindedir. İş sağlığı ve güvenliği anlamında alınacak her tedbir insan sağlığına olumlu katkı verecektir. İstatistiki verilere bakıldığında en çok kazaya sebep olan nedenler sırasıyla makine teçhizatı, kimyasal, patlama ve yangındır. Bu yüzden risk analizi yapılırken bakım ve onarım çalışmalarına jeotermal enerji sektöründe büyük önem vermek gerekmektedir[120].

Çalışma yaşamında iş kazası sayısının ve meslek hastalıklarının meydana gelmesini minimuma çekebilmek için iş sağlığı ve güvenliği hayati derecede önemlidir. Türkiye, iş kazası istatistiklerinde Avrupa'da birinci dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. Bu yüzden iş sağlığı ve güvenliği alanında tüm sektörlerde uygulanmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları sektöründe de ivedi bir şekilde çalışanlara eğitim verilmeli ve teste tabii tutulmalıdır[121-130]. Ülkemiz, yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin bir biçimde kullanarak elektrik enerjisi üretme konusunda önemli adımlar atmaktadır. Elektrik çarpması ile yaşanan olumsuz olaylar için ilk yardım gibi temel eğitimler verilmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından kaynaklanacak risk ve tehlikeleri belirleyerek analizler yapılmalı ve sürekli güncel

tutulmalıdır[131-135]. Türkiye’de, iş sağlığı ve güvenliği konusunda hem maddi olarak hem de insan sağlığını korumak adına gerekli hukuki düzenlemeler yapılmalı ve denetimler sürdürülmelidir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) iş sağlığı ve güvenliği konusunda detaylı incelemeler yapan ve ülkeler hakkında genel olarak iş sağlığı ve güvenliği hakkında veri isteyen kuruluşlardır[136-138].

Son kategoride yer alan yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyet analizi gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde son yıllarda hız kazanan enerji sektörünün en önemli girdisi olan ilk yatırım maliyeti detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisini endüstride kullanılmak üzere doğrudan enerji iletim hattı ile tüketicilere ulaştırılabilir. Ülkemizin güneyde bulunan illeri güneş enerjisini kullanmakta daha avantajlı olduğu bilinmektedir. Tarım arazilerine elverişli olmayan ve çok engebeli bir yer olmayan sahalar güneş enerjisi için uygun şartlardır. Türkiye’de enerji talebinin en yüksek olduğu yer sanayi bölgeleridir. Kurulacak olan her yenilenebilir enerji kaynağı endüstri tarafına yakın olursa iletim hattındaki kayıplar o kadar az olacaktır. GES’lerin düz bir alana yapılmasındaki bir diğer neden ise rüzgara açık olma durumudur çünkü sıcaklıkla panellerin verimi düşerken doğal bir rüzgar, tesisin soğumasını sağlayarak daha ekonomik olarak yararlı olacaktır. Ayrıca güneş enerji sahalarının fay hatlarının fazla olduğu illerde kurulmaması gerekir. Herhangi bir deprem anında en ufak bir zarar dahi olsa maliyet artacağı için bu riske girilmemesi gerekir. Güneş enerji santralının kışın yağın karların panel üzerinde bulunması ve uzun bir süre erimemesi enerjinin sürekli olmasına engel olmaktadır. Bu yüzden panellerin temizliği de planlı yapılmalı, maliyet olarak kurulum aşamasındayken hesaplanmalıdır[139].

Fosil yakıtlı kaynakların giderek azalmasından dolayı enerji maliyetinin yüksek olmasına sebep olacaktır. Yeraltı kaynakları zengin olan ülkeler bile mutlaka birgün bitecek olan bu rezervlerinden dolayı yenilenebilir enerji kaynakları bütçe ayırma çalışmalarına başlamış durumundadır. Yenilenebilir enerji maliyetinin değişmesinde yer seçimi çok etkindir. Yapılan bir HES, engebeli bir alanda planlanmış ise maliyeti yüksek çıkarken, inşaat işlerinin daha az olacağı bir yer seçiminde maliyet azalmış olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının işletim ömrü yaklaşık 25-30 yıl civarındadır. Bu yüzden bakım ve onarım çalışmaları düzenli bir şekilde yapıp tesisin ömrünü uzatmayı amaçlamak gerekmektedir. Bugün için fosil

yakıtlı kaynakların yenilenebilir enerji kaynaklarından daha ucuz olduğu bilinmektedir. Ancak zamanla yükselecek olan petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil kaynakların giderek maliyetinin artması ve yenilenebilir enerji kaynakları ekipman ve teknolojik gelişmelerin maliyetinin azalması nedenleriyle rekabet ortamı olacaktır[140].

Ülkelerin ekonomik dengeleri, enerji sektöründe dışa bağımlılık ile doğru orantılıdır. Türkiye enerji ihtiyacında ilk 20 ülkeden birisidir. Değişen ekonomik dengeler, ilerleyen zamanlarda hangi ülke kendi öz kaynaklarından talebini karşılayacak ve ihraç edecek seviyeye gelirse o ülkenin bağımsızlığı ve refah seviyesi çok yüksek olacağı kuşkusuzdur. Bu durumda, her yıl hesaplanan büyüme hızı da pozitif yönde ivme kazanacaktır. Ekonomik büyümede sürekli olumlu ivme olabilmesi için üretim olması gerekmektedir[141].

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ilk kurulum aşamasında alt yapı ve teknolojik ekipmanlar sebebiyle maliyeti yüksek çıkmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetini çok kısa bir sürede amorti edeceği kesindir. Örneğin, GES maliyetini 6-7 yılda ülke ekonomisine katkıda bulunurken, RES 3-4 yılda katkı sağlayabilmektedir. Bunun sebeplerinden biri güneş enerjisinin sadece gündüz üretim yapması, rüzgar enerjisinin ise hava koşullarına bağlı olarak devamlı üretim yapabilmesidir. Türkiye’de genel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı maliyetleri hesaplandığında birim enerji maliyeti yüksek olan sırasıyla güneş, rüzgar, hidroelektrik ve jeotermal enerji olarak bilinmektedir[142].

Fosil yakıtları için en iyi ihtimalle 50-60 yıl gibi rezerv durumu bilindiğinden dolayı alternatif enerji kaynaklarına yatırım hız kazanmıştır. İklim değişikliği ve çevre kirliliğinin en büyük sebebi fosil yakıtlı kaynaklardan sağlanan enerjidir. Bu istenmeyen durumlar için fosil yakıtlı kaynakların kullanılmaması gerekir. Ülkelerin jeopolitik konumu yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetini büyük ölçüde etkilemektedir. Danimarka, Almanya gibi ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminden payı yükselirken, Fransa, İtalya gibi ülkelerde alternatif enerji kaynağından enerji üretimi payı azalması coğrafi konum ile alakalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılırken maliyet analizi dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Aksi durumda ülke ekonomisine zarar verilecektir. HES, RES, GES’in üretim maliyeti fosil kaynaklara göre maliyetlidir. Ancak, teknoloji ve Ar-Ge çalışmalarında daha yoğun bir çaba gösterildiği takdirde maliyette mutlaka düşüş olacaktır[143].

Üyelik müzakeresi devam eden Türkiye enerji politikalarını Avrupa Birliği ile uyumlu hale getirmeye çalışmaktadır. Avrupa Birliği, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini yaygınlaştırılması amaçlanmıştır ve gerekli destek mekanizmaları sunmaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri arasında yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından yüksek olan Türkiye'nin diğer ülkelere göre avantajlı olduğu bilinmektedir. Türkiye özellikle yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinde coğrafi konum nedeniyle oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir fakat Avrupa Birliği ülkelerine göre kullanım seviyesi olarak oldukça düşüktür[144-146].

Sonraki yıllarda enerji talebinin artacağına kesin gözüyle bakılmaktadır. Küresel enerji problemi nedeniyle ülkeler fosil yakıtlı kaynaklar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya ve daha çok yaygınlaştırma çabası göstermeye devam etmektedir. Türkiye, yüksek oranda enerji ithal eden ülke konumunda yer alırken yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını arttırmak, etkin ve verimli şekilde kullanmak zorundadır. Özellikle rüzgar enerjisi için ekipman ve nitelikli eleman bulmak konusunda ülkemiz şanslı konumdadır. Üç tarafı denizlerle kaplı olan ülkemiz için rüzgar enerjisi potansiyeli de yüksek seviyededir. Son yıllarda hızla artış gösteren yenilenebilir enerji kaynakları olan HES ve RES'e yatırımlar ülkemiz adına olumlu gelişmelerdir[147-149].

Enerji çeşitliliği açısından da Türkiye birçok öz kaynaklara sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar kamu ve özel sektör işbirliği ile ele alınmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları maliyeti santralin büyüklüğüne göre değişebilmektedir. Önemli olan ülkemizin yerli kaynaklardan enerji talebini karşılayacak olmasıdır. Türkiye, yenilenebilir enerji sektörüne geçiş yapınca hem enerji güvenliğini sağlamış olacak hem de dış ticaret açığı azalacak ve istihdam oranı fazlasıyla artacaktır. Ülke ekonomisi için hayati önem arz etmektedir[150-152].

1.1 PROBLEM TANIMI

Enerji, insan yaşamının sürdürülebilmesi adına vazgeçilmez bir unsurdur. Günümüzde halen enerji ihtiyacının büyük bir bölümü, doğalgaz, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlı kaynaklardan elde edilmektedir. Bu durum ülke ekonomilerine yük oluştururken, fosil kaynakların meydana getirdiği çevre tahribatı, küresel ısınma ile birlikte iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Bu sorumluluk altında uluslararası

hukuki düzenlemeler yapılarak yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılma oranının arttırılmasına öncelik verilmelidir. Gelişmekte olan ülkeler için en önemli politika başlıklarından biri enerjidir. Bu bağlamda enerjide dışa bağımlı olan Türkiye için sonsuz kaynak içermesi itibarıyla yenilenebilir enerji kaynakları önem arz etmektedir.

Enerji sektörü, iş sağlığı ve güvenliği bakımından ciddi bir risk taşımaktadır. Dünyada ve ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği her geçen gün daha önemli hale gelmektedir. Sanayi ve teknolojik gelişmelere paralel olarak enerji ihtiyacı sürekli artan bir ivme kazanmakta, iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısını da artmaktadır. Bu zamana kadar gerekli önlemlerin alınmaması sebebiyle enerji sektöründe ciddi iş kazaları meydana gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları sektöründe çalışan bireyler için sağlıklı ve güvenli bir ortam oluşturabilmek önemlidir. Bu bağlamda tüm enerji sektörü başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik risk ve tehlikeleri belirleyerek risk analizi değerlendirilmeli ve acil durum eylem planı kapsamında gerekli eğitim ve tatbikatlar yapılmalıdır.

1.2 ÇALIŞMANIN AMAÇ VE ÖNEMİ

Ülkemizde yaşanan enerji sektörü iş kazaları incelendiğinde, bu sayıların azımsanmayacak kadar fazla olduğu bilinmektedir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları yeni sayılabilecek sektör olduğundan dolayı, iş sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli tedbirler sınırlı seviyede kalmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm alt dallarına yönelik risk ve tehlikeler belirlenerek enerji sektöründe iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısını minimuma getirilmesi amaçlanmıştır. Sürekli artan yenilenebilir enerji kaynakları nedeniyle daha fazla iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalar yapıp gerekli tedbirler önerilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçların uygulanması halinde yenilenebilir enerji kaynaklarında meydana gelen iş kaza sayısını azalmasının gerçekleşeceği düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları sektöründe çalışanlar giderek artarken, enerji alanlarındaki çalışmalarda daha güvenli bir iş hayatı ortaya konulmaktadır.

1.3 YÖNTEM VE KAPSAM

Bu çalışmada öncelikli olarak yenilenebilir enerji kaynakları ve iş sağlığı ve güvenliği alanında detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması kapsamında makaleler, kitaplar, tezler, akademi araştırma ve bilgiler, basına yansımış olan enerji sektörüne ait iş kazaları verilerinden faydalanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik risk analizi yapılmıştır. Risklerin analizi, L tipi (5x5 matris) ve Fine-Kinney Metodu olmak üzere iki farklı risk analizi yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. L tipi matris özellikle sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Fine Kinney Metodu ise risk derecelendirilmesine göre öncelik verilecek işlerin belirlendiği ve öncelikli olarak kaynakların nerelerde kullanılması gerektiğini gösteren bir metottur.

Gelecekte dünyamızın enerji ihtiyacını, fosil enerji kaynaklarının yerine geçecek olan yenilenebilir enerji kaynakları karşılayacaktır. Yaygınlaşmasına yönelik olarak artacak risk ve tehlikeleri belirleyerek iş sağlığı ve güvenliği merkezinde hazırlanan bu çalışma, temel anlamda yedi bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk bölümünü oluşturan “Giriş” bölümünden sonra ikinci bölümünde enerji kavramı, yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları açıklanmıştır. Tezin üçüncü bölümünde, yenilenebilir enerji kaynaklarının dünyada kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmenin nedenleri ile ilgili detaylı araştırmalar yapılmıştır. Dördüncü bölümde Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ve bu potansiyelin kullanımı hakkında bilgiler verilerek avantaj, dezavantaj ve finans boyutlarından bahsedilmiştir. Ayrıca Türkiye ekonomisine nasıl katkı sağlayacağı ayrıntılı şekilde açıklanmıştır. Beşinci bölümde enerji politikaları ve teşvikleri irdelenerek tüm ülkeler ve Türkiye enerji stratejilerini belirtilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen destek mekanizmaları diğer ülkeler ile karşılaştırılarak açıklanmıştır. Altıncı bölümde, iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanılan risk analiz yöntemleri irdelenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, iş sağlığı ve güvenliği alanında tedbirlerin alınmasıyla, iş kazası ve meslek hastalıkları sayısının minimuma indirilmesini sağlamak amacıyla gözetilmiştir. Son aşamada ise yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik Fine-Kinney yöntemi ile L matris risk analizi yöntemi yapılarak ayrı ayrı çıkan sonuçlar ele alınmış ve tüm güvenlik önlemleri ayrıntılı olarak yazılmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde ise yenilenebilir enerji kaynakları sektörünün iş sağlığı ve güvenliği değerlendirilmesi yapılarak çözüm önerileri sunulmuştur.

Literatürde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik birçok çalışma bulunmasına karşı enerjinin iş sağlığı ve güvenliği alanında özel tedbirler alınmasına ilişkin araştırmalar sınırlı seviyede kalmıştır. Bu çalışma ise Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına yönelik risk analizleri yapılarak ve güvenlik önlemleri alınarak yeni çalışmalara kaynak olması adına literatüre katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır.



BÖLÜM II

ENERJİ

2.1 ENERJİ KAVRAMI

Enerji iş yapabilen sistemin kapasitesi olarak tanımlanır. Enerji türleri, mekanik, kimyasal, elektrik ve atom enerjisi şeklinde sıralanabilir fakat tüm enerji çeşitlerini genel anlamda potansiyel ve kinetik enerji şeklinde iki grupta toplamak daha anlaşılır olacaktır çünkü enerji, doğada potansiyel ve kinetik enerji olarak bulunmaktadır. Potansiyel enerji, bir nesnenin konumundan dolayı sahip olduğu enerji iken, kinetik enerji, nesnenin hareketinden dolayı sahip olduğu enerji türüdür. Enerji, ülkelerin gelişmesi ve refahın artırılması bakımından vazgeçilmez bir unsur olup sürekliliğin sağlanmasında stratejik en önemli faktörlerden biridir. Enerji sektörüne önem veren bir ülke gelişmiş ülke statüsünde yer aldığından dolayı ülkeler için enerji ciddi bir konudur.

2.2 ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji kaynakları, farklı yöntem ve teknikler kullanılarak ekonomik amaçlarla elde edilen kaynaklara denir. Örneğin hidroelektrik santrallerde potansiyel enerji, kinetik ve elektrik enerjisine dönüştürülürken jeotermal santrallerde ısı enerjisi, elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. Enerji kaynakları kullanımına göre yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları, dönüştürülebilirliklerine göre birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak sınıflandırılır. Enerji kaynakları sınıflandırılması, Tablo 2.1’de gösterilmektedir[3].

Tablo 2. 1 : Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması



2.2.1 Yenilenemez Enerji Kaynakları

Petrol, doğal gaz, kömür ve nükleer enerji gibi yakıtlar doğada sınırlı bulunan yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Yenilenemeyen enerji kaynakları belli bir sürenin sonunda tükeneceğinden dolayı ülkeler alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Fosil enerji kaynakları çevreye zarar vermekte, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Çağımızın büyük sorunu iklim değişikliği ve sera gazları arasında en önemli paya sahip karbondioksit (CO₂) miktarının büyük bir bölümü fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanmaktadır.Fosil yakıt rezervlerinin yeryüzüne eşit dağılmayıp bazı bölgelerde yoğunlaşması, tükenme sürelerinin bölgelere göre farklılık göstermesie neden olmuştur.

2.2.1.1 Petrol

Çağlar önce yaşamış ölü hayvan bedenlerinin toprak altında sıkışıp gaz basıncından dolayı sıvılaşmasından meydana gelir. Bu yüzden deniz yatakları dahil birçok yerde petrol vardır. Ancak bu petrol yeryüzüne çok yakın olmamakta ve çıkarılması çok kolay olmamaktadır. Yüksek maliyet ve gelişmiş teknolojiye ihtiyaç

duyulmaktadır. Petrol hidrokarbonlardan oluşmuş sudan yoğun kıvamda, koyu renkli, arıtılmamış, kendisine özgü kokusu olan, yeraltından çıkarılmış doğal yanıcı mineral yağdır. Özellikle ulaşım, sanayi gibi geniş kullanım alanlarının olması nedeniyle vazgeçilmez bir enerji kaynağı olan petrol, çıkarıldığı ülke ve dağıtım koridorlarında yer alan ülkeler açısından çok ciddi bir jeopolitik konumdan dolayı stratejik öneme sahiptir. Petrolün arıtım sürecinde, damıtma sayesinde ayrıştırılıp benzin, mazot ve jet yakıtı gibi ürünler elde edilir. Petrolün dünya ekonomisinde yaşamsal önemi çok büyüktür. Dünya enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayan petrolün şimdiki rezervler dikkate alındığı zaman yaklaşık 60-80 yıl sonra tükeneceği öngörülmektedir. Petrol alanlarının coğrafi ve jeolojik dağılımını belirleyen doğal sınırlar üzerine çok ciddi enerji savaşları olmakta ve sürekli bir savaş durumu olduğu gözlenmektedir.

2.2.1.2 Doğal gaz

Organik canlıların bitki ve hayvanların milyarlarca yıl gibi uzun yıllar süresince yeryüzü katmanlarında diğer materyallerle oksijensiz bir ortamda yüksek basınç ve sıcaklığa bağlı olarak doğal gaz oluşmaktadır. Doğal gaz yer kabuğunun içindeki fosil kaynaklı bir çeşit yanıcı gaz karışımı olmakla birlikte bir petrol türevidir. Doğal gazın büyük bölümü (%70-90'ı), metan (CH₄) adı verilen hidrokarbon bileşiğinden oluşur ve renksiz, kokusuz yanıcı bir gazdır. Geçmiş zamanlarda petrol üretimi esnasında ortaya çıkan yararsız bir atık olarak görülmüş ve petrol üretim tesislerinden yakılarak uzaklaştırılmıştır. Ancak günümüzde oldukça değerli ve stratejik bir enerji kaynağı olarak sıklıkla evlerde ve endüstride ısı enerjisi kaynağı olarak kullanılmaktadır. Doğal gaz diğer fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında düşük karbon yoğunluğu sayesinde ve yüksek verime sahip olması nedeniyle elektrik üretiminde petrole göre önemli bir yakıt olarak kullanılmaya devam edileceği beklentisi söz konusudur. Enerji ihtiyacının karşılanmasında petrol ve kömürden sonra üçüncü sırada yer alan doğal gazın ortalama ömrünün 70-80 yıl olacağı tahmin edilmektedir.

2.2.1.3 Kömür

Kömür rezervlerinin oluşumunda, bitkisel maddeler, bitki parçaları bataklık ortamlarında birikip çökerek jeolojik işlevlerle birlikte yer altına gömülmektedir. Bu organik kütleler gömüldükten sonra gömülmenin oluşturduğu basınç ve ortamın ısı

şartlarından etkilenmekte ve bu etkilenme sonucu organik maddenin bünyesinde fiziksel ve kimyasal değişimlere uğraması sonucu kömür meydana gelmektedir. Karbon bakımından zengin olan kömürün içerisinde kükürt, azot ve toz gibi atmosferi kirletici maddeler bulunmaktadır. Kullanımı en eski olan enerji kaynağıdır. Kömür yer altı madenciliği metotları kullanılarak çıkarılmaktadır. Kömür olarak, taş kömürü ve linyit kömürü ülkemizde en çok kullanılan kaynaklardır. Dünya enerji ihtiyacının önemli bir kısmı, taş kömürü veya linyit gibi yakıtlar ile üretilmektedir. Kömürün yakılarak elektrik üretiminin yapıldığı termik santrallerde önemli derecede çevre kirliliği oluşmaktadır. Diğer fosil yakıtlı kaynaklara oranla rezervi fazla olan kömür kaynaklarının ortalama 250 yıl sonra tükeneceği tespit edilmiştir. Kömürün yeryüzüne dağılımı diğer fosil kaynaklara göre daha dengelidir.

2.2.1.4 Nükleer Enerji

Ağır radyoaktif (uranyum) atomların bir nötronun çarpması ile daha küçük atomlara bölünmesi (filyon) reaksiyonudur. Hafif radyoaktif atomların birleşerek daha ağır atomları oluşturması (füzyon) reaksiyonudur. Füzyon reaksiyonu sonucu çok büyük bir miktarda enerji açığa çıkmaktadır. Her iki reaksiyon nükleer enerji olarak tanımlanır. Hammaddesi U-235 olan primer nükleer yakıt doğada bulunur. Fakat sekonder nükleer yakıt olan U-238 reaktörlerde kontrollü bir şekilde nötron bombardımanı ile parçalanır ve ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır. Nükleer reaktörlerde nötronlar U-235 çekirdeklerine çarptığında bölünme tepkimesi oluşmakta ve ortaya büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Bu nedenle U-235 nükleer yakıt olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan, nötronlar U-238 çekirdeğine çarptığında bölünme tepkimesi kolay gerçekleşmemektedir. Ancak çok yüksek hızda nötronların çarpması durumunda U-238 bölünme tepkimesine uğrayabilmektedir. Dolayısıyla U-238 yakıt olarak kullanılmamaktadır. Nükleer yakıtlar, sera etkisi ve asit yağmurlarına neden olmazlar ancak reaktör kazaları ve nükleer atıkların depolanması büyük bir sorun teşkil etmektedir. Uranyum ve Toryum gibi nükleer yakıtlar kararsız yapıda oldukları için yüksek frekanslı radyoaktif ışınım yayarlar. Bu ışınımın başta kanser olmak üzere insan vücuduna büyük zarar verirler. Bundan dolayı radyoaktif atıkların yüzbinlerce yıl atmosferden yalıtılması veya atıkların geri dönüştürme teknolojilerinin yüksek düzeyde olması gerekir. En önemli proses olarak nükleer santraller fay hatları üzerinde kurulmamalıdır. Aksi takdirde deprem esnasında ve sonrasında sızıntı yapma

ihtimalleri çok yüksek olup insan sağlığına ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri kaçınılmaz olacaktır.

2.2.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal kaynaklardan elde edilen ve kaynağın oluşması için hiçbir dış etkiye ihtiyacı olmayan enerji olarak ifade edilebilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ortak noktaları, temiz ve sürdürülebilir bir enerji yaratmış olmalarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş, rüzgar, hidrolik, jeotermal ve biyokütle olmak üzere doğal haliyle bulunmakta ve sürekli yenilenen enerjilerdir. Fosil yakıtlar gibi sınırlı rezervleri olmadığından, insanlık olduğu sürece hizmet verebilmektedirler. Küresel ısınmaya katkıda bulunmaz ve karbon kökenli olmadıklarından dolayı çevreyi kirleten atıkları yok denecek kadar az düzeydedir. Dünyamızda enerji ihtiyacı sürekli belli bir oranda artmaktadır. Buna karşılık enerji ihtiyacını karşılamakta olan fosil yakıtlı rezervler ise çok hızlı bir şekilde tükenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasının önemi giderek artmaktadır.

1. Güneş Enerjisi: Güneş'in çekirdeğindeki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi ile açığa çıkan ışımaya enerjisidir.

2. Rüzgar Enerjisi: Rüzgar, güneşin yarattığı bir enerji türüdür. Güneşin etkisiyle atmosferin her tarafı aynı sıcaklık değerinde olamaz. Sıcaklık farkından oluşan rüzgarın kinetik enerjisinden faydalanılarak rüzgar türbini aracılığı ile elektrik elde edilir.

3. Hidroelektrik Enerjisi: Su gücünden türbinler vasıtasıyla yararlanılarak yapılan elektrik üretimidir.

4. Jeotermal Enerji: Yeryüzünün iç katmanlarında bulunan ısıdır. Yeryüzüne çıkan sular aracılığıyla enerji elde edilmektedir. Elektrik üretimi, ısınma, endüstriyel uygulamalar ve termal turizm veya tedavi amaçlı kullanılabilir.

5. Biyokütle Enerjisi: Bitki, hayvan atıkları ile organik ve bitkisel atıklardan yararlanılarak elde edilen enerjidir.

BÖLÜM III

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DÜNYADA KULLANIMI

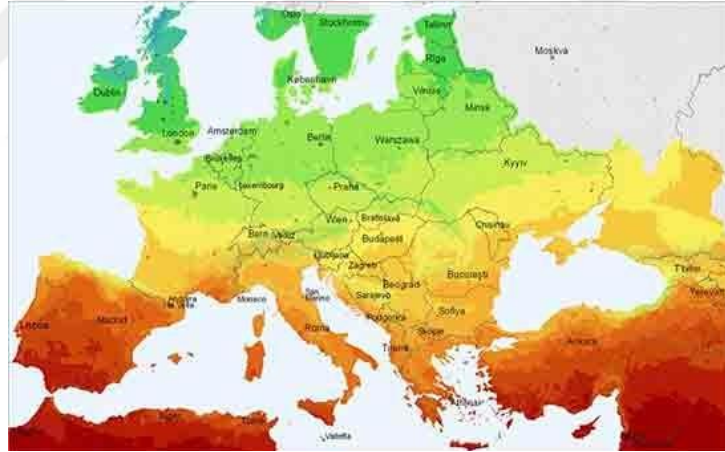
3.1 GÜNEŞ ENERJİSİ

Dünyayı etkisi altında bırakan enerji maliyetleri ve fosil kaynaklarının azalması, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır. Birçok ülke enerji politikaları ve yatırım teşvikleri konusunda plan yapmaya başlamıştır. Dünyanın fosil yakıt tüketimi halen üst seviyelerde olmasına rağmen gelişen teknoloji ve enerji güvenliğine ilişkin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin kullanımı hızlı bir şekilde artmaktadır.

Dünyadaki hemen hemen tüm ülkelerde güneş enerjisi ile az ya da çok elektrik üretimi yapıldığı söylenebilir. Dünyada şebeke bağlantılı sistemlerin ülkelere dağılımına bakıldığında, Çin Halk Cumhuriyeti 250 GW kurulu gücü ile lider konumdadır. Çin Halk Cumhuriyeti'ni sırasıyla ABD, Japonya, Almanya, Hindistan ve İtalya takip etmekte olup bu sıralama Tablo 3.1'de [164] ve Dünya güneş enerji potansiyeli Şekil 3.1'de [165] gösterilmektedir. İspanya'nın güneşlenme süresi olarak iyi bir konumda olduğu söylenebilmektedir. 2050 yılında Dünya enerji tüketiminin % 15-20 oranında güneş enerjisinden karşılanması beklenmektedir.

Tablo 3. 1 : Ülkeler Arası Güneş Enerjisi Kullanımı

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ			
S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Aralık 2020	254.355
2	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2020	75.572
3	Japonya	Aralık 2020	67.000
4	Almanya	Aralık 2020	53.783
5	Hindistan	Aralık 2020	39.211
6	İtalya	Aralık 2020	21.600
7	Avusturalya	Aralık 2020	17.627
8	Vietnam	Aralık 2020	16.504
9	Güney Kore	Aralık 2020	14.575
10	İspanya	Aralık 2020	14.089
11	Birleşik Krallık	Aralık 2020	13.563
12	Fransa	Aralık 2020	11.733
13	Hollanda	Aralık 2020	10.213
14	Brezilya	Aralık 2020	7.881
15	Türkiye	Mayıs 2021	7.170



Şekil 3. 1 : Dünya Güneş Enerjisi Haritası

3.2 RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji kapasitesi açısından en geniş kullanıma sahip kaynakların başında gelmektedir. 2015 yılında Danimarka'nın toplam enerji üretiminin neredeyse yarısı rüzgar enerjisi tarafından karşılanmıştır. Almanya'nın bazı bölgelerinde bu oran yüzde 60'a çıkmaktadır. Uruguay, Portekiz, İrlanda ve İspanya'da ise yüzde 15 civarındadır. Diğer taraftan dünyanın en büyük rüzgar enerjisi üreticilerinden biri olan ve bu enerjiyi dış piyasalara satan ABD'de ülke içerisinde rüzgar enerjisinden üretilen elektriğin oranı yüzde 4,5'ta kalırken, Çin'de ise bu oran

yüzde 3,2 civarındadır. Ülkeler yıllar itibarıyla elektrik üretiminde rüzgar enerjisi kullanım oranlarını giderek artırmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre 2050 yılına gelindiğinde dünya üzerinde kullanılan elektriğin yüzde 18’lik kısmının rüzgar enerjisi tarafından sağlanacağı tahmin edilmektedir. Bu bağlamda OECD üyesi olmayan ülkeler rüzgar türbini imalatında lider olan Çin’in önderliğinde rüzgar enerjisi için uygun altyapı ve üstyapı çalışmaları yapmaktadır. Rüzgar enerjisi kapasitesi bakımından Çin ilk sırada yer alırken onu sırasıyla ABD, Almanya, Hindistan, İspanya ve Birleşik Krallık takip etmekte olup ülkeler arası rüzgar enerjisi kullanımını Tablo 3.2’de gösterilmektedir[166].

Tablo 3. 2 : Ülkeler Arası Rüzgar Enerjisi Kullanımı

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA RÜZGAR ENERJİ SANTRALİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ			
S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Aralık 2020	281.993
2	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2020	117.744
3	Almanya	Aralık 2020	62.184
4	Hindistan	Aralık 2020	38.559
5	İspanya	Aralık 2020	27.089
6	Birleşik Krallık	Aralık 2020	24.665
7	Fransa	Aralık 2020	17.382
8	Brezilya	Aralık 2020	17.198
9	Kanada	Aralık 2020	13.577
10	İtalya	Aralık 2020	10.839
11	İsveç	Aralık 2020	9.688
12	Türkiye	Mayıs 2021	9.559

3.3 HİDROELEKTRİK ENERJİSİ

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi hidrolik enerjisinde de ülkenin dünya üzerinde bulunduğu coğrafi konumu oldukça önemlidir. Özellikle engebeli araziler ve sulak bölgelerdeki ülkeler bu enerji çeşidinin potansiyeli açısından avantaja sahiptir. Bu özellikleri bünyesinde bulunduran Brezilya, Türkiye, Hindistan, Vietnam ve Malezya gibi ülkeler, hidrolik enerji bakımından önemli kapasite artışları gerçekleştirmektedir. IEA Hidrojen Programı Yürütme Komitesi başta olmak üzere çeşitli kuruluşlar ile ABD, Japonya ve Almanya gibi ülkeler hidrolik enerjinin kullanım ve maliyet sorunlarının çözülmesine yönelik araştırma ve çalışmalar yapmaktadır. Özellikle Amerika ve Güney Doğu Asya gibi bölgelerde meydana gelen

kuraklık problemi hidrolik enerji üretimini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu doğrultuda hem çevre hem de sürdürülebilir enerji temini açısından hidrolik enerji oldukça hassas bir yere sahiptir. Dünyada hidroelektrik kurulu güç bakımından lider konumunda Çin yer almaktadır. Çin Halk Cumhuriyeti'ni ABD, Brezilya ve Kanada takip etmekte olup ülkeler arası hidroelektrik enerjisi kullanımı Tablo 3.3'de gösterilmektedir[167].

Tablo 3.3 : Ülkeler Arası Hidroelektrik Enerjisi Kullanımı

Ülke Adı	Kurulu kapasite (MW)
Çin	331 bin
ABD	102 bin
Brezilya	98 bin
Kanada	79 bin
Hindistan	52 bin
Japonya	50 bin
Rusya	48 bin
Norveç	32 bin
Türkiye	26 bin
Fransa	25 bin
İtalya	22 bin
İspanya	20 bin

3.4 JEOTERMAL ENERJİSİ

Jeotermal enerji, fosil kategorisinde bir enerji kaynağı olmasa da fosil yakıtlar gibi dünya üzerinde homojen bir şekilde dağılmamıştır. Amerika kıtası, Orta Amerika ülkeleri, Anadolu'da Ege Bölgesi ve Avrupa'da İtalya jeotermal enerji santrallerinin en fazla bulunduğu coğrafyalardır. Ülkelere göre jeotermal enerji santrali kurulu güçlerine bakıldığında ABD açık ara farkla liderliğini korurken ABD'yi, Endonezya, Filipinler ve son dönemlerde birçok yeni JES'in devreye girdiği Türkiye takip etmektedir. Ülkeler arası jeotermal enerji kullanımı Tablo 3.4'de gösterilmektedir[168].

Tablo 3.4 : Ülkeler Arası Jeotermal Enerji Kullanımı

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA JEOTERMAL ENERJİ SANTRALİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ			
S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2020	3.714
2	Endonezya	Aralık 2020	2.133
3	Filipinler	Aralık 2020	1.918
4	Türkiye	Mart 2021	1.624
5	Yeni Zelanda	Aralık 2020	1.005
6	Meksika	Aralık 2020	963
7	İtalya	Aralık 2020	944

3.5 BİYOGAZ ENERJİSİ

Son yıllardaki yenilenebilir enerji kaynaklarından özellikle biyokütle enerjisi yatırımlarının ve kullanım oranlarının yükselmesi, enerji verimlilik uygulamaları içerisinde ve enerji kaynağının değiştirilmek istenmesi kapsamındadır. Bu amaçla dünyada çeşitli atılımlar söz konusudur. Önümüzdeki yıllarda geleneksel biyokütlenin modern tesislerde biyoenerjiye dönüşümü ile elde edilecek biyoyakıt ürünlerinin yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olacağı öngörülmektedir. Son dönemde biyoenerji üretimi bazı ülkelerdeki enerji talebini karşılama ve çevreci amaçlar doğrultusunda artmaya devam etmektedir. Biyokütle enerjisi ülkeler bazında analiz edildiğinde en fazla kurulu güce sahip beş ülkenin ABD, Çin, Almanya, Brezilya ve Avusturya olduğu gözlemlenmiştir. Yenilenebilir enerji sektöründe sabit alım garantisi, vergi muafiyeti ve sübvansiyonlar ile yatırımı destekleyen Çin'in ilerleyen süreçte biyokütle bazlı elektrik üretim tesisleriyle lider ülke olması öngörülmektedir.

3.6 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİŞ NEDENLERİ

Sanayi ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte artan enerji ihtiyacı ve enerji maliyetleri, yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelişi beraberinde getirmiştir. Özellikle son yıllarda yapılan araştırmalar bu sektörün gelişiminde olumlu rol oynayacaktır. Fosil yakıtlı kaynakların tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olması da arz güvenliği sorununu gündeme getirmiştir. Ayrıca fosil yakıtlardan kaynaklanan

çevresel sorunların artması, çözüm olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişi adeta zorunlu kılmaktadır.

3.6.1 Enerjideki İhtiyacın Sürekliliği ve Güvenliği

1973 yılında yaşanan petrol krizi ile birlikte enerji arzı konusunda güvensizlik ortamı oluşmuştur. Ülkeler bu riski uzun dönemde teminat altına almanın en etkin yöntemlerden biri olan enerjide çeşitliliğin fazla olması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Varolan petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil yakıtlar nüfus artışı ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte hızlı bir şekilde tükenmektedir. Bu nedenle enerjinin güvenliğini alternatif enerji kaynakları ile sağlamak mümkün olacaktır. Enerjide dış kaynaklara bağımlılığın önüne geçilmesi için sürekli kullanılabilen yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih etmek gerekmektedir. Aksi takdirde ithal edilen enerjide azalma, kesilme gibi aksaklıkların gerçekleşmesinde ülkeler tehdit altında olacaktır.

3.6.2 Küresel Isınma ve Çevresel Faktörler

Fosil kaynakların yanması sonucu karbondioksit, metan ve azot oksit gibi zararlı gazlar açığa çıkmaktadır. Bu zararlı gazların atmosfere salınan miktarı, enerji tüketiminin artmasına paralel olarak hızla artmakta ve atmosferin dengesini bozarak hava kirliliği, asit yağmurları ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlara neden olmaktadır. Sanayileşme, kentleşme, teknolojinin hızla gelişmesi ve ulaşım sektöründe kullanılan motorlu taşıtların çoğalması gibi nedenler sera gazlarının aşırı artmasına neden olmaktadır. Atmosferde olması gerekenden fazla sera gazı bulunması yeryüzüne gönderilen kızıl ötesi radyasyonun miktarının artmasına ve bunun sonucu olarak da yeryüzünün aşırı ısınmasına neden olmaktadır. Bu olaya sera etkisiyle küresel ısınma denmektedir. Küresel ısınma dünyanın dikkatini çeken ciddi bir çevre sorunudur. Küresel ısınmada en büyük pay sera etkisindedir. Çevreye zararı yok denecek kadar az olan yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilmeli, karbondioksit salınımını azaltıcı çevresel tedbirler alınmalıdır.

3.6.3 Sera Gazı Etkisi ve Asit Yağmurları

Sera etkisi, güneşten gelen ışınların bir kısmı atmosferden yansıtılarak uzaya geri dönerken bir kısmı emilir ve yeryüzünün ısınması gerçekleşir. Isınan yeryüzünden tekrar yansıyan uzun dalgalı ısı radyasyonunun bir kısmı, atmosferin yeryüzüne yakın

tabakasında birikmiş olan sera gazları denilen karbondioksit, metan, su buharı, azot oksit gibi gazlar tarafından tutulup geri yansıtılır. Yansıyan bu radyasyon da yeryüzünün ve havanın ısınmasını ve dünyanın yaşamaya elverişli sıcaklığa ulaşmasını sağlar. Sera gazlarının bu şekildeki etkisine, atmosferin sera etkisi denmektedir.

Özellikle sanayileşmenin yoğun olduğu ve fosil yakıtların enerji tüketimi olarak kullanıldığı bölgelerde kömür ve petrol gibi yakıtların yakılması sonucu atmosferde kükürt ve azot içeren gazlar birikmektedir. Bu gazlar havadaki su buharıyla birleşince bir kimyasal tepkime meydana gelmekte ve tepkime sonucunda sülfürik asit ve nitrik asit damlları oluşmaktadır. Yeryüzündeki sular Güneş'in etkisiyle ısınınca, bunların bir kısmı buharlaşarak yükselir ve atmosfere karışır. Böylece yükselen nemli havadaki su buharı yoğunlaşarak yeniden sıvı durumuna geçer. Bunlar da bulutları oluşturur. Atmosferdeki asit, yalnızca yağmurlarla değil, kar, sis, havadaki gazlar ve tanecikler yoluyla da yeryüzüne iner. Sonuçta oluşan, çok miktarda kükürt ve azot içeren bu tip yağmurlara asit yağmurları denir. Asit yağmurlarından en çok etkilenen ormanlar ve tarım alanlarıdır. Asit yağmuru toprağın kimyasal yapısını ve biyolojik koşullarını etkilemektedir. Toprağın yapısında bulunan kalsiyum, magnezyum gibi elementleri yıkayarak taban suyuna taşımakta, toprağın zayıflamasına ve zirai verimin düşmesine neden olmaktadır.

3.6.4 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

İklim değişikliklerinin yaşama olumsuz etkilerinin gözle görülür derecede artması ülkeleri çevre duyarlılığı konusunda ortak hareket etmeye zorlamaktadır. 1992 yılında gerçekleşen Rio Dünya Zirvesi olarak bilinen toplantıda bir araya gelen OECD'ye üye ve Avrupa Birliği üyesi ülkeler 'Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni hazırlamışlardır. Sözleşmenin temel amacı, atmosferde tehlikeli bir boyuta varan insan kaynaklı sera gazlarının iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak belli bir düzeyde tutulmasını sağlamaktır. Bu amaca ulaşılması için gelişmiş ülkeler, sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesine çekmek ve geliştirmekte olan ülkelere mali destek sağlamak ile yükümlüdürler.

3.6.5 Kyoto Protokolü

Gelişmiş ülkelerin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) yükümlülüklerinin daha bağlayıcı olmasını ve yaptırım uygulanabilmesini sağlamak amacıyla 1997 yılında Kyoto Protokolü hazırlanmış ve imzaya sunulmuştur. Rusya Federasyonunun da 55.ülke olarak protokole dahil olması ile birlikte 16 Şubat 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye 2009 yılında protokole taraf olmuştur[63]. Kyoto Protokolü, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynakları için bazı teşvik imkanları yaratacaktır. Kyoto Protokolünün nihai hedefi insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyon indiriminin en az maliyetle gerçekleştirilmesidir.



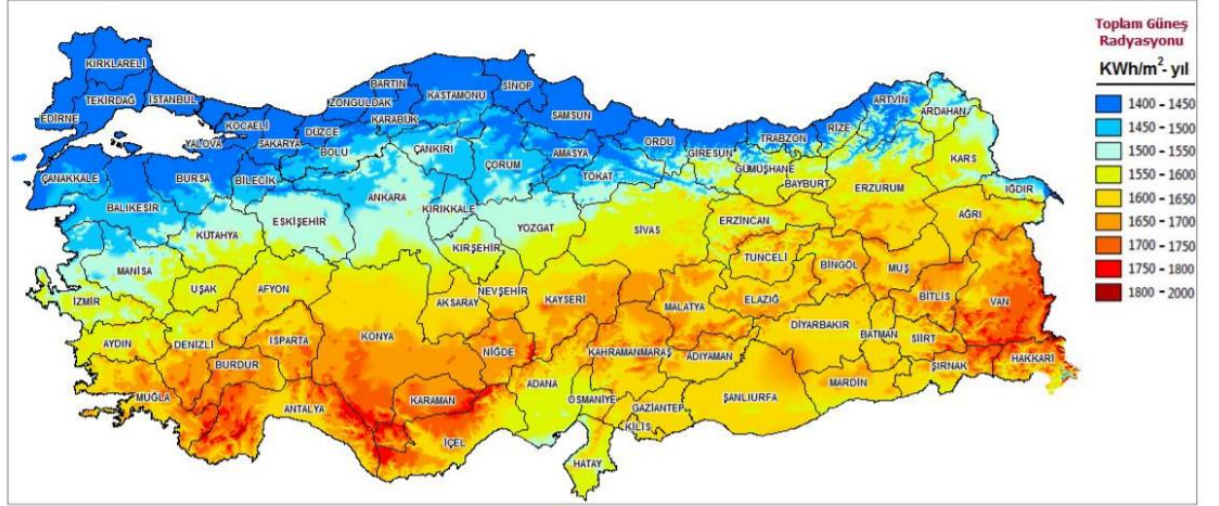
BÖLÜM IV

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

4.1 GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI

Güneş enerjisi teknolojisinin şebeke ile entegre çalışması, enerji arzının karşılanması ve gelecekteki uygulanabilir enerji politikalarının oluşturulabilmesi için önemi çok büyüktür. Güneş enerjisi sayesinde elde edilecek enerji ile Dünya enerji talebini çok rahatlıkla karşılayacak seviyededir. Ancak yatırımların maliyeti olması önemli bir engel teşkil etmektedir. Yapılan teknolojik çalışmalar ile maliyetin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Güneş enerjisinden yararlanmak için güneşlenme süresinin uzun olması önemli bir faktördür. Bazı ülkeler coğrafi konum nedeniyle yeterli güneş ışınları almadığı halde geliştirdikleri teknolojisi sayesinde önemli seviyede güneş enerjisinden faydalanmaktadır. Almanya güneşlenme süresi bakımından dezavantaja sahip olmasına rağmen güneş enerjisinde lider ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye, Avrupa ülkelerine göre güneşlenme süresi fazla olduğu için potansiyeli bakımından oldukça zengin bir ülke konumundadır.

Türkiye yıllık toplam güneşlenme süresi yaklaşık 2737 saate denk gelmektedir. Güneşlenme süresinin en fazla olduğu ay Temmuz, en düşük olduğu ay Aralık ve Ocak aylarıdır. Ülkemizin en fazla güneş ışınımı alan bölgesi sırasıyla Güney Doğu Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgesidir. Güneş enerji potansiyeli en düşük bölgemiz Karadeniz’dir. Şekil 4.1’de güneş enerjisi potansiyel haritası gösterilmekte, Karaman ve Van illeri ön plana çıkmaktadır[24].



Şekil 4. 1 : Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası

4.1.1 Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları:

- Temiz ve zararsız bir enerjidir.
- Doğal malzemeler kullanılır.
- Dışa bağımlı enerji değildir.
- Sera gazı salınımı olmadığı için hava kirliliğini önler.
- Sessiz çalışması sebebiyle gürültü kirliliği yaratmaz.
- Uzun ömürlü ve sınırsız bir enerji kaynağıdır.
- Kurulum aşamasından sonra maliyeti çok azdır.
- Sağlık açısından toplumsal risk teşkil etmemektedir.
- Enerji üretebilmesi için herhangi bir yakıtı ihtiyacı yoktur.
- İstihdam olanakları sağlar.
- Elektrik şebekesinin olmadığı yerlerde yararlanma konforu sağlamaktadır.
- Ülkelerin bağımsızlığına katkı sağlar.

Dezavantajları:

- İlk maliyetleri çok yüksektir.
- Kaynağı güneş olduğu için istenilen zamanda bulunmayabilir. Bu nedenlerle verimleri düşüktür.
- Bulutlu günlerde ve gece enerji üretimi söz konusu değildir.

- Kullanım ömürleri bittikleri zaman panelin içerisinde bulunan arsenit, kadmiyum gibi kimyasal malzemeler doğaya bırakılmamalı, geri dönüşüm yapılmalıdır.

- Enerji depolamasına ihtiyaç duyulan bu sistemde akü fiyatları yüksektir.

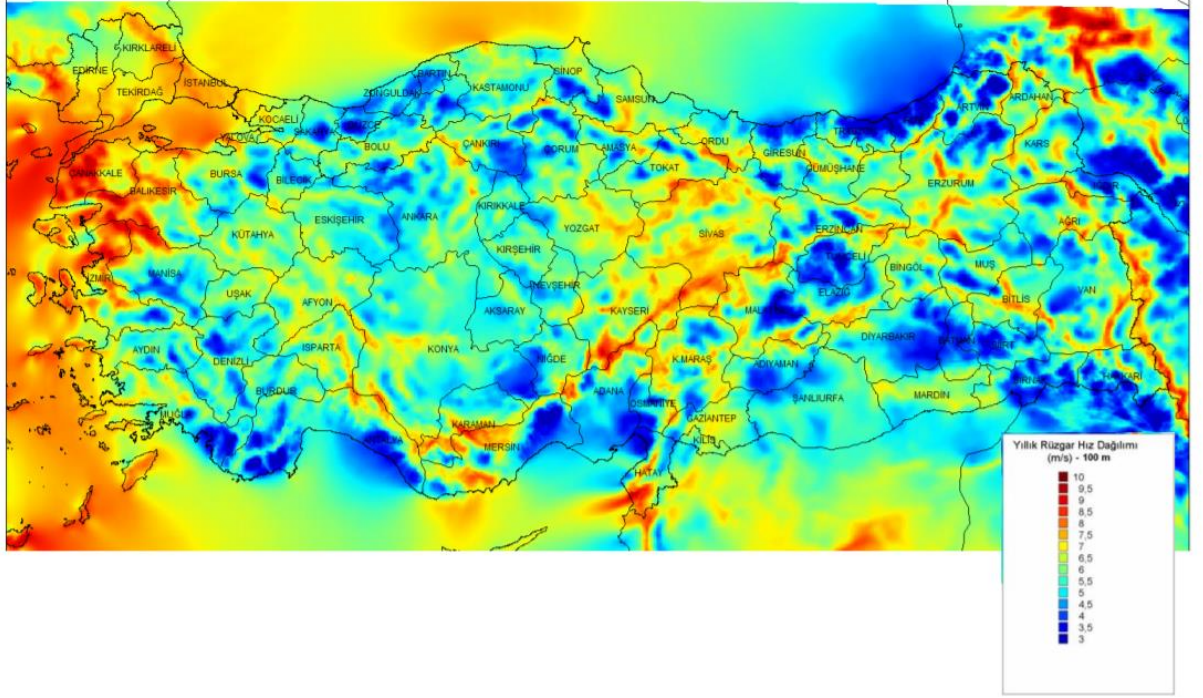
- Geniş bir alan kapladığı için tarıma elverişli yerlerde kurulum yapılmamalıdır.

4.1.2 Ekonomik Analizi

Santralin yatırım maliyeti, mekanik ekipman, teknolojik kurulum, sahanın hazırlanması, inşaat işleri, trafo ve enerji nakil hattı bağlantısı, mühendislik hizmetleri ve diğer çalışanlar gibi yenilenebilir enerji kaynakları için genel maliyet unsurlarıdır. Güneş enerji santrali yatırımı arazi üzerine veya çatı uygulaması şeklinde yapılmaktadır. Arazide yapılacak kurulum, çatı uygulamasına göre büyük bir uygulama olmaktadır. Kullanılacak panel ve inverter Çin ve Almanya'dan ithal edildiği için ilk kurulum aşaması maliyetlidir. Güneş enerji santralinin ortalama yatırım maliyeti 4000-8000 \$/kWh, işletim ve bakım gideri 1.6 cent/kWh, üretim maliyeti ise 18 cent/KWh olarak belirlenmiştir. Güneş paneli, inverter ve kablo büyük çoğunlukla giderleri oluşturan etkenlerdir. Güneş enerji sahasının ömrü yaklaşık 30 yıldır. Güneş enerjisine yatırım yapıldıktan sonra 6-8 yıl içerisinde yapılan maliyet amorti edilecek, ilerleyen dönemde kara geçilecektir. Lisanslı güneş enerji tesisinin de ilgili bakanlık tarafından belirlenen ihale bedelleri uygulanmaktadır. Lisanssız olarak üretilen 1 MW enerjinin yatırımcıya maliyeti ortalama 5 milyon dolar civarındadır.

4.2 RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI

Türkiye'de rüzgar enerji sahası kurulurken dikkat edilmesi gereken hususlardan biri yer seviyesinden 50 metre yüksekte rüzgar hızı olarak minimum 7-8 m/s olması şartı aranmasıdır. Şekil 4.2'de ülkemizin rüzgar enerji potansiyeli gösterilmektedir. Potansiyel bakımından en yüksek bölgeler Ege, Marmara, Batı Karadeniz ve Doğu Akdeniz olarak adlandırılabilir. Üç tarafı denizlerle çevrili adeta yarım ada olan ülkemiz için kara ve denizlerde kurulacak rüzgar türbinleri hayati derecede önem arz etmektedir[25].



Şekil 4. 2 : Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Haritası

4.2.1 Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları:

- Temiz ve çevre dostu bir enerji kaynağıdır.
- Yakıt masrafı ve tükenme olasılığı yoktur.
- Dışa bağımlı bir kaynak değildir.
- Bakım ve onarımı kolay olup projeleri son derecede basittir.
- Tarımsal arazileri olumsuz yönde etkilemez.
- Kurulduğu bölgede ek istihdam sağlamaktadır.
- Sera gazı etkisi yoktur.

Dezavantajları:

- Türbinler yüksek gürültü kirliliğine neden olur.
- Göç eden kuşların yolları üzerine inşa edilirse ölümlerine sebep olabilir.
- Enerji üretimi sürekli olmaz.
- Türbinlere yakın yerlerde radyo ve TV alıcılarında değişiklik olur.
- İlk kurulum aşaması ve nakil hattının oluşturulması yüksek maliyetlidir.

4.2.2 Ekonomik Analizi

Rüzgar enerjisi üretim tesisinde kurulum aşamasında sahayı hazırlama, türbin temelleri ve kablo kanalları gibi inşaat işleri ve arazi kira genel tabloda maliyet

oluşturmaktadır. Rüzgar enerji santrali kurulacak bölge 12 ay ölçüm ve izleme metoduyla değerler belirlenir. Oluşan bu rüzgar ölçümü sayesinde hız ve yön etkenlerle sahanın verimli olan bölgelere türbin yerleştirme işlemi başlamış olacaktır. Saha kurulmadan bir maliyet olan araştırma-geliştirme ölçümleri meteorolojinin verileri ile karşılaştırılmalıdır. Tesisin faaliyetlerini sürdürebilmesi yapılacak anlaşmaya bağlı olarak yabancı para üzerinden borçlanma nedeniyle kur farkı ve faiz giderleri çok önemli bir ekonomik boyut taşımaktadır. Özellikle rüzgar sahasında yer alan ekipmanların ithal olması sebebiyle maliyet yüksek olabilmektedir. Rüzgar enerji santrali yatırım maliyeti güneş enerjisine göre daha uygun olup 1200-2500 \$/kWh arasında değişkenlik gösterdiği söylenebilmektedir. İşletme maliyeti 1.2 cent/kWh, üretim maliyeti 5-15 cent/kWh olarak değerlendirilebilir. Rüzgar sahasının ömrü genel olarak 30 yıl, geri dönüşüm süresi ise 5-7 yıl gibi kısa bir zamandır. 1 MW'lık bir rüzgar türbini maliyeti ortalama 2 milyon dolar civarındadır.

4.3 HİDROELEKTRİK ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI

Türkiye'de teorik hidroelektrik enerji potansiyeli 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel enerji 216 milyar kWh hesaplanmıştır. Halihazırda üretim yapan tesisler bulunurken 100 MW üstü gücünde yapım aşamasında 25 adet santral kurmak amaçlanmaktadır. 2020 itibarıyla işletmede bulunan 31.365 MW'lık kurulu güce sahip 685 adet HES vardır. Enerji üretiminin tüketime oranı en yüksek olan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Son yıllarda yaşanan kuraklıklar nedeniyle hidroelektrik enerji santralleri beklenen katkının sağlanamamasına neden olmaktadır. Türkiye su gücünden en fazla yararlandığı bölge Güney Doğu Anadolu ,Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz olduğu söylenebilmekte olup Türkiye hidroelektrik enerji potansiyeli haritası Şekil 4.3'de gösterilmektedir. Atatürk 2405, Karakaya 1800, Keban 1330 ve Ilısu barajları 1209 MW kurulu güce sahip olup yüksek miktarda enerji üretebilen hidroelektrik enerji santralleridir[46].



Şekil 4. 3 : Türkiye Hidroelektrik Enerji Potansiyeli Haritası

4.3.1 Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları:

- Dünya genelinde yaygın olarak kullanılan enerji kaynağıdır.
- Yakıt gideri olmayıp çevre dostudur.
- İşletme giderleri düşük ve uzun ömürlüdür.
- Yüksek verimle çalışmaktadır.
- Dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynaktır.
- Sağlık için olumsuz yönleri yoktur.
- Bölge insanına istihdam sağlar.

Dezavantajları:

- İlk kurulum aşaması maliyetlidir.
- Kuraklık durumunda, su kaynağının azalması elektrik üretimini azaltabilir.
- Tarıma elverişli araziler baraj gölü altında kalabilir.
- Barajlarda taşkın olması durumunda çevresinde sel oluşumu söz konusudur.
- İnşa yapılacak alanda toprak bütünlüğüne zarar vereceği için erozyona neden olabilmektedir.
- Kurulum aşaması uzun zaman alır.
- Su geçiş yönü değişeceğinden deniz canlılarını olumsuz etkilemektedir.
- İnşa aşamasında orman tahribatları gerçekleşmekte ve ekolojik dengeyi bozmaktadır.

- Doğal, tarihi ve kültürel varlıklara negatif etkisi bulunurken zorunlu göçe sebebiyet verir.

- Özellikle havaların sıcak olduğu zamanlarda suyun buharlaşmasıyla barajın çevresinde bulunan tarım arazilerinde tuzlanma, çoraklaşma gibi olumsuzluklar meydana gelebilir.

4.3.2 Ekonomik Analizi

Hidroelektrik tesisin yatırım maliyetleri bölge özelliklerine göre değişim göstermektedir. Hidroelektrik enerji santrali yatırım maliyeti 1900-2600 \$/Kwh, işletim ve bakım 0.2 cent/Kwh, üretim maliyeti ise 3-12 cent/Kwh olarak hesaplanmıştır. Sahanın ömrü 50 yıl olarak belirlenmiş, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha uzun süre enerji üretebilmektedir. Yatırım yapılan sahanın geri dönüşüm süresi 4-7 yıl arasında değişiklik göstermektedir. En fazla karbondioksit gazı azaltım miktarı ve istihdam sağlayan yenilenebilir enerji kaynağıdır. 1 MW kurulu güce sahip hidroelektrik tesisin ortalama maliyeti 2 milyon dolar civarındadır[140].

4.4 JEOTERMAL ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI

Türkiye, Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer aldığından ve tektonik hareketliliğinin fazla olması sebebiyle jeotermal enerji potansiyeli yüksek ülkelerden biridir. Toprağın altındaki buhar veya sıcak su basınçla yeryüzüne çıkarılmakta ve elektrik enerjisi elde edilmektedir. Ülkemizde jeotermal potansiyelin % 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 almakta olup Türkiye jeotermal enerji potansiyeli haritası Şekil 4.4'de gösterilmektedir. Türkiye'de jeotermal kaynakların tamamına yakını düşük ve orta sıcaklıklı olup ısıtma, termal turizm gibi çeşitli uygulamalar söz konusudur[60].



Şekil 4. 4 : Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli Haritası

4.4.1 Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları:

- Çevreye etkileri yok denecek kadar azdır.
- İlk kurulum aşamasında maliyeti diğer kaynaklara göre daha uydundur.
- Uzun ömürlü ve tükenmez bir enerji kaynağıdır.
- Sağlık sektöründe tedavi amaçlı kullanılabilir.
- Konut, sera ve termal turizm gibi yerlere ısıtma amaçlı kullanılır.

Dezavantajları:

- Kurulumu için geniş alana ihtiyaçları vardır.
- Sondaj süresi boyunca gürültü kirliliğine neden olur.
- Jeotermal sıvı ile su ve toprağın kirlenme riski mevcuttur.
- Ayrıca jeotermal sıvının içerisinde civa, arsenik, kurşun, amonyak, karbondioksit ve hidrojen sülfür çevreyi olumsuz yönde etkilemekte, arazinin çökmesine neden olabilmektedir.

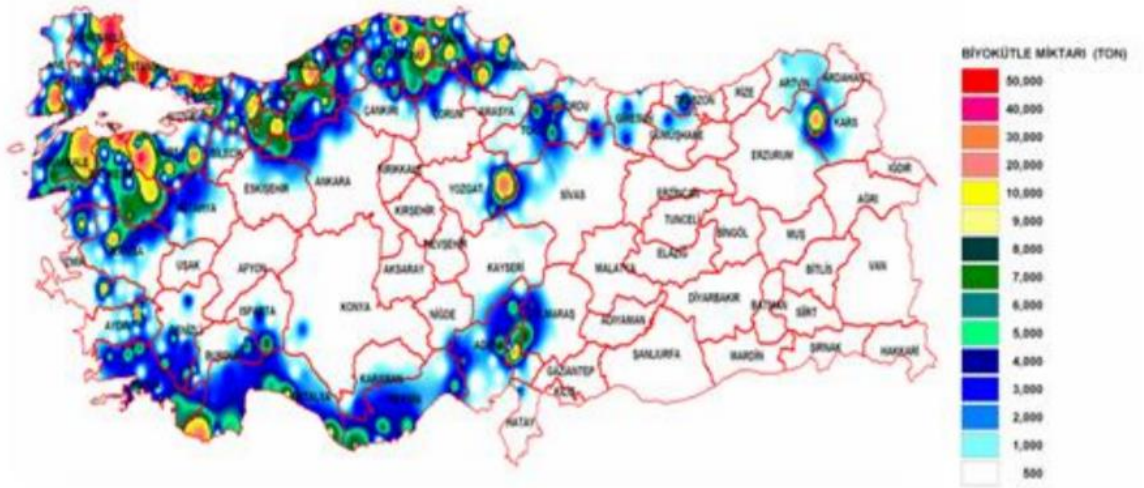
4.4.2 Ekonomik Analizi

Jeotermal tesisin büyüklüğü, sondaj işlemi sırasında kullanılacak teknoloji ve sistem binası ilk yatırım maliyetleri arasındadır. Jeotermal enerji santrali için yatırım maliyeti 1700-4000 \$/kWh, işletim ve bakım maliyeti 1.8 cent/kWh, üretim maliyeti

ise 4-7 cent/kWh olarak hesaplanmıştır. Santralin enerji üretebilecek ömrü 30 yıl, geri dönüşüm süresi 6-8 yıldır. 1 MW'lık jeotermal enerji tesisi yaklaşık 2 milyon dolara mal olmaktadır.

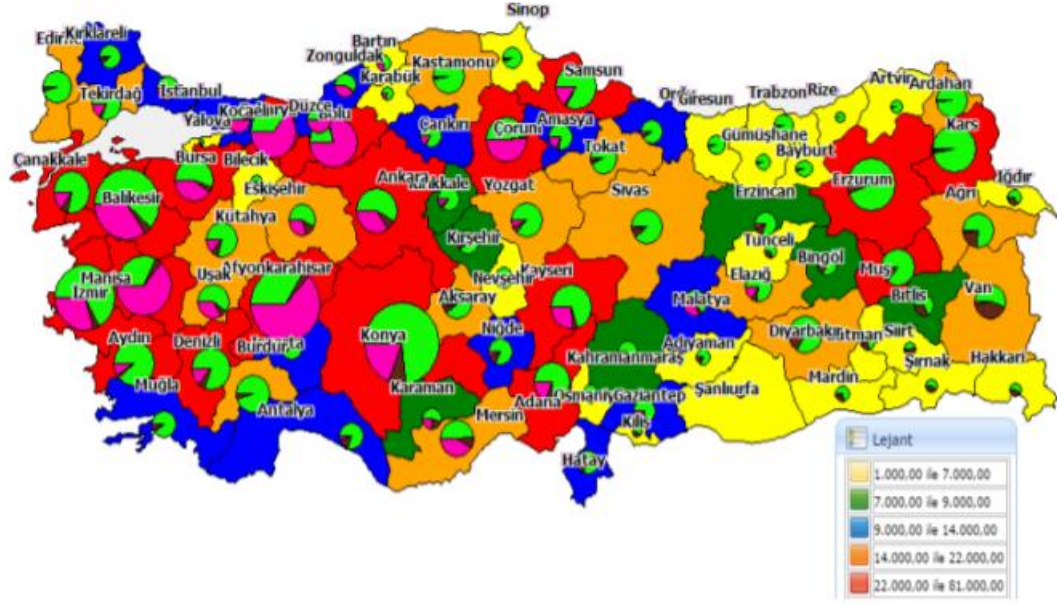
4.5 BİYOGAZ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI

Türkiye'de toplam 6.6 milyon dekar ekim alanından 2.8 milyon ton tağlı tohumlu bitki üretimi gerçekleştirilmektedir. Kanola, aspir, soya fasulyesi, ayçiçeği gibi yağlı tohum bitkilerinden ve atık yağlardan üretilen biyodizel, dizel yakıtlara alternatif bir biyoyakıttır. Ülkemizde sadece hayvansal atıklardan yaklaşık 3 milyar m³ biyogaz üretilmektedir. Ülkemizin her bölgesinde potansiyeli olan biyokütle hızlı bir şekilde işletme sahaları artmaktadır. Şekil 4.5'de orman kaynaklı atıkların ve Şekil 4.6'da hayvan atıklarının genel olarak biyokütle potansiyeli gösterilmiştir[47].



Şekil 4. 5 : Türkiye Orman Kaynaklı Biyokütle Potansiyeli

Olağanüstü biyokütle enerji potansiyeli bulunmasına rağmen ülkemizde diğer enerji kaynaklarına öncelik verildiği için henüz modern bir tesis üretim aşamasına geçilememiştir. Atıklardan enerji üretilmesiyle birlikte kontrolsüz olarak artan çevre kirliliğini azaltıcı niteliğine sahiptir. Enerji politikaları bakımından daha fazla çalışma gerçekleştirilmeli, gerekli destekler ile birlikte hem çevre kirliliğinden kurtulmuş olacak hem de ülke ekonomisine katkı için enerji üretilecektir.



Şekil 4. 6 : Türkiye hayvansal atıkların biyokütle enerji potansiyeli görünümü

4.5.1 Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları:

- Atıkların değerlendirilmesine imkan sağladığı için çevre dostudur.
- Çok yönlü bir enerji kaynağıdır.
- Sera gazı etkisi yok denecek kadar azdır.
- Asit yağmurlarına neden olmaz.
- Sürekli enerji üretimi yapılabilir.
- Üretilen enerji diğer kaynaklara göre daha kolay depolanabilir.
- Atıkların belli bir yerde toplanması için ek istihdam sağlanmaktadır.
- İçerisinde yüksek miktarda metan gazı içerir.
- İşlem sonunda koku hissedilemeyecek duruma gelmektedir.

Dezavantajları:

- Atıkların işlem görmeden önce depolama alanında tutulduğu için görsel olarak kötü durmaktadır.
- Dağınık olması sebebiyle taşınma ve depolanma maliyetleri vardır.
- Yangın ve patlama riski mevcuttur.
- Buğday, arpa, mısır, patates ve şeker pancarı gibi insanların beslenme ihtiyaçları olduğu bilinirken çiftçiler arazilere biyodizel ham maddesi ekmekte ve gıda fiyatlarının yükselmesine neden olabilmektedir.

4.5.2 Ekonomik Analizi

Hidroelektrik enerji santrallerinden sonra Dünya genelinde kullanılan ikinci kaynak biyokütle enerjisidir. Saha kurulum aşamasında kullanılan teknolojik ekipmanlar maliyeti belirlemektedir. En önemli giderlerden atıkların tesise taşıma süreci gösterilebilir. Biyogaz enerji santralinde genel olarak gaz motorları, karıştırıcı, membran, jeneratör ve sistem binası büyük maliyetler içermektedir. 1 MW kurulu gücü 500 bin dolara mal olmakla birlikte ülkenin her tarafında kurulma avantajıyla öne çıkmaktadır.

4.6 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE EKONOMİSİNE YANSIMALARI

Türkiye'nin enerji ihtiyacı sürekli artmakta olup ithal edilen enerjiye bağlı olarak ekonomik anlamda büyük problemler yaşanmaktadır. Ülkeden sürekli olarak döviz çıkması Türk Lirasının değerini düşürmektedir. Bu sebeple yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından çok yüksek olan ülkemiz için ithal enerji yerine öz kaynaklarına yatırım yaptığı takdirde ekonomi rahatlayacak ve daha refah bir yaşam olacaktır.

4.6.1 Sürdürülebilir Kalkınma ve Cari Açık

Ülkemiz makroekonomik sorunların başında dış ticaret açığı gelmektedir. Türkiye 2020 yılında yaklaşık 50 milyar dolar cari açık vermiştir. Cari açığın en önemli nedeni enerji ihtiyacının ithal edilmesinden kaynaklanmaktadır. 2021 yılının ilk 5 ayında ithal ettiğimiz enerjiden yaklaşık olarak 12 milyar dolar dış ticaret açığı vermekteyiz[165].

Türkiye ekonomisi büyüme rakamları her yıl Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından açıklanmaktadır. Yüksek büyüme miktarları olumlu karşılarken artan enerji ihtiyacı ve petrol, doğal gaz gibi dışa bağımlı olduğumuz kaynaklarda artış göstermektedir.

Türkiye 2023 hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü %30 olarak hedeflemiştir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen teşvik mekanizmaları sayesinde bu hedefin üzerine çıktığı görülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma görülebilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırım sürekli artmak zorundadır. Tablo 4.1'de 2020 ve 2021 yıllarında devreye alınmış yenilenebilir

enerji kaynakları grafiği verilmiştir. Güneş ve rüzgar enerjisinde yüksek olan potansiyelimize bakılınca daha çok artacağı öngörülmektedir [169].

Tablo 4. 1 : Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2020-2021 değişimi

Tesis Türü	2020 Santral Adedi	2021 Santral Adedi	Fark	Değişim (%)
Biyokütle	125	182	57	45,6 %
Güneş	17	30	13	76,5 %
Hidroelektrik	461	447	-14	-3,0 %
Jeotermal	49	52	3	6,1 %
Rüzgar	165	197	32	19,4 %
Total	817	908	91	11,1 %

Tesis Türü	2020 Kurulu Gücü (Mwe)	2021 Kurulu Gücü (Mwe)	Fark	Değişim (%)
Biyokütle	654	840	186	28,4 %
Güneş	163	289	126	77,3 %
Hidroelektrik	12372	12221	-152	-1,2 %
Jeotermal	1404	1462	58	4,1 %
Rüzgar	6456	6684	229	3,5 %
Total	21050	21495	446	2,1 %

4.6.2 İstihdam

Yetersiz istihdam problemi küresel ekonomi açısından büyük bir sorun olmakla birlikte genç istihdamı açısından bakıldığında çok daha büyük problem olduğu görülmektedir. Türkiye’de enerji güvenliği ne kadar önemliyse işsizlik oranıda çok önem arz etmektedir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji sektörü istihdam politikası olarak hedeflenirse ülke ekonomisine katkıda bulunurken işsiz insanlar için yeni bir imkan doğacaktır. Bunun sonucunda sosyal ve ekonomik anlamda refahlık seviyesi olumlu yönde artacaktır.

Türkiye’de hidroelektrik enerji santralleri hariç diğer yenilenebilir enerji kaynakları tam olgunlaşmamıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bölgeler arası yapılan, özellikle güneş ve rüzgar enerjisinde ek istihdam oranı sağlamak için yarışmalar düzenlemektedir. İşsiz mühendis ve diğer çalışanları düşünecek olursak hızlı bir şekilde bu sektöre yönelinmesi ve daha fazla yatırım yapılması için gerekli desteğin verilmesi istihdam için kaçınılmaz olacaktır.

BÖLÜM V

ENERJİ POLİTİKALARI VE TEŞVİKLER

5.1 DÜNYA'DA ENERJİ POLİTİKALARI

Enerji politikaları belirlenirken dikkate alınması gereken öncelikli hususlardan biri de, ülkenin enerji kaynakları potansiyelinin, sağlıklı ve bilimsel olarak belirlenmesidir. Ülkelerin toplumsal gelişimlerinin sürdürülebilir olmasının başında enerji kullanımı gelmektedir. Ülkenin ve enerji sektöründeki yönetimleri üstlenenler, toplumun ve ekonominin gereksinim duyduğu enerjiyi kesintisiz, güvenilir, zamanında, temiz ve ucuz yollardan temin etmek ve gerek enerji arz güvenliği açısından bu kaynakları çeşitlendirmek durumundadır. Ülke enerji kaynakları potansiyelinin saptanmasından sonra, ithalatın gerekli olup olmadığı gibi konularda strateji geliştirilebilir.

Enerji politikalarının belirlenmesi sürecindeki en yaşamsal gerekliliklerden bir diğeri ise planlama yapmaktır. Planlama, ihtiyaca yönelik olarak, kaynakların, üretimin ve tüketimin düzenlenmesidir. Özellikle elektrik enerjisinin depolanamaması ve bu enerjinin ne eksik ne fazla ancak zamanında, kesintisiz tüketilmesini sağlamak için planlar sürekli güncel tutulmalıdır.

5.1.1 ABD'de Enerji Politikaları

Amerika Birleşik Devletleri Dünya'da Çin ile birlikte en fazla enerji tüketen ülke konumundadır. Ekonomisi çok güçlü olan ABD yenilenebilir enerji kaynakları sektörüne yapılan yatırımlarda, Çin'den sonra Dünyada ikinci sırada yer almaktadır. ABD'nin enerji politikası, ithal edilen petrolün düşürülmesi, enerjinin ucuz ve güvenilir olması ve yenilenebilir enerji payının artırılması gibi hedefleri belirlemiştir[90].

ABD, Temiz Enerji ve Güvenlik Yasası'na göre sera gazı emisyonunu yüksek oranda azaltmayı hedeflemiştir. Ayrıca bu yasa ile yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını belirli bir seviyeye çıkarmak adına vergisel teşvik mekanizmaları sunmaktadır. Eyaletlerin birçoğu, elektrik üretimlerinde yenilenebilir kaynaklardan

üretim için belirli yüzdelerde hedefler koymuştur. Eyaletlerden oluşan bu devlet coğrafi konuma göre farklı destek paketlerini uygulamaya geçirmektedir. Örneğin, ülke güneyinde güneş, batısında jeotermal, dağ sırtları için ise rüzgar enerji potansiyeli yüksek olduğu belirlenmiş buna göre destek paketi sunmaktadır.

1994 yılında imzalanan BMİDÇS kapsamında Ek-I ülkelerinden biri ABD'dir. Ekonomisi hızla büyüyen ABD, zarar göreceği endişesiyle Kyoto Protokolüne imza atmamıştır. Dünya sera gazı emisyonunun yaklaşık % 14-15 değerinde ABD yer almaktadır. Kyoto Protokolüne imza atmaması nedeniyle aksamalar ve planlanan hızlı uygulamalara engel olmuştur [102].

5.1.2 Çin'de Enerji Politikaları

Çin Halk Cumhuriyeti Dünya nüfusunun yaklaşık % 18'ini oluşturmakta ve özellikle son 20 yılda hızla büyüyen ekonomisi ile ön plana çıkmaktadır. Nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler sonucu enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Çin enerji üretiminin büyük bir kısmını fosil yakıt olan kömürden karşılamaktadır. Bu sebeple kullanılan kömür çevreye zararlı olup Dünya'nın en fazla karbondioksit ve sülfür dioksit yayan ülke konumundadır. Nüfusun büyük bir bölümüne denk gelen asit yağmurları da meydana gelmektedir. Çin ulaşım ve sanayi sektöründe kullanılan petrol tüketiminde ise ABD'den sonra ikinci en büyük ülkedir. Petrol ithalat oranı % 50 seviyesinde olduğu için enerjide dışa bağımlılık ve güvenlik konuları ülke için çok önem arz etmektedir.

2000 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarına destek amaçlı Hava Kirliliğini Önleme ve Kontrol Kanunu çıkarılmıştır. Bu kanun ile enerji arzını çeşitlendirmek, arz güvenliğini sağlamak gibi kısa ve uzun dönemli yenilenebilir enerji hedefleri oluşturulmuş ve karvon emisyon salınım oranı yüksek miktarda azaltmak amaçlanmıştır. Bu hedefler doğrultusunda çok kısa bir süre içerisinde güneş enerjisi ekipmanları ve rüzgar türbini imalatı alanında Dünya'nın en büyük ülkesidir. Enerji politikalarının temel beş amacının, enerji arz güvenliği, iklim değişikliği, ekonomik rekabet, kirlilik ve yaşam kalitesi olduğu ifade edilmiştir[90].

5.1.3 Almanya'da Enerji Politikaları

2000 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu yürürlüğe girmiş ve Avrupa Birliği'nin yayınladığı "Yenilenebilir Enerji Direktifi" ile bu kanun son halini almıştır. Bu direktif ile beraber yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi, enerjide verimliliğin artırılması ve sera gazı emisyonunun azaltılmasına yönelik

tedbirler ortaya koyulmuştur. Almanya 2010 yılında Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planını yayınlamış ve uzun vadede ülkenin enerji talebinin % 80 seviyesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması hedeflenmiştir. Ayrıca 2009 tarihinde Yenilenebilir Enerji Isı Kanununun yürürlüğe girmesiyle konut sahiplerine belli bir oranda yenilenebilir enerjiden sağlama zorunluluğu getirilmiş ve bu teknolojiler için mali destek sağlamıştır. Almanya'nın prosedürlerde net ve yatırımcının önünü açması sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarında Dünya'nın en iyi mevzuatına ve teşvik sistemine sahip olan nadir ülkedir. Almanya'nın yenilenebilir enerji politika düzenlemeleri günümüzden yaklaşık 30 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Kullanıcılar elektrik enerjisi vergi vermekle zorunlu olup yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinde vergi kapsam dışı tutularak teşvik edilmektedir[90].

Avrupa Birliği'nin hem siyasi hem de ekonomik anlamda önemli rol oynayan Almanya yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin bir biçimde kullanarak öncü ve rol model olmaktadır. Geçmişte yaşanan petrol krizi nedeniyle enerji kaynaklarını çeşitlendirmek için Ar-Ge çalışmalarına önemli düzeyde destek vermektedir. Güneş enerjisi teknolojilerinin alt yapısı sayesinde Almanya ve Çin lider konumda yer alırken rüzgar enerjisinde Dünya sıralamasında 3. sırada yer almaktadır.

5.1.4 Rusya'da Enerji Politikaları

Rusya Federasyonu fosil enerji kaynaklarından en yüksek doğal gaz, sonrasında kömür ve daha sonrasında ise petrol rezervine sahip olan ülkedir. Bunun neticesinde Rusya en büyük doğal gaz ihracatçısı, ikinci sıradada petrol ihracatçısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Mevcut vaziyette Rusya Federasyonunun dış politikası bu temeller üzerine oluşturulmuştur. Özellikle doğal gaz yakıtı Rusya ekonomisine çok önemli katkılar yapmaktadır. Bu ivmeye bağlı olarak ihracatçı sıfatıyla stratejik büyük bir güç haline gelmektedir. Avrupa Birliği, Rusya'nın doğal gaz kaynağı ihracatından dolayı Ukrayna, Moldova ve Gürcistan gibi ülkelere uyguladığı siyasi ve ekonomik baskısına karşı sessiz kalmaktadır. Çünkü Rusya doğal gaz kaynağının büyük bir kısmını Avrupaya ihraç etmektedir[58].

Fosil yakıtlı kaynakların hızla tükenmesiyle Rusya gelecek enerji politikalarını yenilenebilir enerji sektörüne yönelmek istemektedir. Enerji Stratejisi Raporunda 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarında kullanılan teknolojilerin

geliştirilmesinin önemli olduğu söylenmektedir. Ancak yenilenebilir enerjinin yüksek maliyetleri sebebiyle, düşük yerel gaz ile rekabet edebilmesi çok kolay olmayacaktır.

5.2 TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARI

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından Türkiye’nin enerji politikası, “ülke enerji ihtiyacının amaçlanan ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek, sosyal kalkınma hamlelerini destekleyecek ve yönlendirecek şekilde, zamanında, yeterli, güvenilir, ekonomik koşullarda ve çevresel etkileri de göz önüne alınarak sağlanması” olarak belirlenmiştir[170].

Türkiye’nin enerji sektörü ile ilgili stratejilerinin temel unsuru, ülkenin değişen ve gelişen ihtiyaçlarını ortaya koymak olacaktır. Hızla artan enerji ihtiyacı doğrultusunda ülkemizin enerji ithalatı da doğru orantılı olarak artmaktadır. Enerji ithalatının azalması ve cari açığın düşürülmesi için enerji strateji hedefleri belirlenmelidir. 10 Mayıs 2005 tarihinde 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun yayımlanmıştır. Bu kanunun amacı yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin yaygın hale gelmesini sağlamaktır. Türkiye, son yıllarda aktif bir biçimde yenilenebilir enerji politikası izlemektedir. Ülkemizde enerji politikası sık sık tartışılmaktadır. Bunun nedenleri arasında, başta ülkemizin enerji alanındaki uluslararası düzeydeki gelişmelere ayak uyduramaması olmak üzere, ülkemizdeki enerji sisteminin kararlı ve oturmuş bir yapıda olmaması, enerji politikalarının zayıflıklarının ve eksikliklerinin bulunması ve Ar-Ge kuruluşlarının yeterince katkıda bulunamaması sayılabilmektedir.

Türkiye’de yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek amacıyla belirlenen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) 6094 sayılı kanun ile belirlenmiştir. Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) 2016 yılında yürürlüğe girmiş olup özellikle güneş ve rüzgar enerjisinde bölgeler arası yarışmalar düzenlenmektedir. Kısa vadede istihdam sağlanan bir program haline gelmiştir. Buna göre Türkiye’nin yenilenebilir enerji teşvik edebilmek adına belirlediği sistem tarife garantisi sistemi olmuştur. Güneş enerji potansiyeli yüksek olduğundan en fazla teşvik verilen kaynak olmuştur. Türkiye teşvik mekanizmasında Almanya, Finlandiya gibi birçok Avrupa ülkelerine göre düşük garanti fiyat vermektedir. Ayrıca tarife

garantisini diğer ülkeler 15 yıl olarak belirlerken Türkiye bu zamanı 10 yıllık süre ile vermektedir[103].

Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun yüzüncü yılı olan 2023'e artık çok kısa bir süre kalmıştır. Türkiye'nin enerji başlığı altındaki 2023 hedefleri incelendiğinde gelinen nokta itibarıyla olumlu bir ilerleyişin olduğu görülmektedir. Söz konusu hedeflerde özellikle yerli ve milli enerji politikalarına ayrı bir önem verilmektedir. Yerli kömür, yenilenebilir enerji, nükleer güç, petrol-doğal gaz arama faaliyetleri ve boru hattı projeleri son dönemde enerji alanında öne çıkan başlıklardır. Kurulu güç bakımından ciddi fayda sağlayacağı düşünülen bir diğer kaynak ise nükleer enerjidir. Bilindiği üzere 2018'de temeli atılan Akkuyu Nükleer Enerji Santrali'nin ilk ünitesinin 2023'te devreye alınması planlanmaktadır. 2025'te ise Sinop Nükleer Güç Santrali'nin hizmete alınması için çalışmalar devam etmektedir. Ayrıca üçüncü nükleer santral için fizibilite çalışmaları sürdürülmektedir. Böylelikle Türkiye enerji portföyünü genişleterek arz güvenliğini artırma noktasında önemli mesafe katedecektir.

Ülkemiz enerji stratejisinin temel unsurlarını aşağıdaki gibi özetlemek mümkün olacaktır :

- Ülkenin enerji ve doğal kaynaklara olan kısa ve uzun vadeli ihtiyacını belirlemek, temini için gerekli politikaların tespitine yardımcı olmak, planlamalarının yapılması,

- İthal enerji bağımlılığı ve artan talep dikkate alınarak enerji güvenliği faaliyetlerine öncelik verilmesi,

- Sürdürülebilir kalkınma planları sürecinde, çevre kaygılarının enerji zincirinin her aşamasında dikkate alınması,

- Enerji teknolojileri bağlantılı Ar-Ge çalışmalarının artırılması,

- Hidroelektrik potansiyelinin tamamını elektrik enerjisi üretiminde kullanılması,

- Rüzgâr enerjisine dayalı kurulu gücün 20.000 MW'a ulaşılması,

- 600 MW'lık jeotermal potansiyeli işletmeye alınması,

- Güneş ve diğer yenilenebilir kaynakların kullanımı için gereken düzenlemeler yapılması,

- Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için alınacak tedbirler sonucunda, elektrik üretiminde doğal gazın payının %30'un altına düşürülmesi,

- Yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları payının artırılması ve enerji verimliliğinin fazla olması.

5.3 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİK TEŞVİKLER

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi desteklenebilmesi ve bu sektöre yatırım yapmak isteyen tüzel kişilere ülkeler tarafından teşvikler verilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmak isteyen yatırımcılar için gerekli mevzuatlar çıkarılmalı, net ve anlaşılır olması gerekmektedir. Genel olarak ülkeler tarafından sabit fiyat garantisi, yerli ürün teşviki, vergi muafiyeti ve arazi ihtiyacına ilişkin destekler sağlamaktadır.

Yenilenebilir enerji piyasaları birçok ülkede halen gelişmekte olup henüz olgunlaşmamış sektördür. Bu sektörün önünde bir takım engeller olduğu için henüz istenilen seviyede değildir. En önemli engel olarak yatırım maliyeti çıkmaktadır. Gelişen teknolojiyle beraber bir miktar yatırım maliyeti azalmış olsada ülkeler tarafından teşvik ve destek mekanizmaları piyasaya sunulmalıdır.

5.3.1 Dünya'daki Teşvikler

Amerika Birleşik Devletleri petrol ithalatında giderek bağımlı hale gelmesi beklenmektedir. Ancak Çin ve Hindistan gibi Asya ülkelerinin hızlı büyümesi petrol fiyatlarında dalgalanma meydana getireceği için ABD ekonomisi olumsuz etkilenecektir. Bunun yanın sıra yenilenebilir enerji sektöründeki teknolojik gelişmeler, maliyetlerin düşmesine ve öz kaynakların daha fazla tercih edilmesine yol açmıştır. ABD'de yenilenebilir enerji kaynaklarına uygulanan vergi teşvikleri, gelir vergisi, kurumlar vergisi, satış vergisi, emlak vergisi olarak ifade edilmektedir. Avrupa Birliği'nde son on yılda, İngiltere, Finlandiya ve Yunanistan gibi ülkeler yenilenebilir enerji yatırımlarına çeşitli vergisel teşvikler sunmaya başlamıştır[112].

Çin'de uygulanan yenilenebilir enerji teşvikleri ana hatlarıyla kurumlar vergisi indirimi, KDV iadesi, taşıt alım vergisi muafiyeti, enerji performansı yükleniciliği, tarife garantisi teşvikleri, finansal fonlar ve yenilenebilir enerji geliştirmeye yönelik mali sübvansiyonlar şeklindedir. Almanya'da yenilenebilir enerji kaynakları için uygulanan mali ve finansman destek araçları, sübvansiyon, tarife garantisi, prim tarife garantisi, krediler, vergi düzenlemeleri ve kota sistemi şeklinde sıralanmaktadır. Almanya'da Alman Kalkınma Bankası, Yenilenebilir Enerji Programı, Açık Deniz Rüzgar Enerjisi Programı, Enerji Verimliliği Programı ve Enerji Verimliliği

Finansman Girişimi Programı ve Çevre, Doğa Koruma tarafından yürütülmektedir [109].

İngiltere'nin yenilenebilir enerji kaynakları mali ve finansman destek araçları, tarife garantisi, vergi düzenlemeleri, krediler ve kota sistemi şeklindedir. En etkili olan aracın tarife garantisi olduğu belirtilerek elektrik sektöründe de tarife garantisi, krediler ve kota sisteminin uygulandığı belirtilmektedir. İngiltere'de uygulanan teşvikleri ana hatlarıyla İklim Değişikliği Vergisi, AB Emisyon Ticareti Programı ile ilgili bazı muafiyetler, işletme sübvansiyonları, tarife garantisi, yenilenebilir ısı teşviki, kurumlar vergisi ve diğer vergisel teşviklerden oluşmaktadır[109].

Çek Cumhuriyeti'nde yeşil elektrik enerjisi üretimini teşvik etmek amacıyla Gelir Vergisi teşviki uygulanmaktadır. Ulusal şebekeye ürettikleri yeşil enerjiyi satan vergi mükelleflerinin elde ettikleri gelirleri vergiden tam muafır. Yunanistan'da 2016 yılı Temmuz

ayında yürürlüğe giren Yeni Kalkınma Yasası ile enerjinin hem elektrik hem de ısı formlarında aynı sistemden beraberce üretildiği bileşik ısı-güç üretim tesisleri, küçük ölçekli hidroelektrik santralleri ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılarak öz-üretim gelir vergisi indirimi ile desteklenmesi öngörülmüştür. İspanya'da yenilenebilir enerji sistemini kuran yeşil binalarda % 15 ile % 50 arasında bölgelere ve şehirlerine göre farklılık gösteren oranlarda Emlak vergisi indirimi uygulanmaktadır. Romanya'da yeşil binalar için emlak vergisi teşviki uygulamaktadır. Romanya'da yerel yönetimlerce vergilenen emlak vergisine uygulanan teşvik sisteminin kapsamına güneş, rüzgar, hidroenerji, jeotermal ve biyokütle enerji sistemleri girmektedir. Bulgaristan'da kendi binasında yenilenebilir enerji teknolojisi kullanan bina sahipleri, vergi teşvikleri sistemi aracılığıyla desteklenmektedir[113].

Hindistan'da ülkenin en büyük beş eyaleti olan Madhya Pradesh, Maharashtra, Gujarat, Andhra Pradesh ve Bat Bengal eyaletlerinde yeşil binalara yönelik emlak vergisi teşvikleri uygulanmaktadır. Bu teşviklerin çoğu, güneş enerjili su ısıtma ve yağmur suyu hasadı sistemlerine odaklanmıştır. Hindistan'da uygulanan mevcut yenilenebilir enerji teşvikleri ise destek programları kapsamında doğrudan yabancı yatırımlara yönelik teşvikler, tarife garantisi, üretime dayalı teşvikler, hızlandırılmış amortisman, yenilenebilir enerji satın alma zorunluluğu ve vergisel avantajlar şeklinde özetlenebilir[109].

Tablo 5.1’de Avrupa Birliği ÷lkelerinde uygulanan teŖvik mekanizmalarının genel g÷r÷n÷m÷ne yer verilmiŖtir. Yenilenebilir enerji kaynakları yatırımlarını en fazla tetikleyen destek tarife ve prim garantisi olarak g÷z÷kmektedir. Tarife garantisi Avrupa Birliği’nin en önemli kurucusu olan Almanya ve eksenindeki ÷lkelerde uygulanmakta, ancak Kuzey Avrupa ÷lkeleri tarafından kullanılmamaktadır. Danimarka ve İsveç gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını yüksek oranda kullanan ÷lkelerin temel destek sistemlerinden olan tarife garantisi kullanmamaları da dikkat çekicidir[103].

Tablo 5. 1 : AB ÷lkelerinde Uygulanan TeŖvik Uygulamaları

	Tarife Garanti si	Prim Garanti si	Kota Uygulama sı	İhale Uygulama sı	Net Ölçü m.	Vergi İndiri mi	Yatırı m süb.	Kredile r
Almanya	+	+						+
Avusturya	+						+	
Belçika		+				+	+	
Birleşik Krallık	+	+				+		
Bulgarista n	+			+				+
Çek Cumhuriye ti	+	+					+	+
Danimarka		+		+	+	+	+	+
Estonya		+				+	+	
Finlandiya		+					+	
Fransa	+			+			+	
Hollanda		+			+		+	+
İrlanda	+					+		
İspanya	+	+				+		
İsveç				+		+	+	
İtalya	+	+	+	+	+	+		
Letonya	+					+	+	

Tablo 5.1'in devamı

Litvanya	+			+	+		+	+
Lüksemburg	+						+	
Macaristan	+						+	
Malta	+					+	+	+
Polonya			+			+	+	+
Portekiz	+			+		+		
Romanya			+				+	
Slovakya		+				+	+	
Slovenya	+	+				+		
Yunanistan	+					+	+	

5.3.2 Türkiye'deki Teşvikler

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyogaz gibi doğal kaynaklardan elektrik enerjisini üretmek ve üretimi için gerekli alet ve ekipmanın yerli imkanlarla geliştirilip üretilmesi hedefler arasındadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjiyi kişilere ödenecek miktar Tablo 5.2'de gösterilmektedir[105].

Ülkemizde yatırım yapılacak sektöre ve yatırımın büyüklüğüne göre farklı destek mekanizmaları uygulanmaktadır. Teknoloji ve Ar-Ge çalışmalarını uluslararası rekabet edebilmesi adına büyük ölçekli genel teşvik uygulamaları söz konusudur. Uygulanan destek unsurları olarak KDV istisnası, Gümrük Vergisi Muafiyeti, Vergi İndirimi, Sigorta Primi Desteği örnek gösterilebilir.

5.3.2.1 Sabit Fiyat Garantisi

Dünyada enerji teşviklerinde en yaygın uygulanan destek mekanizması sabit fiyat garantisidir. Ülkemizde 5346 sayılı kanun ile fiyat garantisi verilirken 6094 sayılı kanunla birlikte enerji kaynağına göre değişen sabit fiyat garantisi uygulamasına geçmiştir. Tablo 5.2'de sabit garanti fiyatları gösterilmektedir[102].

Tablo 5. 2 : Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Enerjinin Birim Maliyeti

Yenilenebilir Enerjilere Bağlı Olarak Üretim Yapan Tesis Türleri	Uygulama Fiyatı (ABD Doları /kWh)
Güneş enerjisi üretim tesisleri	13,3
Rüzgar ile enerji üretim tesisleri	7,3
Hidroelektrik enerji üretim tesisleri	7,3
Jeotermal kaynaklar ile enerji üretim tesisleri	10,5
Biyokütle ile enerji üretim tesisleri	13,3

5.3.2.2 Arazi Kullanımına İlişkin Teşvikler

Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilecek enerji için lisans sahiplerine bir diğer teşvik ise kamu arazilerini kullanımına yönelik izin, kira ve ilk 10 yılı için % 85 indirim uygulanmaktadır. Milli park, muhafaza ormanları, doğal sit alanlarında tesis kurulacak olması durumunda ilgili kuruluşların görüşleri alınarak elektrik üretim tesislerinin kullanılmasına izin verilmektedir.

5.3.2.3 Lisanssız Elektrik Üretim Teşviki

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun 14. maddesinde lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik düzenlenmiştir. Bu yönetmeliğin amacı enerji ihtiyaçlarının tüketim noktasına en yakın tesislerden karşılanması ve lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğünü ortadan kaldırarak ülke ekonomisine kazandırılmasıdır. Lisans almadan kurulacak yenilenebilir enerji kaynağı kurulu gücü olan 500 kW güncellenip 1 MW'a çıkarılmıştır. Böylece ticari amaçlı olmayan yatırımcında da temiz enerji üretmesine teşvik sağlanmış olmaktadır[87].

5.3.2.4 KDV İstisnası ve Gümrük Vergisi Muafiyeti

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapan yurt içi veya yurt dışından temin edeceği makine ve teçhizat için ödeyeceği katma değer ve gümrük vergisinden muaf tutulmaktadır.

5.3.2.5 Vergi İndirimi

Yenilenebilir enerji kaynaklarında vergi indiriminin amacı alınmayan veya indirimli alınan vergilerin yatırıma dönüştürülmesi amaçlanmıştır. 3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar'da uygulanacak indirim oranları belirtilmiştir.

5.3.2.6 Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği

Bakanlık çalışan kişilere sigorta primi desteği sunmaktadır. Bu destek sayesinde ilave istihdam sağlanmış olup ödenecek tutar bütçeden karşılanacaktır.

5.3.2.7 Faiz Desteği

Yenilenebilir enerji kaynakları kapsamında kullanılan vadeli krediler için teşvik belgesinde kayıtlı sabit yatırım tutarının en fazla % 70 olmak üzere ödenecek faizin ilgili bakanlık tarafından karşılanması yatırımcılar arasında olumlu karşılanmaktadır.



BÖLÜM VI

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

6.1 KAVRAM

Dünya Sağlık Örgütüyle (WHO) Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) iş sağlığıyla güvenliği kavramını “*Tüm çalışanların bedensel, ruhsal, toplumsal sağlık ve refahlarının en üst düzeye yükseltilmesi ve bu durumun korunması, iş yeri koşullarının, çevrenin ve üretilen malların getirdiği sağlığa aykırı sonuçların ortadan kaldırılması, çalışanları yaralanmalara ve kazalara maruz bırakacak risk faktörlerinin ortadan kaldırılması, yine çalışanların bedensel ve ruhsal özelliklerine uygun işlere yerleştirilmesi ve sonuç olarak çalışanların bedensel ve ruhsal gereksinimlerine uygun bir iş ortamı yaratılmasıdır*” biçiminde tanımlamıştır[153].

İş sağlığıyla güvenliği bilhassa endüstrileşmeyle beraber çok önemli olmuştur. “Sosyal devlet” kavramıyla koşut şekilde bu husustaki çalışmalarla planlamalar fazlaşmıştır. İş sağlığı ve güvenliği, personelin, geçici işçilerin, yüklenici çalışanlarının, ziyaretçilerle çalışma sahasındaki öteki bireylerin sağlığıyla güvenliğine etkide bulunan etkenlerle şartların tamamıdır. “İş sağlığı ve güvenliği” terimi, tehlikelerin engellenmesinin yanı sıra risklerin de tahmin edilmesi, değerlendirilmesi ve söz konusu riskleri tamamıyla yok edebilmek veya zararları minimuma indirmek üzere yapılacak faaliyetleri kapsamaktadır [154].

İş sağlığı ve güvenliğiyle alakalı terimler şöyledir:

İş yeri: Ürün ya da hizmet üretmek için maddi eldeki ve elde olmayan unsurlarla personelin beraber teşkilatlandığı, işverenin iş yerinde imal ettiği ürün ya da hizmetle özellik açısından bağlılığı olan ve aynı idare altında teşkilatlanmış ünedir.

Tehlike sınıfı: İş sağlığıyla güvenliği bakımından, gerçekleştirilen işlerin niteliği, işin tüm safhalarında tercih edilen ya da ortaya çıkan unsurlar, işte kullanılan ekipmanlar, çalışma ortamıyla ve koşullarıyla alakalı öteki unsurlar ön plana alınıp iş yeri için tespit edilen tehlike grubudur.

İşveren: Çalışanları işe alan gerçek ya da tüzel şahıs veya tüzel şahsiyeti bulunmayan kurumlar ile kuruluşlardır.

İşverenin vekili: İşverenin adına çalışan ve işin, işyeriyle firmanın idaresinde görevli olan bireylerdir.

Personel: Kendi özel yasalarındaki konumlarına bakılmadan kamu ya da özel işyerinde çalıştırılan gerçek kişilerdir.

Çalışanların temsilcileri: İş sağlığıyla ve güvenliğiyle alakalı faaliyetlere dahil olma, bu faaliyetleri takip etme, önlemler alınmasını isteme, teklifler bulunmayla benzer hususlarda personeli temsil etmeye yetkili olan çalışandır.

İş yeri doktoru: İş sağlığı ve güvenliği sahasında çalışmak için Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yetkilendirilen, iş yeri doktorluğu belgesi bulunan doktor.

İş güvenliği uzmanı: İş yerinde iş sağlığıyla güvenliği sahasında görev almak için Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yetkilendirilen “iş güvenliği uzmanlığı” belgesi bulunan kişilerdir.

Öteki sağlık çalışanları: İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında görevlendirilmek için Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından belgelendirilen “hemşire, sağlık memuru, acil tıp teknisyeni ve çevre sağlığı teknisyeni” diploması bulunan kişilerle Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından verilen “iş yeri hemşireliği” belgesini alan kişilerdir.

Tehlike: İş yerlerinde bulunan veya dışarıdan gelebilecek ve personele ya da iş yerine etkide bulunabilecek zarar ya da hasar verme potansiyelidir.

Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma veya diğer zararlı sonuçlar oluşturma olasılığı.

Önleme: İş yerlerinde devam ettirilen işlerin tüm aşamalarında iş sağlığıyla ve güvenliğiyle alakalı riskleri yok etmek ya da azaltmak üzere planlanan ve alınan önlemlerin tamamıdır.

Risk değerlendirme: İş yerindeki veya hariçten gelebilecek olan tehlikelerin tespit edilmesi, söz konusu tehlikelerin risklere dönüşmesine neden olan faktörlerle tehlikelerden kaynaklı risklerin analiz edilip derecelendirilmesiyle kontrol önlemlerine karar verilmesi için gerçekleştirilen çalışmalardır.

Acil durum planları: İş yerinde oluşabilecek acil durumlardaki işler ve işlemler dahil bilgilerle pratiğe dönük girişimlerin bulunacağı planlardır.

İş kazası: İş yerlerinde ya da işlerin yürütülmesinden dolayı oluşan, ölümlere yol açan ya da çalışanları bedensel ya da ruhsal olarak engelli duruma getiren olaylar.

Mesleki hastalık: Mesleki risklere maruz olma neticesinde beliren hastalıklar.

Ramak kaza olaylar: İş yerlerinde oluşan, personel, iş yeri veya işle ilgili ekipmanlara zarar verme potansiyeli bulunduğu halde zarar vermeyen olaylar.

Bireysel koruyucu donanımlar: Personeli, devam ettirilen faaliyetlerden kaynaklı, sağlıkla güvenliğe etkide bulunan bir ya da birden çok risk karşısında koruyan, personel tarafından kullanılan, takılan ya da tutulan, bu amaç için uygun olarak tasarlanmış bütün aletler, araçlar, gereçler ve cihazlar.

Türkiye’de önceki asırda alanla ilgili birçok kanun, yönetmelik, tüzük bulunmakla beraber, bugünün şartlarına uyan iş sağlığıyla güvenliğine yönelik yapılanma 2003 senesinde yürürlük kazanan 4857 sayılı İş Yasasıyla 2012 senesinde yürürlük kazanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası’na dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası’yla beraber sadece bedeniyle görev yapan bireyleri içeren işçi sağlığı modeli yerine, bütün personeli içeren “iş sağlığı ve güvenliği” terimi kabul edilmiştir.

Sanayiyle teknolojinin hızlı bir biçimde gelişim göstermesi, yeni iş alanlarının açılması ile beraber yeterli tedbirlerin alınmaması halinde, personelin sağlığıyla güvenliğine tehdit olan neticeler meydana gelebilmektedir. İş sağlığıyla güvenliği faaliyetlerinde öncelikli erek, personelin sağlığının korunmasıdır. İş sağlığıyla güvenliği, insanlığın sosyal yaşamı ile birlikte başlayan bir gerçektir. Bireyler, yaralanmayla hasta olma vb. hadiseler karşısında kendisini koruma duygusuna doğumdan itibaren sahip olmuştur. Gerçekleştirilen işlerden dolayı meydana gelen olumsuz olaylar, kazalarla mesleki ve anlık rahatsızlıkla vb. çalışmayı önleyen ve iş gücü yitimine neden olan hadiseler karşısında tedbir alma gereği daima gündem kazanmıştır. Endüstrinin gelişmediği dönemlerde iş sağlığıyla güvenliği mühim bir mesele olarak ele alınmamıştır. İnsanlık tarihinin endüstrileşmeye girmesi ile beraber iş yerlerinde can güvenliğiyle sağlığına tehdit olan pek çok tehlikeyle risk meydana gelmiştir. Söz konusu riskler, iş kazasıyla mesleki hastalığa yol açmakla birlikte iş verimliliğini düşürmüştür ve firmanın sağlıklı bir biçimde büyümesini önlemiştir. Çalışma sahalarının artması, işlemlerin karmaşık bir hal alması, bunların sonucunda tehlikelerdeki artışlar, kimi kuralların konmasını, standartlarla yasaların çıkarılmasını gerektirmiştir. İş sağlığıyla güvenliğinin önemli olduğu idrak edilmiştir ve önlemler

alma mecburiyeti söz konusu olmuştur. Söz konusu mecburiyet etrafında tedbirler alınmaya başlanmıştır fakat sanayileşmedeki süratli ilerlemeyle ve çarpıklıklar söz konusu tedbirler de yetersizleşmiştir. Söz konusu sürecin sonunda iş sağlığıyla güvenliğinin bilimsel şekilde ele alınmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır ve “iş sağlığı ve güvenliği” terimi yaygınlaşmıştır.

6.2 YÖNETİM SİSTEMİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi, firmalarda personelin emniyetli ve sağlıklı bir iş atmosferine sahip olmasını temin etmeye çalışmalıdır. İşyerinde işlerin yapılması sırasında farklı sebeplerden kaynaklı sağlığa zararlı olabilecek kazalarla öteki faktörlerden korunmak ve daha iyi bir iş atmosferi temin etmek için sistematik bir şekilde tehlikelerin ve risklerin tespit edilmesi, söz konusu tehlikelerle risklere dönük tedbirlerin alınmasıyla ilgili faaliyetlerin yapıldığı bir model olarak kabul edilmektedir.

İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliğini sağlamak ve bu süreci doğru yürütebilmek için bir takım yönetim sistemleri mevcuttur. Devamlı gelişen teknolojiler ile çalışma ortamında İş Sağlığı ve Güvenliğiyle alakalı en üst seviyede tedbirler alınması gerekmektedir. Bu tedbirlerin alınmasında Uluslararası Çalışma Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü öncülük eden kuruluşlardır. 1999 tarihinden itibaren yayımlanan OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series) tüm standartları bir çatı altında toplamak amacıyla ISO 45001 (Uluslararası Standartlar Organizasyonu) olarak güncellenmiştir. Her iki yönetim sisteminin de ortak amacı işyerlerinde meydana gelebilecek kaza, mahkemelik olaylarla vakit kaybetme riskini azaltmaktır. ISO 45001 idare sistemi ile personel, idareciler ve denetimciler rollerle sorumlulukları netleştirerek tüm personelin katılmasını temin edecektir.

Ülkemizdeyse 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası bu yönetim sistemlerinin politika ve stratejilerini desteklemektedir. Tüm strateji ve politikaların, sürekli iyileştirmeyi hedefleyen yönetim sistemlerine ihtiyaçları vardır. ISO 9001 ile ISO 14001 vb. standartlar kaliteyle çevre idareleri üstünde yoğunlaşmıştır, bundan dolayı firmalarda iş sağlığıyla güvenliğinin sağlanmasıyla devamlı iyileştirilip korunabilmesine yönelik olarak ayrı bir standarda ihtiyaç hissedilmiştir. AB’yle entegrasyonda da en önemli hususlardan birisi olan iş sağlığıyla güvenliği OHSAS

18001'e göre bütün isteklerini içeren ISO 45001 standartına geçiş süreci hızla başlamıştır.

ISO 45001, tüm sektörlerle bütün organizasyonlara uygulanabilen, İSG çalışmalarının firmanın genel stratejileriyle uyumlu duruma getirildiği, sistemli ve devamlı iyileşmeyi amaçlayan aktif bir İSG yönetim vasıtasıdır. Söz konusu standartla kazalarla rahatsızlık risklerinin tespit edildiği, analiz edilmek ve tedbi alınmak suretiyle en düşük düzeye indirildiği, kanuni mevzuata uyan bir idare sistemi kurmak olasıdır. Söz konusu standardın gerekleri net olarak yapıldığında personel, acil durumlara hazır, neticeleri iyileştirme çalışmalarında kullanan, sağladığı bütün nicel ve nitel verileri dökümana dökerek İSG çalışmalarına gerekli önemi veren ve bu şekilde personelini korumayı öne alan bir firmanın parçası durumuna gelir.

Yönetim Sistemleri, pek çok iş yerindeki organizasyon yapısıyla imalat proseslerinde belirsizliklerle karmaşıklıkların bulunması, personelin, idarecilerin yetkileriyle sorumluluklarının belirginleşmemesi, güvenlik kültürünün bu firmalarda yerleşmesini engellemektedir. Milli ölçekte iş yerlerinde güvenliğe dair kültürün oluşturulmasıyla devamlılığın temin edilmesi global nitelikli bir iş sağlığıyla güvenliği stratejisinin özünü oluşturmaktadır ve iş sağlığıyla güvenliği yönetiminin muhakkak sistemli bir model içermesi lazımdır.

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi'nin temin ettiği faydalar şöyledir:

- Personeli işyerinin negaitir tesirleriyle kazalarından koruyup, rahat ve güvenli bir atmosferde çalışmalarını temin etmek.
- Çalışanların motivasyonu ile katılımlarını arttırmak.
- İş kazalarıyla mesleki hastalıklardan dolayı meydana getirilebilecek iş ve iş gücü yitimlerini minimuma indirgeyip, işteki verimde artışın sağlanmasıyla maliyetlerin düşürülmesini temin etmek.
- İş ortamlarındaki önlemler ile firmayı tehlikeye düşürebilecek “yangın, patlama, makine arızaları vb.” durumların yok edilmesinin sonucunda firma güvenliğinin temin etmek.
- Milli ve global kanunlarla standartlara adaptel olmak.
- İşteki performansı arttırmak.
- Öteki firmalar veya müşterilere karşı hassas ve sorumlu bir imaj oluşturmak.
- Rakipler karşısında üstünlük temin etmek.

- Resmi makamlar önünde, kurumların iş güvenliğiyle ilgili hassasiyetinin ispat edilebilmesini temin etmek.

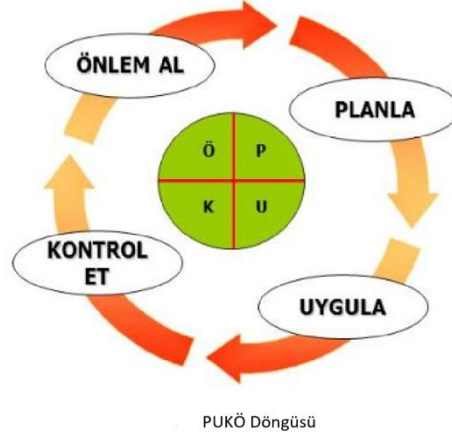
İşletmelerin rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği hususunda planlı, sistematik ve bazı standartlara kavuşturulmuş faaliyetlerin devam ettirilmesi mecburiyet arz eder. ISO 45001 standardı söz konusu gereksinimi karşılama konusunda öne çıkan bir role vardır. Personel, tüketiciler, hisse sahipleri, müşterilerle bütün toplumu içermesi gereken İSG modeli bir toplumu teşkil eden bütün paydaşları ilgilendirmektedir ve bundan dolayı yüksek standartlaşmayı gerektirir. Söz konusu hedefe ulaşılabilmesi içinse tehlikelerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve firmadaki sağlıkla güvenlik risklerinin kabul edilebilir seviyede tutulması lazımdır[155]. Bunun dışında ISO 45001, toplam kalite yönetiminin de temelini teşkil eden “planla-uygula-kontrol et-önlem al” adımlarının ilk harflerinden oluşan PUKÖ döngüsü yaklaşımına dayanır. Yeni bilgilere ulaşıldıkça birikimler artmaktadır, birikim arttığında yeni düşünceler üretilmektedir ve PUKÖ’yla test edilmektedir. Sorunun tanlanması, analiz edilmesiyle ana nedenlerin tespit edilmesi planla aşamasında, çözümlerin tespit edilmesi ve yaşama dönülmesi uygula evresinde, neticelerin kontrol edilmesine değerlendirilmesi kontrol et evresinde, gereken düzeltmelerin yapılmasıyla standartların hazırlanmasıyla tedbir al evresinde yer almaktadır. İş sağlığı ve güvenliğinin ana ilkesininin alt yapısı olan bu döngü Şekil 6.1’de gösterilmektedir[156].

Planla: Kurumun İSG anlayışına uygun olarak neticelerin elde edilmesine yönelik olarak gereken hedefleriyle süreçlerini tespit et.

Uygula: Süreçleri uygulamaya koy.

Kontrol et: Süreçleri takip et ve İSG politikalarına, amaçlarına, kanuni ve öteki koşullara göre ölç ve neticeleri belirt.

Tedbir al: İSG performansını devamlı olarak iyileştirmek üzere tedbir al.



Şekil 6. 1 : PUKÖ Döngüsü Şematik Gösterimi

ISO standardının da temelini teşkil eden PUKÖ metodunda gerçekleştirilen planlar pek çok dış etkenden etkilendiğinden gerçekleştirilen planlar uygulama aşamasında devamlı kontrol edilmelidir ve meydana gelen aksaklıklar için düzeltici çalışmalar başlatılmalıdır. Değişen şartların gerçekleştirilen işin kalitesine etkiye bulunmaması ve işi devamlı geliştirmek üzere PUKÖ döngüsü tercih edilmelidir. Bunun yanı sıra firmalardaki görevlerin dağılımı da yapılabilmektedir, bu biçimde de personele sorumluluklar verilmektedir.

6.3 AMAÇ VE ÖNEMİ

Dünyada ve ülkemizde endüstrileşmeye dayalı olarak iş yerlerindeki iş kazasıyla mesleki hastalıkların oranında artışlar kaydedilmektedir. Bundan dolayı personelin daha sağlıklı ve güvenli bir atmosferde çalışmalarını temin etmek, bedensel ve ruhsal sağlıklarını korumak üzere iş sağlığıyla güvenliği tedbirlerinin alınması lazımdır. Söz konusu anlayış çerçevesinde disiplinler arası etkileşimle iş birliğini gerekli hale getiren, tıp, hukuk, fizik, psikoloji vb. pozitif ve toplumsal bilimlerin katkıları ile gelişen iş sağlığıyla güvenliği sahası ortaya çıkmıştır. Teknik bakımdan bakıldığı zaman işin yapılması sırasında personelin karşılaştığı tehlikelerin yok edilmesi ya da azaltılması merkezi noktayı oluşturur iken sağlık bilimleri bakımından mesleki hastalıklarla iş kazalarından kaynaklı yaralanmalardan korunma ve tedavi boyutu öne çıkar.

Sanayi, çalışma ilişkileri ve toplumsal yapılardaki ve buna dayalı olarak iş sağlığıyla güvenliğinde meydana gelen gelişmelerle dönüşümler etrafında konunun üç ana ereğinin bulunduğu belirtilebilir. Bunların birincisi geleneksel manası ile İSG

evvela perseneli koruma amacına sahiptir. Konu ile alakalı güncel gelişmeler çerçevesinde ikinci önemli amacıysa, verimle kalite artışı boyutları ile imalat güvenliğini temin etmektir. Üçüncü önemli amacıysa, tabii afet, yangın ve endüstriyel kazalarla çevresel tesirlerinin engellenmesi yönü ile firma güvenliğidir. İSG anlayışının bu genel amaçlarının haricindeki amaçlarıysa şöyledir:

- İş yerlerindeki riskleri tümüyle yok etmek veya zararları minimuma indirmek,
- Personelin sağlığını fiziki, ruhi ve tıbbi bakımdan koruyarak geliştirmek,
- Personeli iş şartlarının negatif tesirlerinden muhafaza etmek,
- Beliren sağlık zararları, mesleki hastalıkları elirmek ve tedavilerini yapmak,
- Maruz kaldıkları iş kazası ya da mesleki hastalıktan dolayı zarar gören personelin uygun noktalarda çalışmalarına imkan vermek,
- Oluşan zararların derecelerini nesnel, bilimsel ve ahlaki yollar ile belirlemek ve incelemek,
- Üretimin güvenliğini korumak,
- Ekolojik çevreye zarar vermemek,
- Maddi ve manevi zararları ortadan kaldırmaktır.

bütün dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de oluşan iş kazalarıyla mesleki hastalıkların bir kısmı ölüm ile bir kısmıysa sakatlanmalar ve yaralanmalar ile neticelenmektedir. Söz konusu sorunların manevi üzüntüsüyle oluşan ekonomik zararların ve ulusal servet kaybının fazlalığı, bireylerin iş sağlığıyla güvenliği üstünde ciddi bir biçimde durmasının önemli sebepleridir.

İş sağlığıyla güvenliğinin en önemli hedef ve amacı iş yerindeki sağlıklı güvenlik koşullarının devamlı olarak korunmasına yönelik olarak tedbirlerin alınmasıdır. Personeli tüm riskler karşısına korumak, rahat ve güvenli bir atmosferde çalışmalarını temin etmek; tehlikeli durumları yok etmek ve güvenilen bir imalat ve hizmet yapısını kurmak, iş sağlığıyla güvenliğinin en mühim politikalarıdır. İş kazasıyla mesleki hastalıkların daha en başında yok edilmesi firmaların öncelikli politikasıyla amacı olmalıdır. Son senelerde gerçekleştirilen çalışmalarla faaliyetler iş kazalarının azaltılabileceğini ortaya koymaktadır. Bunun sağlanabilmesiyle iş kazalarının yol açtığı maddi ve manevi kayıpların minimuma indirgenmesine yönelik olarak iş sağlığıyla güvenliğine dönük faaliyetlere gerekli önemin verilmesi mecburidir. İş sağlığıyla güvenliğini temin etmek, bilimsel çalışmalara bağlı planlı çalışmalarla geliştirilen güvenlik önlemleriyle mümkündür.

Dünyada sürekli olarak iş kazası yaşanmakta olup iş ile bağlantılı kaza yada meslek hastalığı sonucunda hayatını kaybetmektedir. İyi olmayan iş sağlığıyla güvenliği pratiklerinin ekonomik maliyetleri her sene dünya gayri safi hasılasının % 4'üdür[157]. Bundan dolayı iş sağlığıyla güvenliğinin ana ereği, iş kazalarıyla mesleki hastalıklar oluşmadan evvel engellemektir. Bu biçimde, personelin hayatlarıyla bedensel bütünlüklerinin korunması hedeflenmektedir.

İş sağlığıyla güvenliği tedbirleriyle iş atmosferindeki risklerin tamamıyla ortadan kaldırılması ya da minimuma indirgenmesiyle personele yönelik olarak tehlikelerden uzak ve sağlıkları bakımından uygun iş atmosferi temin edilmektedir. Bu biçimde personelin, çalışma şartlarının negatif etkilerden ve iş kazalarıyla mesleki hastalıklardan korunması hedeflenmektedir. İşyerindeki güvenliği temin etmek işyerinde alınacak iş sağlığıyla güvenliği önlemleri ile işyerlerinde tercih edilen araçta, gereçte, makinede, donanımda ve tesisatta işyerini tehlikeye atabilecek riskler ortadan kalkacaktır. Bu biçimde, işyerindeki güvenli sağlanacaktır. İşyerindeki güvenliğin temin edilmesi, iş sağlığıyla güvenliğinin ereği olan personelin yaşamlarının ve bedensel bütünlüklerinin korunmasına katkıda bulunacaktır. İş güvenliğiyle ilgili çalışmaları birinci derecede insani hisler yönlendirmelidir fakat iş güvenliği önlemlerinin imalatın artması, giderlerin ve maliyetlerin azalmasına yardım ettiği unutulmamalıdır.

Genel olarak iş sağlığıyla güvenliğinin temin edilmesi ve geliştirilmesine dönük önlemler, çalışma hayatında sadece işçileri alakadar eden hususlar olarak görülmemelidir çünkü bu tedbirler insan hayatına verdiği önem ve katkı ile toplum tamamına yönelik bir fayda sağlayacağı için devletler açısından da büyük önem taşımaktadır. Ayrıca alınacak tedbirlerle kamuoyunun vicdanının rahatlatılması, ahlaki ve kültürel yükümlülüklerin yerine getirilmesi gibi bir takım ödevler de hayata geçirilmiş olacaktır. Bundan başka, iş güvenliğinin geliştirilmesine yönelik tedbirler işçiler dışında işverenler açısından da birinci derecede önem arz etmektedir. Bu da işçi sağlığıyla iş güvenliğine yönelik uygulamaların devlet, işçilerle işveren kesimlerinin tamamını ilgilendiren konular olmasına neden olmaktadır.

6.4 RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİ

Genellikle 3 sınıf risk değerlendirme metodu bulunur. Bunların ilki kantitatif (nicel), diğeri kalitatif (nitel) ve üçüncüsü karma risk değerlendirme metotlarıdır.

Kantitatif risk değerlendirme tekniklerinde, risk oluşturan veriler ile hesaplanır iken sayısal metotlar tercih edilmektedir. Kalitatif risk değerlendirme tekniklerindeyse tehlikenin gerçekleşme olasılığı, tehlikenin etkisi vb. etkenlere farklı tanımlayıcı değerler verilmektedir ve söz konusu değerler matematiksel ya da mantıki metotlarla değerlendirilerek riskin değeri ortaya konmaktadır. Karma yntemlerse kalitatif ve kantitatif kullanıma uygundur.

Kalitatif analizler çalışmalarında risk ihtimali ya da şartların ihtimalini tespit etmek üzere riskleri kantitatif analiz metotlarında olduğu gibi matematiksel şekilde değerlendirmemektedir. Kantitatif metotlar yalnızca sayısal verileri ulaşılabilen işaretli sahalarda risk analizine uygulanır. Kalitatif risk analiziyse tespit edilen risk prosesinde tanımlanmış olan bütün riskleri dikkate alabilmektedir. Kantitatif risk değerlendirmeleri risklerin birleşik tsirlerine dayanıp olası proje neticelerini para ya da vakit bakımından tahmin eder iken kalitatif metotlar ihtimal ve şiddet değerlerinin çarpımı neticesinde bir risk puanı (skoru) oluşturur. Kısacası kalitatif risk analizi sürekli olarak uygulanabilmektedir, nesneldir, kolay ve süratlidir bunun dışında özel bir yazılım ya da vasıta gerektirmeksizin uygulanabilir. Bir alışma/proje birçok değiik risklere uğrayabilir. Bir idarecinin tüm faaliyetlerle ilgilenmesi, vakit sarfetmesi uygulamalı bir metot olmayabilir lazımdır. Bunun için de kalitatif metotlar kullanılmaktadır [134].

Kalitatif Metotlar (Nitel) Riskleri yüksek, orta ya da düşük vb. terimler ile tanımlanan metotlardır. Kalitatif risk değerlendirmenin ereği değişik analizlerde bulunabilmek üzere risklerin kimliğinin tespit edilmesi ve kimliği tespit edilmemiş risklerin oluşma olasılığının ve proje/çalışma hedefleri üstündeki tesirinin birleşik tesirlerine dayanıp risklerin tanımlanmasıdır. Diğer bir ifadeyle kalitatif analizinin ardından, kantitatif analiz yapılabilir. Kalitatif yöntemlerde kullanılacak analizler aşağıda verilmektedir.

- PHA (Preliminary Hazard Analysis) - n Tehlike Analizi
- HAZOP (Hazard and Opreability Studies) -Tehlike ve işletilebilme Yöntemi
- What if ? - Olursa Ne Olur? Analizi
- Neden Sonuç Analizi (Cause-Consequence Analysis)
- FTA (Fault Tree Analysis) - Hata Ağacı Analizi

Kantitatif metotlar (Nicel) riskleri sayısallaştırır. İhtimal matematiksel ve mantıki yöntemlerle süreç izelenerek hesaplanmaktadır. Kalitatif risk analizi özel dikkat isteyen belli tür veya risk kategorileri yahut yakın süre içinde değerlendirilmesi gereken risklerin tespit edilmesinde de yardım edebilmektedir. Söz konusu değerlendirmesi gerçekleştirmenin en güç tarafı, derecelendirme ölçeklerinin doğru tespit edilmesidir ama bir defa uygulanmasının ardından firmanın ya da projenin risklerini vaktinde ve aktif olarak yönetmek üzere bütün proseslerde kullanılabilir. Kalitatif risk analizi, tanımlanan risklerin hedefler üstünde muhtemel tesirlerinin sıralanmasına yönelik olarak uygulanmaktadır. Riskleri “yüksek, orta veya düşük vb.” terimler ile tanımlayan metotlardır. Böylece, riskle ilgili öncelikler tespit edilmektedir. Risk, neticelerin ve olasılıkların üstünde yoğunlaşır. Kantitatif yöntemler kullanılabilir analizler aşağıda gösterilmiştir.

- Kinney Risk Analizi
- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)-Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi
- L Tipi Matris
- X Tipi Matris

Risk: Kurumsal Risk Yönetim Sistemi Standardına ISO 31000 dayalı olarak risk, “belirsizliklerin hedeflerin üzerindeki etkisi” şeklinde izah edilmektedir [158]. Acil durumla afet yönetimi çerçevesindeyse risk söz konusu olduğu zaman personele veya insanlara ya da etrafa önemli zarar veya hasar verebilecek bir hadisenin oluşma olasılığıyla zarar seviyesinin (şiddetinin) bileşkesidir.

Tehlike: Tehlike ileride meydana gelebilecek bir kaza veya afetin arkasında yatmaktadır. Tehlike bireylere, ekipmanlara veya etrafa zarar verme potansiyelidir. Mesela deprem veya bir imalat sisteminde söz konusu olan kazanın oluşması tehlike anlamına gelir. Deprem veya kazan patlaması ciddi derecede can ya da mal kaybına neden olursa bu durumda hadisenin cereyan etmesi ile zararın oluşması “afet” veya “iş kazası” şeklinde tanımlanır. Riskler tanımlanır iken ve risk düzeyi hesaplanır iken, tehlikenin sıklığıyla tehlikenin ortaya çıkması ile meydana gelebilecek zararlar dikkate alınmaktadır. OHSAS 18001’de “tehlike” bireylerin yaralanması, sağlıklarının bozulması ya da bunların bir arada gerçekleşmesine yol açabilecek kaynaklar, durumlar ya da işlemlerdir [154].

Ana hedefi bireylerin korunması olan iş sağlığıyla güvenliğinin ana süreçlerinden birisi risk değerlendirme sürecidir. Bilhassa personelin iş kazalarıyla

mesleki hastalıklardan korunmasındaki en önemli adım olan iş sistemleriyle ilgili olarak risklerin değerlendirilmesindeki erek; risk analiz faaliyetlerini doğru ve aktif olarak gerçekleştirmek ve iş ortamında personelin sağlığıyla güvenliği için tehdit oluşturan tüm öğeleri ortadan kaldırmaya gayret etmektedir.

Risklerin değerlendirilmesinin firmaya temin edeceği önemli faydalar ile beraber firmaların inisiyatifine bırakılan bir konu değildir ve ayrıca kanuni bir mecburiyet şeklinde ortaya konmuştur. 2013 senesinde yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası tüm iş yerlerine risk değerlendirmeleri yapma yükümlülüğü getirir [159]. Fakat risk değerlendirmeyi kanuni bir yükümlülük şeklinde görerek yalnızca kâğıt üzerinde kalıp uygulamaya yansımaya bazı faaliyetler gerçekleştirmenin firmalara herhangi bir yarar getirmeyeceği ortadadır. Risklerin değerlendirilmesi iş sisteminin çok iyi bir biçimde analiz edilmesi ile başlayan, personelin sağlığıyla güvenliğini tehdit eden tehlikelerin belirlenmesi ile süren, tespit edilen tehlikelerden yola çıkılarak risklerin tespit edilmesini gerekli kılan ve takip eden aşamalarda söz konusu risklerin önceliklendirilmesiyle risklerin tümüyle ortadan kaldırılmasını, eğer tümüyle ortadan kaldırılamıyorsa da azaltılmasını kapsayan uzun ve geniş çerçeveli bir prosestir.

Risklerin değerlendirilmesi evvela halihazırdaki durumun analiziyle başlamakadır ve bu evrede risk değerlendirmesinin gerçekleştirileceği iş yeriyle ilgili girdilerle çıktılar, insanlar, imalat vasıtaları, iş akışı, çalışma koşullarıyla kanunlara ait bilgiler toplanmaktadır. Eldeki durum analiziyle gereken bilgilerin toplanmasının ardından evvela tehlikeler sonra da riskler tespit edilmektedir. Tehlikeyle risk aynı şey değildir. Riskler tehlikelerin sonucunda meydana gelmektedir ve ortaya çıkmasıyla beraber personelin sağlığıyla güvenliği bakımından olumsuzluklar oluşturmaktadır.

Risklerin tespit edilmesinin ardından ideal bir risk analizi tekniğiyle risklerin önceliklendirilmesi lazımdır. Risk analizine yönelik olarak birçok teknik vardır ama söz konusu tekniklerin tümü bütün iş sistemleri için tatbik edilebilecek teknikler değildir. Firmanın yapısına uygun teknikler karar verilmektedir. Risklerin önceliklendirilmesinin ardından öncelik sırasına dayalı olarak tedbirler planlanmaktadır. Tedbirlerin planlanmasında bir hiyerarşik yapı izlenmektedir. Tehlikeyle risklerin yok edilmesi ilk şıktır, eğer yok etmek mümkün değilse azaltılmaya çalışılmaktadır. Tedbirlerin planlanmasının ardından söz konusu tedbirlerin faydalı olup olmadığı değerlendirilmelidir. Risklerin değerlendirilmesi bir

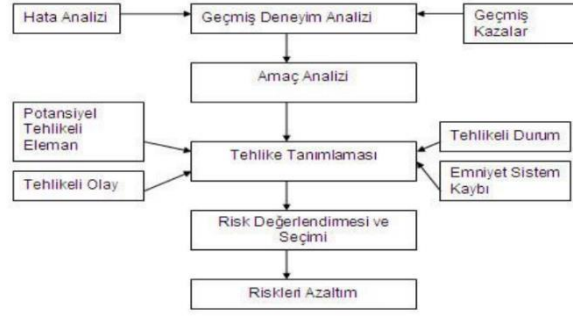
kereye has bir çalışma değildir ve devamlı incelenerek gözden geçirilmesi gerekli olan bir süreçtir. Risklerin değerlendirilmesi faaliyetlerinin firmayı tanıyan bir ekiple gerçekleştirilmesi gerekir ve gerçekleştirilen faaliyetlerin belli başlıklar dikkate alınıp dokümanlara aktarılması lazımdır.

İşveren; ortamın ve sahada çalışan kişilerin sağlığını ve güvenliğini sağlamak amacıyla belirli aralıklar ile risk değerlendirilmesi yaptırmakla mükelleftir. Risk değerlendirmesi kurulum aşamasından başlamak üzere tehlike ve riskleri tanımlama Risk değerlendirilmesi yapılırken mevzuat koşulları nedeniyle “çok tehlikeli, tehlikeli ve az tehlikeli” işyerinde sırası ile en geç 2,4 ve 6 senede bir yenilenmek mecburiyetindedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm alt dalları elektrik ile ilişkili olduğundan çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır. İşletmenin herhangi bir değişiklik olması durumunda risk değerlendirilmesi iki yılı beklemeyip sürekli güncellenmelidir.

6.4.1 Ön Tehlike Analizi

Ön tehlike değerlendirilmesi, tehlikeli durumların tespit edilip farklı farklı çözümlendiği bir nicel risk analiz metodudur. Söz konusu metod erken dizayn evresinde kullanılır. Ön tehlike değerlendirilmesi farklı tehlikelerin hangi sıklık ile meydana geldiğini göstermektedir. Bunun eticesinde tehlikelerle ilgili olarak hangi değerlendirme yöntemlerinin tatbik edilmesi gerektiği tespit edilir. Bunun için risk analizi bakımından yalnız başına yeterli bir metod değildir, öteki risk değerlendirme yöntemlerinden başlangıçta faydalanılır. Daha ayrıntılı çalışmalar için yaklaşım olarak tercih edilebilen süratli ve faydalı bir yöntemdir.

Ön tehlike değerlendirmesinde, risk değerlendirmeye seçim diyagramının yardımı ile tehlikeler sıralanmakta ve tehlikelerin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak öncelik sırasına bağlı şekilde farklı tedbirler alınmaktadır. Bir iş yerinde tehlikeli maddelerle yüksek tehlike derecesine sahip bir süreç ya da sistem bulunduğu, süreçte ne tür tedbirlerin alınmasının gerekli olduğuna ön tehlike analiziyle karar verilebilir. İşyerindeki farklı tehlikelerle sakıncalı durumlara imkan nispetindeki düzenlemelerle ve önleyici ölçümlerle formülleştirilir. Şekil 6.2’ de ön tehlike değerlendirmesinin evreleri verilmiştir [135] .



Şekil 6. 2 : Ön Tehlike Analizi Metodolojisi Aşamaları

Ön tehlike değerlendirmesinin birinci evresi eski deneyimlerin değerlendirilmesidir. Bunun gayesi, firmada hangi hataların ne sıklık ile söz konusu olduğu tespit edilere değerlendirmeyi şahsa veri temin etmektedir. Söz konusu işlem, tehlikeli durumlar, daha önce meydana gelen kazalar, hadiseye ramak kalma durumları dikkate alınmak suretiyle gerçekleştirilmektedir. Ön tehlike değerlendirmesinin 2. aşamasıysa, amaçların analiz edilmesidir. Risk değerlendirmesi etrafında amaçlanmış olan hedefler tespi edilmektedir.

Bir başka aşamaysa, tehlike tanımlama evresidir. Söz konusu evrede tehlikeli hadiselerle emniyet kayıpları veri olarak kullanılıp istenen hedefler ortaya konur. Firma yeni çalışmaya başlamışsa ya da firmada tehlikeli durumla önceki kazaların kayıtları tutulmamış ise aynı iş kolundaki firmalardaki kazaların örnekleri veri olarak kullanılabilir.

Bir başka aşamaysa risk analiziyle tercihi evresidir. Aşağıda yer alan tablo üzerinde ortaya konan “Ön Tehlike Analizi Risk Derecelendirme ve Seçim Diyagramı” kullanılıp, risklerin meydana gelme sıklığıyla şiddetine dayalı olarak risk skoru tespit edilmektedir [135]. Bu evrede, risk “felakete yol açan”, “tehlikeli”, “marjinal” ya da “önemsiz” ekinde değerlendirilmektedir ve Tablo 6.1’de ortaya konmaktadır[163].

Tablo 6. 1 : Ön Tehlike Analizi Örnek Tablosu

OLASILIK (FREKANS)	ŞİDDET			
	FELAKET	TEHLİKELİ	AZ	ÖNEMSİZ
SIK SIK	ÇY	ÇYY	Y	O
MUHTEMEL	ÇY	Y	O	A
ARASIRA	Y	Y	O	A
AZ	Y	O	A	A
İHTİMAL DIŞI	O	A	A	A

Analiz tamamlandığında yukarıda yer alan değerlendirmeler dikkate alınıp Tablo 6.2’de ortaya konduğu üzere “ön tehlike analizi risk değerlendirme formu” oluşturulmaktadır[135]. Söz konusu değerlendirme formu firmadaki tüm süreçler için, süreçteki bütün potansiyel tehlike durumlarıyla söz konusu durumların sonucunda oluşan tehlikeli hadiseleri, tehlikeli hadiselerin sebeplerini, şiddetlerini, meydana gelme sıklıklarını, oluşturdukları kazalarla alınabilecek tedbirleri kapsamaktadır.

Tablo 6. 2 : Ön Tehlike Analizi Risk Değerlendirme Formu

Tarih		BAŞLANGIÇ TEHLİKE ANALİZİ RİSK DEĞERLENDİRME FORMU				Değerlendirme No	
Proses/Sistem						Düzenleyen	
Alt Sistem						Revizyon No	
Dizayn Rehberi						Revizyon Tarihi	
Takım						Sayfa	
Potansiyel tehlike eleman	Tehlikeli olay nedeni	Tehlikeli durum	Korunma kaybı	Kaza	Şiddet frekans	Düzeltilici önlem	

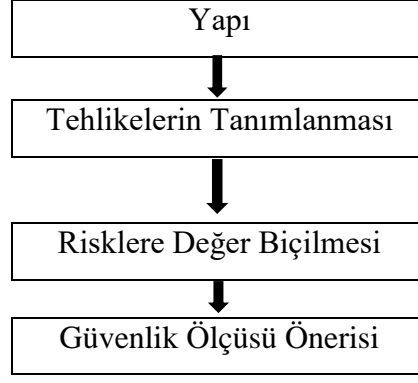
Bu metotta eski deneyimlerin değerlendirmesi yapılmaktadır. Firmada daha önce meydana gelmiş tehlikeli durumlarla hadiseler veri olarak kullanılmaktadır. Bu sayede firma için tanımlanmış olan tehlikenin ne sıklıkta söz konusu olduğu ve meydana getirebileceği zararların boyutları ele alınmaktadır. Firma yeni

kurulmaktaysa ve önceki kayıtlarda söz konusu bilgiler yoksa aynı işkolundaki diğer bir şirketin önceki kayıtları veri olarak risk analizinde kullanılabilir. Söz konusu bilgiler çerçevesinde firmaya yönelik olarak amaç değerlendirmesi yapılabilmeye başlanarak gereken iyileştirmeler risk analiz raporunda belirtilmektedir. Söz konusu risk analiz metodunun tamamlanmasının ardından tespit edilen tehlikeler önceliklerine göre belirtilmekte ve tedbirler bu çerçevede alınmaktadır.

6.4.2 İş Güvenlik Analizi

İş Güvenlik Analizi (JSA), birey ya da gruplarca yapılan iş görevleri üstünde yoğunlaşmaktadır. İş küçük kısımlara ayırıp potansiyel tehlikelerle alınacak tedbirler tespit edilmektedir. Bir firma ya da fabrikada işlerle görevler iyi tanımlanmış ise söz konusu yöntem kullanılabilir. Değerlendirme, bir işten kaynaklı tehlikelerin tabiatını doğrudan irdelemektir. “İş Güvenlik Analizi” şeklinde isimlendirilen analiz 4 evreden müteşekkildir. Bir işletmede işlerle görevler iyi tanımlanmış ise bu metod idealdir. Değerlendirme, bir işten kaynaklı tehlikelerin tabiatını doğrudan irdelemektir. Söz konusu metod uygulanırken personele farklı sorular yöneltilip istenen güvenliğin temin edilip edilmediği değerlendirilir. Mesela işyerindeki araçların ergonomisi, uygun oluşu, iş ortamının koşulları, çalışma konumları sorulmaktadır. İş güvenliği değerlendirmesinde gerçekleştirilen faaliyetler operasyonların ayrıntısına girmeksizin ana riskler üstünde durmaktadır. Bu soruların sonucunda yapılan kontrollerle değerlendirmelerin neticesinde özgün standartlarda sapmalar elde edilip, tesisin toplamdaki iş güvenliğiyle performansının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. “İş Güvenlik Analizi” şeklinde isimlendirilen değerlendirme 4 evreden oluşmaktadır ve evreleri Şekil 6.3’de ortaya konmuştur.

1-Yapı: JSA'nın birinci evredir. Bu evrede görev adımları ya da alt görevler tespit edilir. Bunlar numaralandırılıp detaylı şekilde analize tabi tutulur. Söz konusu adımları bozma olasılığı bulunan durumlarla yapının tespit edilmesi temel anlayışını içermektedir.



Şekil 6. 3 : Güvenlik Analizi Aşamaları

2-Tehlikelerin tanımlanması: Bu aşamadaysa ilk kısımda tespit edilen alt görevler teker teker ele alınır. Bu sayede alt görevlere zarar verebilecek tehlikeler tespit edilmektedir. Aşağıda olduğu gibi farklı sorular tehlikelerin tespit edilmesine yardım etmektedir.

- Hangi tip zarar gerçekleşebilir?
- Zarar/Tehlike için bir çeklist kullanım için hazırlanabilir mi?
- Çalışma esnasında özel bir problem veya sapma meydana çıkabilir mi?
- Görevi yapmak için diğer bir yol var mı?
- Tehlikeli materyal, teçhizat, makina vb. içeriyor mu?
- İş görevi zor mu?

3- Risklere değer biçilmesi: Tehlike ya da sorunların tümü tanımlanmaktadır. Tespit edilen riskler kendi içinde önem sırasına konmaktadır. Şiddetin neticesine dayalı olarak, maruz kalabilecek birey sayıyla oluşma ihtimaline dayalı olarak tespit edilen risklere değer biçilmektedir.

4- Güvenlik Ölçüsü Önerisi: İş Güvenlik değerlendirmesine yönelik olarak tavsiye edilen güvenlik ölçümünün önemli bir avantajı uygun kontrol ölçümünün çok kolayca ortaya çıkarılabilmesidir. Bu evrede ortaya konabilecek bir gayret de risklerin azaltılmasına yönelik olarak bu görevde tehlike/riske neden olan yolda kağıt üstünde önerilerde bulunmaktır. Alışlagelen çalışma ve yöntemlere kullanılıyorsa alternatif yöntemler tavsiye edilir. İş yapılırken belirlenen tehlikenin gerçekleşme olasılığı derecelendirmesi, Tablo 6.3'e göre yapılır. Risk potansiyelinin derecelendirilmesi ise Tablo 6.4'e göre yerine getirilir.

Tablo 6. 3 : Bir Görev Esnasında Tehlikenin Gerçekleşme İhtimali

OLASILIK	DERECELENDİRME
SIK SIK	10 saat veya fazla
ARA SIRA	6-9 saat
SEYREK	3-5 saat
ÇOK SEYREK	Olası olmayan

Tablo 6. 4 : Bir Görev Esnasında Tehlikenin Risk Potansiyeli

RİSK POTANSİYELİ	DERECELENDİRME
HAFİF	Geçici sakatlığa,hastalığa ya da yaralanmalara neden olacak durum ya da şart
ORTA	Ciddi yaralanmalara ya da hastalıklara,bunların neticesinde iş gününde kayba, ekipmanla malzeme kaybına yol açan şart ya da iş
CİDDİ	İnsanların hayatını tehlikeye sokacak,kalıcı sakatlığa neden olacak veya iş gücü,ekipman ya da malzeme kaybına yol açacak durumlar

Söz konusu tehlikelerin risk potansiyellerinde analizinden sonra tehlikenin şiddetleri tespit edilir. Tehlike şiddetleriyle ihtimal düzeylerinin çarpımının neticesinde halihazırda analiz edilebilecek sayısal risk değerleri oluşmaktadır ve Tablo 6.5’de ortaya konmaktadır. Risk = İhtimal x Şiddet, söz konusu değerlerin neticesinde sağlanan sayısal verileri kullanılıp oluşturulan risk analiz matrisindeki renkler çerçevesinde risk seviyelendirilir. Buradan sağlanan neticeye göre kontrol önlemler alınmaktadır.

Tablo 6. 5 : İş Güvenliği Analizi Risk Derecelendirilmesi

POTANSİYEL	OLASILIK			
	SIK SIK	ARA SIRA	SEYREK	ÇOK SEYREK
HAFİF	4	3	2	1
ORTA	8	6	4	2
CİDDİ	12	9	6	3

Tablo 6.5'deki matriste kırmızı “kabul edilemez” riskleri belirtirken, sarı “dikkate değer” riskleri, açık maviyse “kabul edilebilir” riskleri belirtmektedir.

Tablo 6. 6 : İş Güvenlik Analizi Risk Değerlendirme Formu

İŞ GÜVENLİK ANALİZİ RİSK DEĞERLENDİRME FORMU						
Yer:	Revizyon No:		Revizyon Tarihi:			
Tarih:	Formu Doldurana:		Bünye:			
Referans:	Tehlike (Kazalanın potansiyel nedeni)	Risk Potansiyeli (A)	Olasılık (B)	Risk Sınıflaması (A*B)	Etkinlik (İlanuz salınacak tehlike için yarma gerekecek olduğu anlamına)	Ölçümler
KOD						
A01						
A02						
A03						
A04						
A05						
B01						
B02						
B03						

Tablo 6.6’da gösterilen form son aşama olarak kayıt edilmeli ve sürekli gözden geçirilerek güncellenmelidir. İş güvenliği değerlendirmesinde gerçekleştirilen faaliyetler operasyonların ayrıntısına girmekesizin temel riskler üstünde durmaktadır. Söz konusu sorulardan sağlanan kontrollerle değerlendirmelerin neticesinde özgün standartlarda sapmalar elde edilip, kurumun toplamdaki iş güvenliğiyle performansının geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

6.4.3 Olursa Ne Olur?

İncelemelerle halihazırdaki tehlikeler belirlenmektedir. Profesyonel personel dışındaki şahısların da uygulayabilmesi olasıdır. Çalışma “Olursa ne olur?” sorusuyla başlamaktadır ve sorular için verilecek yanıtlar üstüne oluşturulmaktadır. Verilen cevaplarla tüm tehlikeler için öneriler alınmaktadır. Kısacası risk analiz raporunda tehlikelerle tedbirler bulunmaktadı fakat söz konusu metotta analizi yapacak kişiden dolayı ortaya çıkabilecek kimi riskler vardır. Bu metot profesyonel risk analisti gerektirmediginden gözden kaçırılabilir tehlikeler olmaktadır ve analist/analistler devamlı olarak aynı noktaya odaklanarak değişik riskleri değerlendirmeyebilmektedir. Bundan dolayı değerlendirme neticeleri, analistlerden fazlası ile etkilendiginden güvenilirliğinin irdelenmesiyle kontrollerin arttırılması lazımdır.

Bu metot, prosedürlerin gözden geçirilmesi esnasında faydalıdır, mevcut kaçınılmaz potansiyel tehlikelerin belirlenme oranını yükseltmektedir. İşlemlerin belli bir evresinde uygulanabilmektedir. “Olursa ne olur” metodu mühendislerle öteki

şahıslardan müteşekkil, akış diyagramlarıyla işlem prosedürlerini ele alan ve beklenmedik bir şey vuku bulması halinde ne olabileceğini değerlendiren bir gruptan müteekkildir. Mesela “reaktör belirlenmiş sıcaklıkta değilse ne olur?” vb. bu fikri durumların yanıtı potansiyel sorunları ortaya çıkarmaktadır. Söz konusu süreç tehlike analizi metodu normal şartlarda yalnızca laboratuvar denemeleri vb. basit, küçük ölçekte süreçler için kullanılmaktadır. Daha kompleks süreçler için daha sıkı HAZOP metodu kullanılmaktadır. “Olursa ne olur” değerlendirmesi; tehlikeleri tespit etmek üzere bazı soruları soran bir metottur.

Söz konusu tekniğin avantajları:

- 1) Hiçbir özel teknikle hesaplama vasıtasına gereksinim hissedilmez.
- 2) Üretilen sorular, küçük değişikliklerle projede kullanılabilir.
- 3) Basit bir çizelge şeklinde özetlenebilir.

Söz konusu tekniğin dezavantajları:

- 1) Öteki değerlendirme metotları gibi bir profesyonel ekiple çalışmak lazımdır ve bu da fazla maliyet demektir.
- 2) Yaratıcı sorular geliştirmek ve yanıtlarını bulmak hususunda çalışma grubunun tecrübe ve sezgisine bağlıdır.
- 3) Hiçbir kalitatif neticesi bulunmaz, yalnızca sayısal neticelere dayanıp karar verilmektedir.

Söz konusu metot farklı disiplinlerdeki grup üyelerinin deneyimlerine dayanması ve bu gruptaki üyelerin deneyimlerine dayalı olarak neticelerin çok fazla etkilenmesinden dolayı informal bir yöntemdir. Bütün öteki analiz yöntemleri gibi bu metotta da doğru soruların ortaya konması için tecrübeli ve profesyonel bir kişi veya ekipten destek alınması gerekir. Sonuç olarak gerçekleştirilen risk değerlendirmesinin neticeleri kantitatif ve nicel bir değer vermez. Meydana gelen değerlendirmeyi son evre olarak Tablo 6.7’de gösterildiği gibi rapor haline getirilmelidir [162].

Tablo 6. 7 : Olursa Ne Olur ? Metodolojisi Temelli Teknolojik Risk Değerlendirmesi

“Olursa Ne Olur?”	Sonuç	Tavsiye	Sorumlu Personel	Alınan Eylemin Zamanı
1.....Olursa ne olur?				
2.....Olursa ne olur?				
3.....Olursa ne olur?				

6.4.4 Çeklist İle Birincil Risk Analizi

Kontrol listeleri kullanılıp birincil risk değerlendirmesi güncel gereksinimlere ve teknolojinin durumuna dayalı olarak kontrol listelerine göre tanzim edilen bir yöntemdir. Gayesi, tespit edilen iş sahasında ortaya çıkan ya da çıkma olasılığı bulunan riskli sahaların belirlenmesi ve belirlenen tüm alanlar için kaza olasılıklarını tespit etmektir. Süratli çözümler elde edebilmek üzere fazla ayrıntı içermeyecek biçimde geliştirilmiştir.

Çeklist (kontrol listesi) bir tesis veya sürecin bütün tüm donanımlarıyla aletlerinin tam olup olmadığını ya da problemsiz çalışıp çalışmadığını saptamaktadır. Çek listelerindeki özel sorular ile değerlendirmeleri gerçekleştirilen kurumun eksikleri saptanmaktadır, tedbirler kataloğuyla yapılması gerekli olan düzeltmeler önerilmektedir. En verimli neticeler, uzun tecrübeler dayalı ya da tecrübeli uzmanlarca hazırlanan listelerden alınmaktadır. Listelerdeki noksanlar için “Birincil Risk Analizi (PRA)” uygulanıp gereken tedbirler belirlenmektedir. Söz konusu listelerde tespit edilen tehlikeler sonradan risk değerlendirme formunda incelenmektedir. Bu metottan tam olarak yararlanılmak isteniyor ise tecrübeli profesyonellerce tanzim edilen kontrol listelerinin kullanılması lazımdır. Aşağıdaki Tablo 6.8’de örnek bir “Kontrol Listesi Tablosu” vardır.

Çeklist kullanımından verimli neticelerin alınabilmesi için tecrübeli profesyonellerce tanzim edilmiş olması lazımdır. Çeklist kullanmanın faydalarını verecek olursak;

- Bir firmadaki ya da sistemdeki tesisat ya da ekipmanın tam olup olmadığını ya da düzgün bir biçimde çalışıp çalışmadığını belirler,
- Kontrol edilecek noktaların atlanmasını önler,

- Listelerdeki sorular firmaya özgü hazırlandığından, risk değerlendirmesi gerçekleştirilen tesisin eksikleri saptanmaktadır,
- Listelerdeki noksanlarla ilgili olarak PRA uygulup gereken tedbirler belirlenmektedir.

Tablo 6. 8 : Birincil Risk Analizi Kontrol Listeleri Tablosu Örneği

BİRİNCİL RİSK ANALİZİ KONTROL LİSTELERİ			
Süreç:	Bölüm:		
	Tarih:		
Alt Süreç:	Düzenleyen:		
	Onaylayan:		
Sayfa No:	İlgili Dökümanlar:		
KONTROL MATRİSİ	EVET	HAYIR	GEREK SİZ
1.....			
2.....			
3.....			
4.....			
Form No:.....			

Bu metotta evvela firma veya süreç için bütün donanımlarla aletlerin tam olup olmadığı ya da problemsiz işleyip işlemediği tespit edilir. Kontrol listelerindeki belli özel sorular ile değerlendirilen firmanın eksiklikleri tanımlanmaktadır. Oluşturulan tedbirler kataloğuyla yapılması gereken düzenlemeler tavsiye edilmektedir. Burada verimli ve etkili neticeler alabilmek üzere kontrol listelerini tanzim edenlerin alanında tecrübeli ve profesyonel şahıslar olması lazımdır. Ardından kontrol listeleriyle tespit edilen tehlikelere yönelik olarak birinci risk analizleri uygulanmaktadır.

6.4.5 Birincil Risk Analizi

PRA'nın gayesi, sistem ya da sürecin potansiyel tehlikelerini belirleyerek değer biçmektir ve belirlenen tüm potansiyel tehlikelerle ilgili olarak az veya çok kaza

olasılıklarını tespit etmektir. PRA yapan bir değerlendirmeci, tehlikeli parçalarla durumları ortaya koyan kontrol listelerine güvenip söz konusu değerlendirmeyi yapmaktadır. Bu listeler tercih edilen teknolojiyle gereksinime dayalı olarak tanzim edilmektedir. Söz konusu listelerdeki tehlikeler sonradan risk değerlendirme formunda da analiz edilmektedir, formlarda muhakkak "Ciddiyet" ile "Sonuç" değerlendirilmelidir. "Önleyici Ölçümler" ile "Önlemlerin Yerine Getirilme Ölçümleri" başlıklarındaysa tehlikelerin giderilmesi veya kontrol edilmesine yönelik evreler ifade edilmektedir. Söz konusu yöntem geniş çerçeveli ayrıntılar temin etmek için tasarlanmaktadır. Bundan dolayı PRA yöntemi bir projeyi yerine getirmeden evvelki "çevresel değerlendirmeden" öteye gitmez. PRA yöntemi sistemin kurulmasıyla kullanıma geçmesi evresinde risklerin gözlemlenmesine yönelik olarak kullanılabilir.

PRA, bir çalışmayı yaparken meydana gelebilecek kazaları değerlendirebilmek üzere tercih edilen sistemli bir metottur. Tüm kazalar için değerlendirme, kazaları engellemek ya da kaza sebeplerini engellemek üzere çok belirgin korunma yollarını tanımlamaktadır. Birincil risk analizi meydana gelebilecek kazayla alakalı riskleri, şiddet düzeyini azaltıcı şekilde önerilerde bulunmasına yardımcı olmaktadır. Kazanın tanımlanabilmesine yönelik olarak şu sorunun cevabı aranmaktadır? "Bir faaliyeti yerine getirirken ne gibi potansiyel kazalar meydana gelebilir?" Birincil risk değerlendirmesi, söz konusu aktiviteyi gerçekleştiren ekibe analizden düşük riske sahip kazaların çıkarılmasını sağlayıp analizin düzene konmasını temin eder. Etkide bulunan hadiseleri tanımlamak üzere "Bu faaliyeti yaparken, bu kazanın oluşmasına katkıda bulunan en önemli olay nedir?" sorusuna aşağıda gösterilen kısımlar cevap olarak aranmaktadır.

- İnsanların hatası,
- Teçhizatın devre dışı olması veya hatalı çalışması,
- Donanımdaki sistem hataları,
- Yönetimle alakalı zaafklar, vb.

Engelleyici ve hafifletici korunmayı açıklamak üzere "Bu faaliyeti yaparken, hangi mühendislik veya yönetim kontrolünün bu alanda kullanılması kazanın frekansını ve şiddetini azaltmada yardımcı olur?" sorusuna aşağıda gösterilen kısımlar cevap olarak aranmaktadır.

- Yönetim ile alakalı prosedürler,

- Planlar
- Eğitimle bilgilendirme
- Ekipmanlar, vb. ele alınıp faaliyet bitirilir.

6.4.6 Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi

HAZOP yöntemi kalitatif bir yöntem olup kimya sanayiinde tehlikelerin tanımlanması noktasında yardım etmesi için süreç tasarım evresinde ve süreci işletme sırasında yaygın şekilde tercih edilir.

Faaliyet çok disiplinli bir ekipçe tehlikeyle kaza odaklarının belirlenmesi ve yok edilmesi için çalışmaktadır. Çalışmalara dahil olanlar belli sorular sorup bir hadisenin vuku bulması ve bulmaması halinde ne tür neticelerin meydana gelebileceğini değerlendirmektedir. Anahtar sözcükler “az, fazla, hiç, kısmen” vb. sözcükleri kapsar. Söz konusu anahtar kelimelerle kimya süreçlerine etkiye bulunabilecek halihazırdaki sürece özgü “basınç, sıcaklık, akışkanlık” vb. sözcükler, durumları belirtmek üzere tercih edilir. Kabul edilebilir risklerle kabul edilemez riskler tespit edilip bunlara karşı alınması gerekli olan tedbirler tespit edilir. Firmanın tümüne dönük bir risk analizinin yapılabilmesine yönelik olarak HAZOP’un yanında öteki risk analiz metodları da tercih edilmelidir çünkü firmada sadece kimyevi süreçler değil, “elektrik, mekanik, depolama, taşıma vb.” öteki riskler de olabilir.

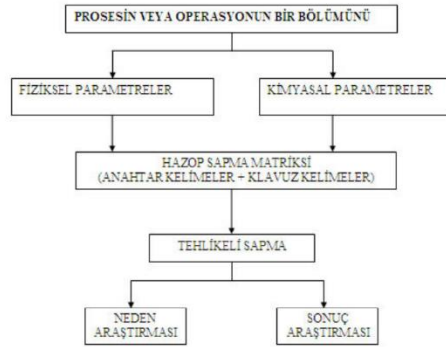
Tehlike sahalarının tespit edilmesi, analizlerin yapılmasıyla söz konusu tehlikelerin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak tatbik edilmektedir. Uygulama sırasında beyin fırtınası gerçekleştirilir. Değişik uzmanlık alanlarına sahip bireyler toplanarak tespit edilen tehlikelerle ilgili sorular sorulup tehlikeler oluşmadan alınması gerekli olan tedbirlerle oluşması halinde yapılması gerekenlere ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. Analistlerin kurduğu ekip, tespit edilen her bir durumla ilgili olarak analizleri ayrı ayrı gerçekleştirir. Risk puan hesaplamasına gidilmez. Belirlenen fiziki ve kimyevi parametrelerin durumlarını nitelemek üzere Tablo 6.9’deki gibi anahtar sözcükler kullanılır. Anahtar kelimelerle dizayn parametreleri matrisi oluşturulup neticelere ulaşılır [163].

HAZOP yöntemi genel olarak teknolojik kazalarla ilgilenen ya da acil durum planı geliştirmeyi isteyen firmalarca tercih edilir. Basit teknolojik süreçlerde ve çevresel risk değerlendirilmesinde de tercih edilir.

Tablo 6.9 : Tehlike ve İşletilebilirlik Matrisi Anahtar Kelimeler Tablosu

Anahtar Kelimeler	Anlamı
Fazla(more)	Kantitatif çoğalma
Az(less)	Kantitatif azalma
Hiç(none)	Mevcut değil
Ters(reverse)	Öngörülen yönün aksine
Parçası(part of)	Sistemin bir bölümü olması gerekenden farklı
... kadar iyi (as well as)	Aynı derecede
... dan başka (other than)	Tamamen farklı

HAZOP firmadaki süreç ya da operasyonlar evresindeki tehlikeli sapmaların belirlenmesi evresinde etkilidir, fakat bir firma süreçlerin yanı sıra öteki “mekanik, elektrik, depolama vb.” yardımcı çalışmalarda bulunur, bu da Şekil 6.4’dedir. Söz konusu çalışmalarda meydana gelebilecek tehlikelerin belirlenmesine yönelik olarak öteki risk değerlendirme metotlarından biri ya da birkaçı da tatbik edilmelidir [163].



Şekil 6. 4: HAZOP Tehlikeli Sapma Hipotezi

6.4.7 Hata Ağacı Analizi Metodolojisi

“FTA” terimi, 1962 senesinde Bell Telefon Laboratuvarlarında, Minutemen kıtalararası balistik füze hedefleme kontrol sisteminin güvenlik değerlendirmesini yapmak için tasarlanmıştır. Kalitatif ve kantitatif bir metottur ve tümdengelim yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen bir risk değerlendirme metodudur. Hata ağacı değerlendirme metodunda erek, işletme içinde insan, makine, tasarım gibi pek çok durumdan kaynaklanan hataları belirlemek ve alt faktörlere ayırıp analiz etmektedir. Evvela istenmeyen hadiseler belirlenir, daha sonra istenmeyen hadiseye yol açabilecek

hadiseler bir ağaç şeklinde şemalaştırılarak hadiselerin özüne ulaşılmaktadır. Sakıncalı hadise, daha evvel tanımlanan olayla hataların nedensel münasebetleridir. FTA bir firmadaki işlerle alakalı ciddi hataların ya da temel (majör) hataların, sebepleriyle potansiyel karşıt tedbirlerin grafikte ifadesidir.

Bu metotta ortaya çıkan bir sonucun üstünden mesela “patlama, yaralanma, cihaz arızası, yangın vb.” bir sonuçtan hareket edilerek değerlendirmelerde bulunulur. FTA, en fazla kullanılan güvenlik değerlendirmesi ve risk analizi yöntemidir. Oluşabilecek hataların önemli neticelere yol açabileceği ve ayrıca ciddi miktarlarda iktisadi kaynağın tehlike analiziyle ilgili olarak ayrılabilirdiği kompleks teknik sistemler için önem arz eder. Metot çok güçtür ve uzman bir grup tarafından tercih edilmelidir. Bu metotta evvela halihazırdaki firma için muhtemel tehlikeli neticeler tanımlanmaktadır. Bu neticenin oluşabileceği ilgili bölüm ya da süreç seçilip tüm riskler için kök nedene ulaşana dek tanımlamalarda bulunulur. FTA, üç ana aşamada tatbik edilir:

- Sistem değerlendirmesi,
- Hata ağacının kurulması,
- Hata ağacının analizi son aşaması olup Şekil 6.5’de gösterilmektedir[135].



Şekil 6. 5 : Hata Ağacı Analiz Aşamaları

FTA aşamaları uygulamaya geçilirken aşağıdaki adımlar takip edilmelidir.

1. Değerlendirme için bir süreç ya da bölüm tercih edilir, diyagram üzerine bir kutu çizilerek bileşenler içerisine liste halinde yazılır.
2. Prosesle alakalı önemli arızalarla tehlikeler belirtilir.
3. Riskin nedeni açıklanır ve riskin altına olası tüm nedenler listelenerek daireler içerisinde riske bağlanır.

4. Bir kök nedene doğru ilerlenir. Tüm riskler için nedenlere ulaşana dek tanımlanır.

5. Tüm kök nedenler için karşıt ölçümlere yönelik tanımlamala yapılır. Beyin fırtınasıyla tüm önemli risklerin kökleri tespit edilir. Tüm karşıt ölçütlere yönelik olarak bir kutu oluşturulur ve ilgili kök nedenin altına kutularla ilgili olarak nedeni ve karşıt kriterleri birbirlerine bağlanır. Bütün bu amaçlarla ilgili olarak FTA öteki yöntemlerdeki gibi erekların belli olduğu sistemli bir yol takip etmek gerekir. Bu da genellikle “tanımlama, planlama, değerlendirme ve sonuçların analizi ve önerilerin belirlenmesi” adımlarından oluşur.

6.4.8 Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi

FMEA çok yaygın şekilde tercih edilen nicel bir metottur. Firmanın tümü veya bir kısmı ele alınıp, buradaki malzemelerle araçların yol açabileceği kazalarla arızaların tüm sistemi ne şekilde etkileyebileceği ve meydana gelebilecek neticeler ele alınır. Bilhassa otomobil sektöründe daha yaygın olarak kullanılır. FMEA'nın amacı sistemde meydana gelebilecek risk, hata ve sorunları algılamak, bunları kendi içinde öncelik sırasına koymak ve söz konusu sorunlar meydana gelmeden engellemek ya da tesirlerini minimuma indirmektir. FMEA yapısal bakımdan devamlı olarak bir hata söz konusu olur ise bunun neticesinde nelerin olacağını değerlendirir ve risklerin sayısal bakımdan analizine olanak sağlar. FMEA'da sorunlar numerik bir skor ile ele alınır.

FMEA, herhangi bir hatanın nerede ve ne şekilde oluştuğunu tanımlayan ve söz konusu hataların ilişkili olduğu değişik kusurlara dönük bölümlerin, değişime gereksinim hisseden süreçlerini ele almak için değerlendiren proaktif ve sistemli bir metottur. FMEA, riskleri öngörerek hataları engellemeye dönük kuvvetli bir değerlendirme metodudur. Konvansiyonel risk analizi ile karşılaştırıldığında, ihtimal ve ağırlık etkeninin yanı sıra belirlenebilirlik çarpanını ilave etmesi öne çıkan bir farktır. FMEA faaliyetinde tespit edilen tüm hatalarla ilgili olarak ihtimal, ağırlık ve belirlenebilirlik öngörüsü yapılır. FMEA, yüzlerce hata tipinin tümüne iyileştirme yapılmasının yerine evvela sistem için en önemli katkıyı sunacak olan hata tiplerini ele alıp çözümler ortaya koyar. FMEA'yla projenin hazırlanması noktasında, yapının da üretimiyle montajı esnasında meydana gelebilecek hataları, bunların nedenlerini, hataların müşteri ile pazarda ortaya çıkaracağı tesirlerin değerlendirmesi gerçekleştirilir ve hataların daha ortaya çıkmadan evvel yok edilmesi temin edilir.

Muhtemel hata türleriyle tesir değerlendirmesi yönteminin yaygın olarak kullanılabilen dört çeşidi mevcuttur:

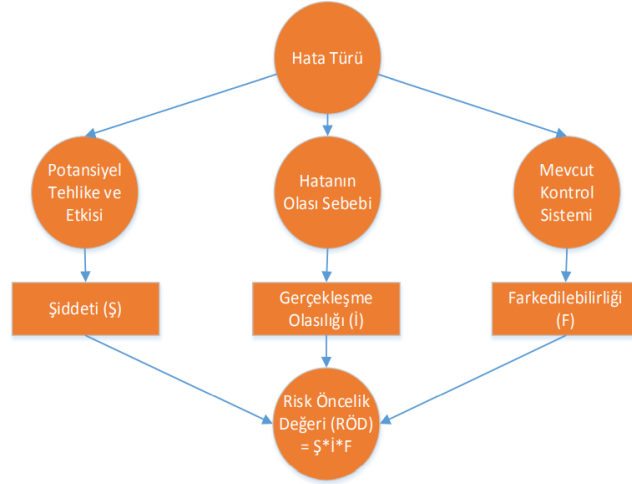
1. Sistem FMEA: Sistemle alt sistemlerin analizini yaparak, sistemdeki noksanlardan dolayı oluşan işlevleri arasındaki potansiyel hata tiplerini tespit etme konusunda yararlanır. Ereği, sistem kalitesini, güvenilirliğini ve korunabilirliğini arttırmaktır. Sistem FMEA’la sisteme etkide bulunan potansiyel hataların ortaya çıkabileceği sahalarda daralır, sistem içinde gerçekleştirilecek işlemlerle ilgili olarak bir temelin inşa edilmesine yardımcı bulunur, sistem içindeki fazlalıkların belirlenmesini temin eder. Sistem FMEA’nın faydaları arasında yüksek potansiyelli problemlerin daha hızlı bulunabileceği ve sistem içerisindeki fazla yüklerin tespit edilmesinde yardımcı olması söylenebilir.

2. Tasarım FMEA: Tasarım hatalarına dayalı olarak meydana gelen hata tiplerine dönük olarak imalata başlamadan evvel ürünlerin analizinde kullanılmaktadır. Bu sayede tasarım geliştirme faaliyetleri ile alakalı önceliklerin tespit edilmesi, potansiyel hataların tasarım evresindeyken belirlenmesi söz konusu olur. Firma için önemli ve kritik durumların tespit edilmesine de yardım edilir. Tasarım FMEA’nın en önemli faydası potansiyel hataların tasarım sürecindeyken saptanması olduğu bilinmektedir.

3. Süreç FMEA: Firma için imalat ya da montaj esnasındaki hatalardan oluşabilecek hataları yok etmek, imalat ve montaj sürecinin analizini yapmak için de kullanılır. Kritik ya da önemli olan hataları belirleme ve kontrol planı oluşturma noktasında yardım olunur, süreç evresinde ortaya çıkabilecek hataları tespit eder ve bununla ilgili tedbirlerle alakalı planlar oluşturur.

4. Servis FMEA: Organizasyonla ilgili aksaklıkların analizinde tercih edilir. Söz konusu analizin uygulanması ile organizasyonla ilgili faaliyetler arasında önceliklendirmelerin yapılması temin edilir. İş akışının, sistemle süreç analizinin aktif bir biçimde gerçekleştirilmesinde, firmadaki hatalarla önemli işlerin tespit edilmesinde ve kontrol planlarının gerçekleştirilmesinde yol gösterme gibi avantajları vardır.

FMEA’da “risk öncelik değeri (RÖD)” muhtemel sorunun tesir seviyesi olan “şiddet (Ş)” kaç kere tekrarlanacağını ortaya koyan “gerçekleşme olasılığı (İ)” kolay bir biçimde belirlenip belirlenemeyeceğini belirten “fark edilebilirlik (F)” puanlarının çarpımlarıyla hesaplanmaktadır. FMEA bileşenleri, Şekil 6.6’da gösterilmektedir[135].



Şekil 6. 6 : FMEA Bileşenleri

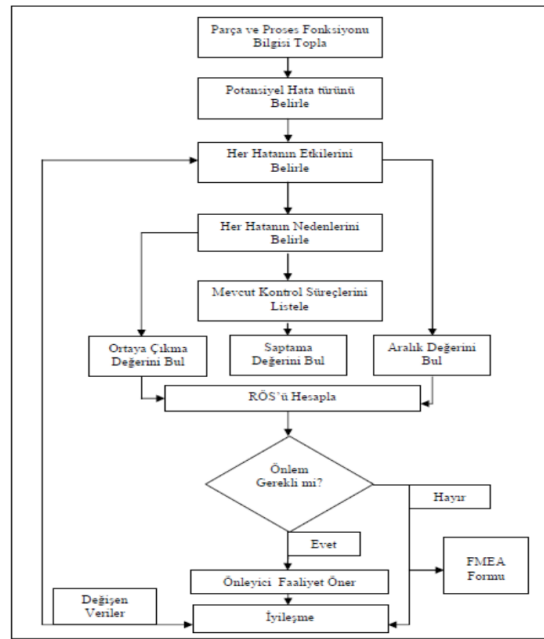
FMEA analizi yapılır iken evvela muhtemel tehlikelerle hatalar tespit edilir, bunların meydana gelme olasılığıyla etkileri (ağırlığı) ve öncelikleriyle belirlenebilirlikleri tespit edilir. Söz konusu bileşenlerin değerlerini belirleme noktasında birçok metot bulunur. Yaygın şekilde tercih edilen, nicel değerlerin kullanılmasıdır. RÖD, kritiklik sayısı ile ilgili bir göstergedir. RÖD tüm hata türleri ya da sebebi için olma ihtimali, ağırlıkla belirlenebilirlik vb. 3 risk etkeni merkeze alınıp tespit edilen sayısal değerdir. Bu değerinin hesaplanması noktasında, sözel ya da muhtemel olarak tanımlanmış olan risk etkenlerinin belli bir sayı aralığındaki değerleri baz alınır. RÖD'le tüm hata türleri için riskler tanımlandığı için en önemli RÖD' e sahip olandan başlayıp kısa dönemde minimuma indirgenmesi, uzun vadede ortadan kaldırılması, için alınacak düzeltici önlemler tespit edilir.

“Hata Türü ve Etki Analizi” 9 ana evreden oluşur:

1. FMEA amaçlarıyla seviyelerinin tespit edilmesi için planlama yapılmalıdır.
2. FMEA'nın gerçekleştirilmesiyle ilgili olarak özel prosedürlerle ana kurallar ve kriterler tanımlanmalıdır.
3. İşlemlere, etkileşim sahalarına, çalışma evrelerine, çalışma türleriyle çevreye dayalı olarak sistem analizi belirtilmelidir.
4. Süreçlerin, karşılıklı bağlantılarla bağımlılıkların gösterilmesiyle ilgili olarak hata ağacı şemalarıyla görev ve güvenilirlik şemaları ve bunların değerlendirilmesi yapılmalıdır.
5. Potansiyel hata tipleri tanımlanmalıdır.

6. Hata türleriyle tesirlerinin değerlendirilmesiyle tasnifi gerekmektedir.
7. Hataları engelleyecek ve kontrol edecek tedbirlerin akışı tanımlanmalıdır.
8. Tavsiye edilen tedbirlerin etkileri değerlendirilmelidir.
9. Son olarak sonuçlar belgelendirilerek analiz tamamlanmalıdır.

FMEA süreci algoritması Şekil 6.7'de belirtildiği gibi planlı bir şekilde yapılmalıdır. Olası hata türleri ve etki analizinde risk belirlenirken ağırlığın (şiddet) etkisi aşağıda yer alan Tablo 6.10'da belirtilmiş etkenlere göre belirlenir. Şiddetin etkisi belirlendikten sonra, hata olma olasılığı Tablo 6.11'de derecelendirilir. Son olarak saptanabilirlik derecesi Tablo 6.12'de belirlenir. Çıkan derece değerleri çarpılarak Tablo 6.13'de yer alan risk öncelik karşılığına göre risk düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak adlandırılır[163].



Şekil 6. 7 : FMEA Süreci

Tablo 6. 10 : Ağırlığın Etkisinin Sınıflandırılması (Ş)

ETKİ	AĞIRLIĞIN (ŞİDDETİN) ETKİSİ	DERECE
Uyarısız Gelen Yüksek Tehlike	Felaketlere neden olabilecek etkisi bulunan ve uyarısız gelen potansiyel hatalar	10
Uyarısız Gelen Tehlike	Yüksek hasarlarla toplu ölümlere neden olabilecek etkisi bulunan ve uyarısız gelen potansiyel hatalar	9
Çok Yüksek	Sistemin tamamıyla hasar görmesine neden olan yıkıcı etkisi bulunan ağır yaralanmalara, 3.derece yanık, akut öüm vb. etkisi olan hata türleri	8
Yüksek	Ekipmanın tamamıyla hasar görmesine yol açan ve ölüme, zehirlenme, 3.derece yanık, akut öüm vb. etkileri bulunan hata türleri	7
Orta	Sistemin performansına etkide bulunan organ kaybı, ağır yaralanmalar, kanser gibi durumlara neden olan hatalar	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş görmezlik, ikinci derece yanık, beyin sarsıntısı gibi etkileri bulunan hatalar	5
Çok Düşük	İncinme, küçük kesiklerle sıyrıklar, ezilmeler gibi hafif yaralanmalarla kısa süreli rahatsızlıklara yol açan hatalar	4
Küçük	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hatalar	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşalara neden olan hatalar	2
Yok	Etki yok	1

Tablo 6. 11 : Hatanın Ortaya Çıkma Sıklığı ve Derecesi Olasılık Tablosu (İ)

Hatanın Oluşma Sıklığı	Hatanın Olasılığı	Derece
Çok Yüksek : Kaçınılmaz Hata	1/2'den fazla	10
	1/3	9
Yüksek Tekrar : Tekrar Hata	1/8	8
	1/20	7
Orta : Ara Sıra Olan Hata	1/80	6
	1/400	5
Düşük : Nispeten Az Olan Hata	1/2000	4
	1/15000	3
Pek Az : Olası Olmayan Hata	1/150000	2
	1/150000'den düşük	1

Tablo 6. 12 : Saptanabilirlik Tablosu (F)

SAPTANABİLİRLİK	SAPTANABİLİRLİK OLASILIĞI	DERECE
Fark Edilemez	Potansiyel hatanın sebebinin ve sonraki hatanın belirlenebilirliği mümkün değil	10
Çok Az	Potansiyel hatanın sebebinin ve sonraki hatanın belirlenebilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın sebebinin belirlenebilirliği uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel hatanın sebebinin ve izleyen hatanın belirlenebilirliği çok düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın sebebinin ve sonraki hatanın belirlenebilirliği düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın sebebinin ve sonraki hatanın belirlenebilirliği orta	5
Yüksek Ortalama	Potansiyel hatanın sebebinin ve sonraki hatanın belirlenebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın sebebinin ve sonraki hatanın belirlenebilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın sebebinin ve sonraki hatanın belirlenebilirliği çok yüksek	2
Hemen Hemen Kesin	Potansiyel hatanın sebebinin ve sonraki hatanın belirlenebilirliği hemen hemen kesin	1

Tablo 6. 13 : Risk Öncelik Sayısı (RÖS) Değerlendirme Tablosu

SIRA	RİSK ÖNCELİK KARŞILIĞI	KARAR
1	01-50 arası	Düşük Riskli
2	50-100 arası	Orta Riskli
3	100-200 arası	Yüksek Riskli
4	200-1000 arası	Çok Yüksek Riskli

6.4.9 Güvenlik Denetimi

Güvenlik denetimi (Safety Audit) gözlemle ve kontrol listelerinin uygulanmak suretiyle sistemin değerlendirildiği bir yöntemdir. Sistemdeki güvenlikle ilgili analiz, fabrika ziyaretlerinin yapılmasıyla kontrol listelerinin uygulanmasıdır. Fabrika ziyaretleriyle ve gelişmiş kontrol listeleriyle tecrübesi çok olmayan analistlerce ve tüm süreçlere uygulanabilen resmî bir modeldir. Tipik kontrol listeleri, spesifik sahalara dayalı olan tanımlamalarla tehlikeleri belirler.

Güvenlik denetiminin PRA'dan farklı tarafı, tehlikeli noktaların belirtilmesiyle buralardaki tehlikelerin tanımlanmasıdır. Güvenlik denetiminin

gerçekleştirilebilmesine yönelik olarak muhakkak risk haritalarının çıkarılması ve tasniflerin yapılması lazımdır fakat güvenlikle ilgili denetimler yapmak PRA yapmaktan daha kolaydır, bunun nedeni tehlikeli sahalar belirlenmiştir ve tasnif edilmiştir ve bu bölgeye özgü kontrol listeleri tanzim edilmiş, güvenlik uzmanının analizler yapması da kolay bir hal almıştır. Güvenlik denetimi çerçevesinde talimatlar, iç yönergelerle çalışma izinlerinin de oluşturulması lazımdır. Kaza, vaka araştırmasıyla raporlamasının da muhakkak yapılması lazımdır. Kaza, vaka araştırmasıyla raporlamasının da kesinlikle gerçekleştirilmesi lazımdır [134].

Güvenlik denetimi analizi yapılırken tehlikeli bölgenin sınıflandırılması yapılmakta ve bu bölgelerdeki tehlikelerin kontrol listesi raporunda belirtilmelidir. Kontrol listesi örneği, Tablo 6.14’de gösterilmektedir[135].

Tablo 6. 14 : Kontrol Listesi Örneği

Konu Başlığı	Kontrol Listesi
Bina Genel,Asansör ve Merdivenler	Merdivenlerin genişlikleriyle basamakların yükseklikleri uygundur.
	Merdivenlerde trabzanlar vardır.
	Merdivenlerin basamaklarının yüzey kısımları kaymayacak biçimdedir.
	Zeminde eşik, basamak vb.’yle ilgili gereken uyarılar bulunmaktadır.
	Temizliğin yapıldığı sahada kaymayı engellemek üzere gereken tedbirler alınmaktadır.
	Asansörler düzenli şekilde kontrol edilmektedir ve periyodik bakımlar gerçekleştirilmektedir.
	Bütün sahalarda gereken aydınlatmalar sağlanmıştır ve aydınlatmalar çalışır durumdadır.
	Binada acil çıkışlar tespit edilmiştir.Uyarılarla yön levhaları vardır.
	Yangın merdivenleri kullanılabilir haldedir.

6.4.10 Olay Ağacı Analizi

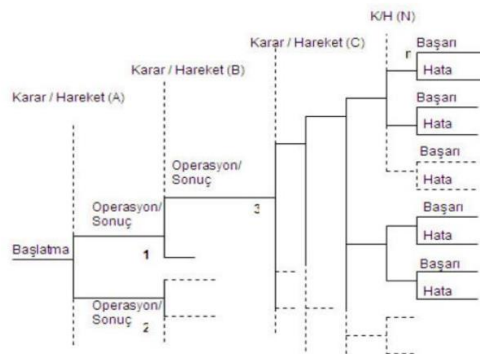
Nükleer endüstri alanında daha çok uygulanan bu yöntem, nicel ve nitel bir metottur ve tümevarıma dayalı olarak gerçekleştirilen bir risk değerlendirme metodudur. Söz konusu metotta evvela bir olay tasarlanmaktadır ve ardından bu hadisenin gerçekleşmesi halinde nelerin olabileceği değerlendirilmektedir. Ulaşılan neticelere uygun olarak alınabilecek tedbirler planlanmaktadır. Söz konusu metod birden çok işlemle koruma sisteminin bulunduğu firmalarda, mesela nükleer enerji santrallerinin işletilebilme analizi şeklinde kullanılır. Devamlı olarak çalışan ya da

stand-by olarak çalışan sistemlerin belli risk durumları karşısında vereceği yanıt ele alınarak sistemin başarısıyla hata ihtimal değerlendirmeleri gerçekleştirilebilir.

Bu metotta risk değerlendirmelerinde profesyonel bir kadroyla doğru senaryoların oluşturulması ve neticelerinin düzgün şekilde değerlendirilmesine yönelik olarak vakte gereksinim bulunmaktadır. Olay Ağacı analizi, başta seçilen olayın oluşmasının ardından meydana gelebilecek neticelerin akışını diyagramla ortaya koyan bir metottur. FTA'dan ayrı olarak bu metot tümevarımlı mantığı kullanmaktadır.

Birden çok sürecin bulunduğu sistemlerde halizırdaki aksamalar olduğunda oluşabilecek senaryoların belirlenmesinde ve analiz edilmesinde bu yöntem tercih edilir. Tehlikeden önce ve tehlike meydana gelirse, sonrasındaki durumlar kayıt altına aldığı için neticelere dayalı ana yöntemdir. Kazaların sıklığı ya da ihtimali tespit edilebilir. Araştırmadaki diyagramda başlangıç olaylarıyla sonuçlarındaki hasarlar birbirine bağlanmak suretiyle netice akışı takip edilebilir. Bu metotta başta herhangi bir vaka kurulur ve bunun oluşmasının neticesinde meydana gelebilecek neticeler değerlendirilir. Söz konusu değerlendirme neticelerin akış diyagramını ortaya koyan bir tekniğe dayanır. Bu analizin sonucundaysa meydana gelebilecek neticeler üstüne çözümler üretilir.

Şekil 6.8'de olay ağacı değerlendirmesinin genel diyagramı vardır. Buna göre diyagramın en solu başta meydana gelen olaydır, ardından sistemin olay esnasında ortaya koyacağı tepkiye dayalı olarak başarılı ya da başarısız olma halleri dikkate alınıp metotlar tespit edilir, sistem başarılı bir biçimde çalıştı ise diyagram dalı üste ayrılır iken, başarısız olma durumundaysa dal alta doğru ayrılır. Netice itibarıyla diyagramın en sağ tarafı olay yerindeki hasar durumunu verir. Bu biçimde tüm muhtemel neticeler tanımlanır [162].



Şekil 6. 8 : Olay Ağacı Genel Durum

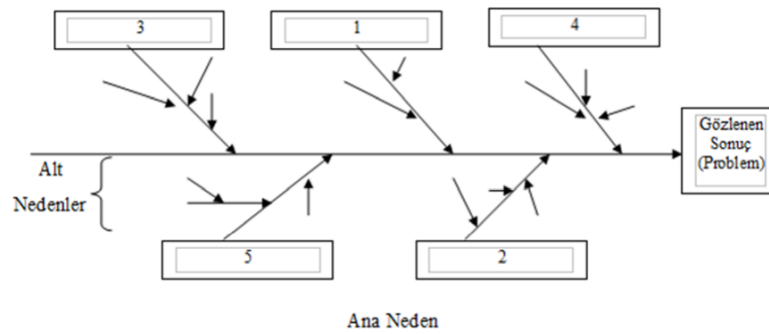
Kazadan önceki ve kazadan sonraki durumları gösterdiği için sonuçların değerlendirilmesinde tercih edilen ana tekniktir. Diyagramın sol tarafı başlangıçtaki olayla bağlanır, sağ taraf firmadaki hasar durumuyla bağlanır en üstse sistemi tanımlar. Eğer sistem başarılıysa yol yukarı, başarısızsa aşağıdır.

6.4.11 Neden – Sonuç Analizi

Sebep - sonuç değerlendirmesi, hata ağacı analiziyle olay ağacı analizi metotlarını beraber kullanmaya dayalı tehlikelerin değerlendirilmesiyle ilgili tekniktir. Bundan dolayı karma bir yöntemdir. Söz konusu yöntem, olaylar arasındaki zinciri tanımlar iken istenmeyen neticelerin nelerden oluştuğunu ortaya koyar. Kısacası sebep sonuç değerlendirmesi, bir durumun gerçekleşmesiyle meydana gelebilecek tehlikelerle sonuçların değerlendirilmesiyle uygulanan bir yöntemdir. Ayrıntılı bir sebep-sonuç diyagramı, balık kılıcı biçimindedir, bundan dolayı balık kılıcı diyagramı şeklinde de isimlendirilir.

Söz konusu yöntem Danimarka RISO laboratuvarlarında, nükleer enerji santrallerinin risk değerlendirmesinde tercih edilmek üzere oluşturulur. Nükleer güç reaktörlerinin dizayn evresinde tercih edilir ama öteki endüstriyel sistemlerde de risk değerlendirmesi aşamasında kullanılabilir.

Sebep - sonuç diyagramındaki farklı olayların olasılığıyla farklı neticelerin ihtimalleri hesaplanabilir. Bu sayede sistemin risk seviyesi tespit edilmiş olur. Sebep - sonuç değerlendirmesinin ereği, olaylar arasındaki zinciri tanımlar iken istenmeyen neticelerin nelerden oluştuğunu tespit etmektir. Şekil 6.9’da sebep - sonuç değerlendirmesinde tercih edilen balık kılıcı diyagramı gösterilir.



Şekil 6. 9 : Balık Kılıcı Diyagramı

Bu diyagramdaki 1, 2, 3, 4 ve 5. kutuların yer aldığı noktalardaki sebepler temel sebepleri oluşturur. Söz konusu kutuların altındaki nedenlerse tümüne ait alt sebepleri oluşturur. Bu sebepler halihazırdaki bir sorunun niçin oluşabileceğini ortaya koyan bir diyagramdır.

Sebepler – sonuç analizinin avantajları:

- Sebepler – sonuç değerlendirmesi “en kötü durum” neticesine dayalı olarak hataların belirlenmesiyle sınırlandırılır, daha az tutucudur ve olanaklar çerçevesinde daha realisttir.

- Son olayın öngörülmesine gereksinim bulunmaz.

- Çoklu yanlışlarla hataların bulunduğu sistemlerin değerlendirilmesine imkan tanır.

- Hadiselerin vakit sıralaması dikkatle değerlendirilir.

- Uygun sistem işlemlerinin neticelerinin ihtimali değişik sayılar ile tespit edilebilir, kayıplarla ilgili derecelendirme yapılabilir. Bundan dolayı, kısmi başarıların ya da hataların dereceleri tespit edilir.

- Sistemin uğradığı, potansiyel tek-nokta hatalar ya da başarılar ele alınabilir.

Sebepler – sonuç analizinin dezavantajları:

- Analiz yapanın sistem içindeki değişiklikleri daha önce sezmesi lazımdır.

- Operasyon aşamalarının analist tarafından daha evvel sezilmesi lazımdır.

- Neticenin şiddetinin tespit edilmesi öznel olabilir ve analist için savunması güçtür.

- İhtimalleri belirlemek genel olarak güçtür ve tartışmalıdır.

- Başlatıcı meydan okumaları analiz ortaya çıkarmaz ama bunu analist görülebilir.

6.4.12 Risk Değerlendirme Karar Matrisi

Risk analiz karar matrisi 2 ya da daha çok değişken arasındaki münasebeti tanımlar iken sık sık tercih edilen modellerden birisidir. Sistem/süreç güvenlik seviyesinin belirlenmesiyle analiz edilmesi için üretilmiştir. L tipi Matris ile X tipi Matris Metodu söz konusu uygulamaya örnektir. Matrisle risklerin analiz değerlendirmesi gerçekleştirilirken sayısal olmayan kavramlar ile tanımlanan risk ölçekleri kullanılabilir fakat söz konusu ifadeler puanlara dönüştürülüp karşı karşıya

kalınabilecek risklerle ilgili olarak toplam puanlara ulaşılması temin edilir. Böylece riskli çalışmalar için önceliklendirilebilme olanağı temin edilmiş olur.

6.4.12.1 L Tipi Matris

İstenilmeyen bir hadisenin meydana gelme ihtimaliyle meydana gelmesi halinde neticenin ne şekilde değerlendirileceğiyle ilgili bir yöntemdir. Kısacası neden-sonuç münasebetleri değerlendirilir iken tercih edilir. 5 x 5 matris diyagramı (L Tipi Matris) şeklinde de isimlendirilir. Kolay bir yöntemdir ve yalnız başına risk analizinde bulunmak mecburiyetinde olan analistler için uygundur ama analistin deneyimi neticelere etkide bulunmaktadır. Bundan dolayı kompleks ve fazla iş akışı ve yoğun işlemleri bulunan firmalarda sadece bu yöntemi tatbik etmek yeterli değildir. Bu tip firmalarda bilhassa aciliyet isteyen ve bir an önce tedbir alınması gereken tehlikelerin belirlenmesinin yapılabilmesiyle ilgili olarak tercih edilmelidir. Bu metotla evvela bir vakanın meydana gelme olasılığıyla meydana gelmesi halinde neticesinin derecelendirilmesiyle ölçümü gerçekleştirilir. Bu metotta risk puanı hesaplanması lazımdır. Risklerin değerlendirmesi risk puanından sağlanacak neticeye dayalı olarak ele alınır. Risk puanı şu formül ile hesaplanabilir.

Risk puanı: Olasılık x Şiddet derecesi

İhtimal: Tehlikenin oluşma sıklığı tespit edilen sınıflardan hangisine giriyor ise o basamak tercih edilir. Basamaklarla sıklık değerleri Tablo 6.15'deki gibi tanımlanır [135].

Zararın Düzeyi: Tehlikenin şiddetinin tespit edilmesi için derecelendirme sınıfı belirlenerek Tablo 6.16'daki gibi netice tanımlaması tespit edilir [135].

Tablo 6. 15 : L tipi Analizi Olasılık Tablosu

İHTİMAL	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME BASAMAKLARI
ÇOK KÜÇÜK	Hemen hemen hiç
KÜÇÜK	Çok az (senede bir defa),yalnızca anormal hallerde
ORTA	Az (senede birkaç defa)
YÜKSEK	Sıklıkla (ayda bir)
ÇOK YÜKSEK	Çok sık (haftada bir,her gün),olağan çalışma koşullarında

Tablo 6. 16 : L Tipi Matris Analizi Zarar Derecesi Tablosu

Değer	Sonuç	Derecelendirme
1	Çok Hafif	İş saati kaybı yok,ilk yardım gerektiren
2	Hafif	İş günü kaybı yok,ilk yardım gerektiren
3	Orta	Hafif yaralanma,tedavi gerekir
4	Ciddi	Ölüm,ciddi yaralanma,meslek hastalığı
5	Çok Ciddi	Birden çok ölüm,devamlı iş göremezlik

Risk puanı: İhtimal x Şiddet derecesi olduğundan Tablo 6.15 ile Tablo 6.16 belirtilen risk durumuna dayalı olarak tercih edilen değerler birbiri ile çarpılıp Tablo 6.17'deki risk puanı derecelendirme matrisinde kesiştiği yer risk seviyesini tespit eder[160].

Tablo 6. 17 : L Tipi Risk Puanı Derecelendirme Matrisi

OLASILIK		SONUÇ (ŞİDDET)				
		5	4	3	2	1
		Çok Ciddi	Ciddi	Orta	Hafif	Çok Hafif
5	Çok Yüksek	25	20	15	10	5
4	Yüksek	20	16	12	8	4
3	Orta	15	12	9	6	3
2	Küçük	10	8	6	4	2
1	Çok Küçük	5	4	3	2	1

Risk matrisinin üzerinde kırmızıyla belirtilmiş olan noktalar kabul edilemez riskleri yani bir an evvel çalışma yapıp da acilen tedbir alınması gereken riskleri ifade eder. söz konusu riskler kabul edilebilir bir düzeye düşürülünceye dek iş başlatılmamalıdır, devam ediyor ise durdurulmalıdır. Eğer riski azaltmak mümkün değilse faaliyetler durdurulmalıdır.

Sarı bölgeler imkan nispetindeki en kısa süre içinde müdahale edilmesi gereken riskleri ortaya koyar. Söz konusu faaliyetlerin de durdurulması lazımdır. Risk azaltma tedbirlerinin alınmasının ardından çalışmaların sürdürülüp sürdürülemeyeceğinin kararı verilir.

Yeşil alanlarsa daha uzun dönemde müdahalede bulunulabilecek riskleri ortaya koyar. Söz konusu riskleri elimine etmek üzere ek kontrol çalışmalarına gereksinim bulunmayabilir. Halihazırdaki kontrollerin devam ettirilmesi sağlanarak kontroller gerçekleştirilmelidir.

Tablo 6.15 ve 6.16’da gösterilen tablolardan ulaşılan değerler matris yöntemine dayalı olarak risk analiz tablosuna yazılır ve Tablo 6.18’de tespit edilen eylemlere dayalı olarak en büyük değerden başlanıp riskler için gereken tedbirler alınır. Tablo 6.18’de risk analizi skoru belirlendikten sonra sonucun kabul edilebilirlik değeri gösterilmektedir[162].

Tablo 6. 18 : L Tipi Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri

SONUÇ		EYLEM
25	Katlanılamaz	Tespit edilen risk kabul edilebilir bir düzeye indirilinceye dek iş başlatılmamalıdır,eğer devam eden bir çalışma va ise derhal durdurulmalıdır.Yapılan çalışmalara karşın riski azaltmak mümkün olmuyor ise çalışma engellenmelidir.
15-16-20	Önemli	Ortaya konan risk azaltılincaya dek iş başlatılmamalıdır,eğer süren bir çalışma varsa hemen durdurulmalıdır.Risk işin devam etmesiyle ilgili ise acilen önlemler alınmalıdır ve tedbirlerin neticesinde çalışmasının devamına dek verilmelidir.
8-9-10-12	Orta Düzeyde	Tespit edilen riskleri azaltmak üzere çalışmalara başlanmalıdır.Risk azaltma tedbirleri vakit alabilir.
2-3-4-5-6	Katlanılabilir	Tespit edilen riskleri ortadan kaldırmak üzere ek kontrol süreçlerine gereksinim olmayabilir fakat halihazırdaki kontrolleri sürdürülmelidir ve söz konusu kontrollerin devam ettirilip ettirilmediği değerlendirilmelidir.
1	Önemsiz	Tespit edilen riskleri yok etmek üzere kontrol süreçleri planlamaya ve gerçekleştirecek çalışmaların kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

6.4.12.2 Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı

Ekip çalışmasına ihtiyaç hissedilen disiplinli bir yöntemdir. Matris diyagramlarında tehlike üstünde tesiri bulunan etkenlerin, parametrelerin tanımlanmasıyla aralarındaki münasebetlerin tespit edilmesi lazımdır. Daha evvel söz konusu olan bir kazanın nedenlerini ele alarak kazanın eyniden söz konusu olabilme ihtimalini analiz eder. Bundan dolayı söz konusu yöntem uygulanacağında önceki senelerin ayrıntılı verilerine/bilgilerine gereksinim hissedilmektedir. X tipi matris değerlendirmesinde maliyetler de çalışmanın çerçevesine girebilir. Tehlikenin oluşmamasına yönelik olarak alınacak tedbirlerin maliyetiyle tehlikenin transfer

edilme olanağı var ise transfer maliyeti arasında karşılaştırma yapar. Bunun dışında avantajlarından birisi de değişkenler arasındaki münasebetin grafik bazında da ortaya konmasını temn eder.

Matris diyagramları çok boyutlu düşünceyle sorunlu hususların açığa çıkarılmasına katkıda bulunur. Matris diyagramları bir soruna ya da vakaya dahil olan yahut sorun ya da vaka üstünde tesiri bulunan etkenlerin, parametrelerin tanımlanmasıyla aralarındaki münasebetin tespit edilmesini temin eder. Matris diyagramının ana avantajı, tüm çift değişkenler arasındaki münasebetin derecesini grafikler bağlamında ortaya koymasındır.

Bu tür risk değerlendirmesi kompleks süreçler ya da akım şemaları içeren işlerin bulunduğu yerlere ya da hadiselere uygulanabilir. Yalnız başına bir analistin yapması için uygun değildir, beş senelik geçmiş kaza araştırmasına gereksinim bulunur. Deneyimli bir ekip liderinin başkanlığında disiplinli bir ekip çalışması lazımdır. Daha evvel oluşan bir kazanın ya da buna dayalı bir hadisenin yinelenme ihtimali de değerlendirilir. Değerlendirme neticesinde risklerin giderilmesiyle ilgili olarak alınacak tedbirlerin maliyet değerlendirmesi de yapıp, riskin maliyetiyle riski transfer etme olanağı varsa iki maliyet karşılaştırılır.

Evvla bir firma içindeki bir birim ya da bir vaka tercih edilir, tercih edilen konuyla alakalı beş senelik önceki kazaların araştırması gerçekleştirilir ya da arşivler değerlendirilir, önceki kazaları oluşturan sebepler tespit edilmeye gayret edilir ve yinelenme ihtimalleri ele alınır.

6.4.13 Fine-Kinney Yöntemi

Bu metodu evvela Fine 1971 senesinde modellenmesine karşılık metot Kinney ile Wriuth (1976) tarafından üretilmiştir [161]. Alan yazında bu metot Kinney yöntemi şeklinde de adlandırılmaktadır. Fine-Kinney risk değerlendirme metodu nicel bir metot olup donanım, iş akışıyla makine ekipmanı merkezli bir metottur. Bu noktada risklerin analizi yapılır iken tehlikenin meydana gelme ihtimali, ağırlığının yanında, tehlikenin gerçekleşme sıklığı (frekans) da hesaplamalara dahil edilir. Bu metotta risk (R) puanlarının hesaplanması noktasında kaza ya da hasarın gerçekleşme ihtimali, bununla karşılaşma sıklığı ya da frekansı ve bunun ortaya çıkardığı neticelerin şiddeti olarak 3 parametre tercih edilir:

$$R = \text{Gerçekleşme İhtimali} \times \text{Frekans} \times \text{Şiddet}$$

Olasılık (O): Tüm tehlike ya da hataların meydana gelme ihtimal değeri,

Ağırlık (A): Tehlike ya da hatanın ne denli önemli olduğunun değeri, şiddet, ciddiyet,

Frekans (F): Tehlike ya da hata oluşma frekansı değerlerinin çarpılmasıyla elde edilir.

R: Risk değeri

$$R = O * A * F$$

Tablo 6.19’te ortaya konduğu üzere ihtimal değerleriyle ilgili olarak yedir değişik grup oluşturulmuştur ve ilgili numerik değerler tanımlanıp ölçeklendirilmiştir. Benzer biçimde frekansla (Tablo 6.20) şiddet (Tablo 6.21) derecelendirme değerleri ile ilgili sınıflar tanımlanır. Risk etkeni tespit edilmesinin ardından riskin önem durumuna dayalı olarak alınması düşünülen gereken aksiyonlar Tablo 6.22’deki tanımlı risk değerlerine karşılık gelen fiillerden tercih edilir. Mesela, risk düzeyi 250 hesaplanan bir durumda, “risk sınıfı yüksek” şeklinde tespit edilir ve süratli olarak tedbir alınması tavsiye edilir.

Tablo 6. 19 : Olasılık İçin Numerik Değerler ve Açıklamalar

Olasılık (P) Değeri	Açıklama
0,1	Neredeyse imkansız
0,2	Uygulamalı olarak gerçekleşmesi imkansız
0,5	Olabilir ama beklenmez
1	Olabilir ama düşük ihtimal
3	Olabilir
6	Meydana gelmesi mümkün
10	Yüksek ihtimaller beklenebilir

Fine Kinney yönteminin pratik ve kullanım kolaylığına karşı alan yazında kullanılmasına dönük öznel bir yöntem olduğu ve neticelerin çok fazla değişiklik gösterebileceği, metodun dezavantajı olarak ifade edilmektedir. Bunun için çok disiplinli bir takımla çalışılıp ihtimal, frekans, şiddete bundan dolayı risk değerleri konusunda uzlaşma temin edilmesi ve gerektiği zaman çıkan sonuçlar grup içerisinde tartışılmalı ve yorumlanması tavsiye edilmektedir.

Tablo 6. 20 : Frekans için numerik değerler ve açıklamalar

Sıklık	Açıklama
0,5	Çok nadir (senede bir defa ya da daha az)
1	Nadir (senede birkaç defa)
2	Aylık
3	Ara sıra (haftalık bir)
6	Sık (günde bir)
10	Neredeyse devamlı (saatlik)

Tablo 6. 21 : Şiddet için Numerik Değerler ve Açıklamalar

Şiddet	Açıklama
1	Düşük (önemsiz ya da zararsız)
3	Önemli (küçük hasar,düşük iş günü kaybı)
7	Yüksek (önemli yaralanma,iş günü kaybı)
15	Çok yüksek (çevreye tesir,kalıcı hasar)
40	Çok kötü (ölümcül kaza)
100	Felaket (Birden çok ölümlü kaza)

Tablo 6. 22 : Risk Sıralama Ölçeği Ve Gerekli Eylemler

Risk Seviyesi (R)	Risk Sınıfı	Açıklama
<20	Düşük Risk	Kabul edilebilir risk, herhangi bir eylem gerekmez.
20-70	Olası	Takip edilmeli,kontrol devam ettirilmeli ve plan içerisine alınmalı
70-200	Önemli	Gereken tedbirler alınmalı
200-400	Yüksek	Süratli bir biçimde tedbir alınmalı ve iyileştirmeler yapılmalı,kısa vadede çözüm bulunmalı
>400	Çok Yüksek	Etkinlik riskin makul düzeye azalınca dek durdurulmalı

6.5 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİK İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Nüfusun, kentsel gelişimle sanayileşme süratinin artmasıyla beraber enerji talebiyle tüketimi de her gün artar. Fosil yakıtların ilerleyen süreçte tükeneceği dikkate

alındığı zaman, insanlık yenilenebilir enerji kaynaklarını daha etkin bir biçimde değerlendirmek amacıyla çalışmalarına hızla devam etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji, sürdürülebilir olup çevreye zararlı emisyon yaymadıkları için insan sağlığı adına önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmenin sebepleri arasında çevresel faktörler, sera etkisi ve küresel ısınma ile birlikte enerji arz güvenliğide söylenebilmektedir. Fosil yakıtlı kaynaklar insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bunlardan bazıları solunum yolu hastalıklarına, kanser, cilt hastalıkları ve vücudun diğer organlarına dolaylı veya doğrudan zarar vermektedir. Dünyada yaşayan tüm canlılar için yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji ihtiyacını karşılamak doğru bir davranış sergilemek olacaktır. Fosil yakıtların azalması ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş süreci hız kazanmıştır. Giderek artan enerji sektöründe iş kazasıyla mesleki hastalıklar sayısını minimuma indirebilmek üzere iş sağlığıyla güvenliğine dair önlemleri alınmalı, risk analiziyle acil durumlara ilişkin plan hazırlanmalı, ayrıca sahada gerçekleşebilecek tehlikelere karşı sürekli tatbikatlar yapılmalıdır.

Enerji sektöründeki işverenler, tehlikeyi engellemek üzere ne kadar tedbir almaya çalışılsa da bireysel koruyucu donanımların kaçınılmaz olduğu çalışma sahalarındadır çünkü enerjinin kendisi bir risk barındırır. Bütün dünyadaki gibi ülkemizde de iş kazalarının yoğunluk kazandığı, kaza riski bakımından duyarlı olunması gereken sektörler vardır. Ölümle sonuçlanan kazaların sıklığının fazla olması ve yüksek endirekt maliyetler, elektrik sektörünü iş kazaları bakımından önemli duruma getirir. Bu çerçevede, elektrik sektöründeki kazaların değerlendirilmesi, elektrik sektörünün iş güvenliği bakımından kendisine has kırılgenliklerinin ortaya konması için yararlı olur [164].

6.5.1 Güneş Enerjisi

Güneş enerji santrali kurulum yapılacak sahanın jeolojik yapısı nedeniyle sert veya engebeli arazilerden oluşabilmektedir. Bu engel beraberinde ulaşım, inşaat işleri gibi çalışmalarda risk teşkil etmektedir. Saha düzeltme çalışması esnasında kullanılan iş makineleri tehlike kaynaklarından biridir. Kullanılan iş makinelerinin periyodik kontrolleri takip edilmeli ve bu araçları kullanabilmesi için gerekli sürücü belgelerinin olması şartı aranmaktadır. Gerekli yerlere uyarı ve ikaz işaretlemeleri asılmalı, sahaya izinsiz girişler engellenmelidir. Çalışan kişi sayısı göz önünde bulundurularak ilk

yardımcı çantası hazır olmalıdır. Alanın genelinde gece aydınlatması muhakkak yapılmalıdır, bekçilerin devamlı olarak alanı gözlemesi temin etmelidir. Şekil 6.10'da saha düzeltme çalışmalarının başlangıcı olan saha gösterilmektedir[119].



Şekil 6. 10 : Saha Düzeltme Çalışması

Güneş enerjisi santrali kurulumu çok uzun sürmeyen bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Ancak arazide herhangi bir tehlike yaşanmaması için proje aşamasında etraf çitler ile kapatılmalı ve gerekli uyarı levhaları asılmalıdır. Şekil 6.11 ve 6.12'de yapılacak güneş tarlasının yeri belirlenmiş olup tel örgülerle güvenli hale getirilmiştir[119].



Şekil 6. 11 : Tel Örgü İşlemi



Şekil 6. 12 : Tel Örgü İşlemi ve Uyarı Levhaları

Konstrüksiyon işlemi sırasında çakma makinesi kullanımı ile ilgili çeşitli bilgiler çalışanlara aktarılmalı ve meydana gelebilecek tehlikelere karşı kişisel koruyucu donanım kullanımı sağlanmalıdır. Fazlasıyla oluşan toz ve gürültülü bir ortam olacağından çalışan kişilerin özellikle maske, kulak tıkacı gibi ekipmanların kullanılması zorunlu kılınmalıdır. Şekil 6.13'de konstrüksiyon işlemine yer verilmektedir[119].



Şekil 6. 13 : Konstrüksiyon İşlemi

Panel montaj işlemine yönelik çalışanlara yüksekte çalışma ve elle taşıma teknikleri eğitimi verilmelidir. Panel yerleştirmede acele edilmemelidir, aksi takdirde ilerleyen süre zarfında kaçak akım sorunu oluşarak insan sağlığını tehdit edecektir. Kablo bağlantı işlemleri esnasında bağlantıların dikkatli ve doğru yere yapıldığı kontrol edilmeli, topraklama işlemlerinin ekip tarafından yönetmeliğe uygun olarak yapılması gerekmektedir. Kontrüksiyon işlemi esnasında insanı rahatsız edecek seviyede gürültü oluşmaktadır. Bu sebeple temel atma süre zarfında kişisel koruyucu donanım kullanmak insan sağlığı için önemli olacaktır. Şekil 6.14’de sırasıyla güneş panellerinin montaj işlemi gösterilmektedir[119].



Şekil 6. 14 : Panel Montaj İşlemi

Güneş enerji santrali kuruluş aşamasında sahaya malzemeler taşınırken çok dikkatli olunmalıdır. Forklift ve vinçlerin periyodik kontrolleri takip edilmeli, malzemeler bu araçlara yüklenmeden önce göz ile kontrol edilmelidir. Elektriksel ekipmanlar sahada konumlandırırken herhangi bir tehlike yaşanmaması için halatların sağlamlıkları kontrol edilmeli ve aracı kullanan kişinin yetkinlik belgesine sahip olması gerekmektedir. Şekil 6.15 ve şekil 6.16’da taşınan ekipmanlar gösterilmektedir. İş makinelerini kullanacak çalışanların G sınıfı ehliyete sahip olması gerekmektedir. Ayrıca iş makineleri kullanılırken birer manevracı görevlendirilmeli, uyarı ve ikaz sistemlerinin çalışır durumda olması sağlanmalıdır[119].



Şekil 6. 15 : Forklift İle Yük Taşınması



Şekil 6. 16 : Vinç İle Yük Taşınması

Enerji nakil hattı çalışmaları EKAT belgeli çalışanlar tarafından yapılmalıdır. Bakım-onarım veya arıza çalışmasında proje haritasından enerji nakil hatlarının konumu işaretlenip çalışmaya başlanmalıdır. Aksi takdirde operatörde çalışan kişinin kazı çalışması sonucu elektrik çarpma riski ile karşı karşıya kalacaktır. Ayrıca gömülü olan kablolar kemirgen hayvanın zarar verme sonucu hasar bırakabilmektedir. Şekil 6.17’de toprak altından geçirilen nakil hatları gösterilmektedir[119].



Şekil 6. 17 : Enerji Nakil Hatları

Trafo frekans değiştirmeden gerilim ve akım seviyesini alçaltıp yükseltebilen elektrik makinesidir. Trafo merkezleri mevzuata uygun düzenlenmelidir. Şekil 6.18’de trafo binası gösterilmektedir. İş sağlığı ve güvenliği açısından:

- Bina etrafında uyarı etiketler bulundurulmalı,
- Binanın koruma ve işletme topraklama kontrolleri rutin bir biçimde kontrol edilmeli,
- Bina içerisinde izole halı, tabure ve eldiven bulundurulmalı,
- Bina aydınlatması ve prizler kontrol edilmeli,
- Belirlenen zaman aralığında trafo temizliği yapılmalı,
- Sürekli olarak trafonun yağ ve gösterge kontrolleri yapılmalıdır.



Şekil 6. 18 : Trafo Binası

Güneş enerji santrali kurulurken zeminin yapısı, rüzgâr açısı, bağlantı şekliyle durağan hesaplar inşaat işleri esnasında dikkate alınması gereken en önemli hususlardır. Temeller üstüne binecek ağırlıkla bölgedeki rüzgârın niteliklerine uygun olmalıdır. İnşaat işlerinde dikkate alınmadığında görsellerdeki gibi paneller üstünde ve taşıyıcı yapıda ciddi hasarlar oluşmaktadır. Güneş panellerinin üstüne monte edilen bütün sistem elemanlarının enine ve boyuna sıcaklık genişmesine imkan verilmelidir. Montaj sistemleri söz konusu genişlemeye müsaade etmezse güneş panelleriyle bağlantı parçalarında genişmelerin neticesinde kırılmalar, çatlamlar ve boşa çıkma olayları söz konusu olabilmektedir.

Güneş enerji sahasında üretilen doğru akım, eviriciler sayesinde alternatif akıma çevirilerek kullanılabilir. Eviricinin yangına karşı dayanımı yüksek olması, güneş ışığına doğrudan maruz kalmaması gerekmektedir. İnverter ekipmanı hava şartlarından etkilenmeyecek bir sahada bulundurulmalıdır ve kuzey yönünde konumlandırılmalıdır. Yetkili kişiler tarafından rutin bir biçimde bakımları yapılmalı ve kablolardaki problemlerin termal kamerayla denetlenmesi önerilmektedir. Güneş panellerinin arka tarafında yer alan inverterin uyarı etiketleri olmalı ve ısınmaya karşı fan temizlikleri kontrol edilerek tehlikelerin önüne geçilmelidir. Combiner box içerisinde yer alan sigorta, parafudr ve solar kabloların rutin şekilde kontrolleri sağlanmalıdır. Şekil 6.19’da inverter ve doğru akım toplama kutusu gösterilmektedir.



Şekil 6. 19 : İnverter ve Combiner Box

Güneş enerji santraline yıldırım düşme riski sebebiyle paratoner kullanılmalıdır. Paratoner istenilmeyen elektrik akımlarını tespit edilen bölgelere nakledilmesini temin eden iletken metal direklerdir. Yıldırım etkisi ile sigorta, inverter ve haberleşme sistemleri başta olmak üzere elektronik ekipman hasar görebilmektedir. Bu direklerin topraklama ölçümü yapılmalı ve fiziksel deformasyon görmemesi için sık sık kontrol edilmelidir. Şekil 6.20’de paratoner gösterilmekte olup bazı çalışmalar, paratoner bulunan sahalarda çevreye düşebilecek yıldırımı çekerek güneş enerji santraline getireceğinden, doğru olmadığını savunmaktadır. Ancak riske edilmeyecek bir durum olup insan sağlığını tehdit etmeyecek şekilde sahada paratoner bulundurulmalıdır[171].



Şekil 6. 20 : Paratoner Görünümü

Yük altındayken sigortanın sökülmesinin neticesinde oluşan elektriksel şok çok önemli riskler oluşturur ve ekipmanın zarar görmesine yol açabilir. DC devrelere herhangi bir müdahalede bulunulmadan evvel muhakkak enerjisi kesilmelidir. Trafo köşklerinde otomatik yangın algılama sistemi bulunmalıdır. Muhtemel bir yangın durumunda ilk müdahalenin personelce yapılabilmesi için elektrik yangınlarında tercih edilebilecek türde yangın söndürme tüplerinin tesisin tümünde pozisyonlandırılması zorunludur. Ayrıca inverter vb. ciddi önemi bulunan ekipmanlarda otomatik gazlı söndürme sistemleri bulundurulursa insan sağlığı

açısından risk teşkil etmeyecektir. Şekil 6.21'de sahada belirli aralıklarla konumlandırılan yangın tüpü gösterilmektedir.



Şekil 6. 21 : Yangın Tüpü

Güneş enerji tesisinin hızlı yapılması nedeniyle ilk kar yağışı sonucu santralde çökme hasarları, zeminin yumuşaması, rüzgar sebebiyle panel ve doğru akım kablo kopmaları vb. birçok teknik sorun riskle karşı karşıya kalınması beklenir. Güneş enerji santrali yakınındaki su birikintisi erozyona ve heyelana sebep olabilmektedir. Aşırı gelen su temelde kırıklar yapacağından güneş panellerinin kırılmasına neden olabilir. Güneş enerji santrali kurulacak bölgede doğal afetler yaşanmaması için gerekli hesaplamalar yapılmalı ve şu sorulara cevap aranmalıdır:

- Santralin bulunduğu bölgede fırtına veya şiddetli rüzgar riski var mı?
- Meteorolojik değerlere göre bölge kar, yağmur yağışı ve buzlanma oranları açısından risk teşkil ediyor mu?
- Sahanın yakın bir yerinden fay hattı mevcut mu? Deprem skalasına göre kaçınıcı bölgede yer almaktadır?
- Bölge çevresinde sel, taşkın riski yaratacak su kaynağı var mı?
- Son yıllarda sıklıkla yaşanan dolu afeti için kurulacak bölgede risk var mıdır?

Son zamanlarda ülkemizde birçok doğal afet yaşanmaktadır. Bunlardan biri dolu yağma olayıdır. Uzun süre ve büyük çaplı yağın dolu tanecikleri güneş enerji santralinde ağır hasara yol açmaktadır. Kırılan paneller bir diğeri ile değiştirilirken

alışan personel kaçak akıma karşı yalıtkan teşizatlar ile bakım çalışmasına başlamalıdır. Şekil 6.22’de dolu afetinden sonra oluşan saha gösterilmektedir[171].



Şekil 6. 22 : Dolu Afeti Sonrası Panel Durumu

Türkiye güneş enerji potansiyeli yüksek olan bir ülke konumundadır. Her bölgede kurulabilecek santral özellikle yüksek rakımlı alanlarda sıklıkla sahayı kar kaplamaktadır. Süreci hızlandırmak adına genellikle proje veya montaj aşamasında hesap hataları çok yapılmaktadır. Yapılan bu hatalar sonucu kontrksiyonların paneller üstünde biriken kar kütlesinin ağırlığına dayanıklılık gösterememesinden dolayı zeminde çökme meydana gelmektedir. Şekil 6.23 ve Şekil 6.24’de kar yükü sebebiyle ken sahalar gösterilmektedir [171].



Şekil 6. 23 : Kar Yağışı Sonrası Arazi Uygulaması



Şekil 6. 24 : Kar Yağışı Sonrası Arazi Uygulaması

Arazi uygulamalarından ziyade çatı tipi uygulamalarında kar yağışı daha riskli olmaktadır. En önemlisi kar yağdıktan belirli bir süre paneller üzerinde kalması sonucu kütlesi daha fazla olmakta ve yere uyguladıkları basınç artmaktadır. Kar kütleleri temizlenme esnasında çok dikatli olunmalı, kaymaz ayakkabı giyilmeli ve yükseğe çıkma sebebiyle emniyet kemeri kullanılmalıdır. Şekil 6.25’de çatı tipi güneş enerji santrali temizlenme aşamasında çekilen görüntü gösterilmektedir.



Şekil 6. 25 : Kar Yağışı Sonrası Çatı Tipi Uygulaması

Güneş enerji santralleri açık alanda yer aldığından rüzgarın doğrudan etkisine maruz kalmaktadır. Son zamanlarda sıklıkla yaşanan fırtına hasarları saha henelinde panellerin kırılmasına, kopan paneller insanlar için risk olmasına ve sistemde aksaklık

olmasına sebep olmaktadır. Fırtına şiddeti yüksek olmasına karşın panel tutucu işlemlerinin çok iyi bir şekilde monte edilmesi gerekmektedir. Saha kurulum aşamasına geçmeden rüzgar hız ölçüm istasyonları kurularak veriler elde edilmelidir. Şekil 6.26 ve şekil 6.27’de fırtına sebebiyle oluşan hasar gösterilmektedir.



Şekil 6. 26 : Fırtına Sonrası Sahada Oluşan Görüntü



Şekil 6. 27 : Fırtına Sonrası Sahada Oluşan Görüntü

Yoğun yağışlı hava şartlarında sahada biriken sular zeminde belirgin aşınmalara yol açabilir. Mutlaka yakın su yataklarının debileri kontrol edilmelidir. Zeminin yumuşaması sonucu taşıyıcı kolanların rijitliğini kaybetmesine, dolayısıyla

güneş masasının hasarına neden olmaktadır. Zemin etüdü kurulum aşamasında beton ile sağlamlaştırılırsa herhangi bir sorun olmayacaktır. Şekil 6.28’de güneş enerji sahasından akan su gösterilmektedir[171].



Şekil 6. 28 : Santral Sahası İçinden Geçen Akarsu

Güneş enerji santrali kurulum, devreye alma ve sahanın çalışması aşamalarından oluşmaktadır. Kurulum aşamasında panellerin yerleştirilmesiyle enerji üretimi başlamaktadır fakat şebekeye herhangi bir bağlantısı olmamasından dolayı, imal edilen enerji sahada durur. Bundan dolai işçilerin elektrik akımıyla gerilimine maruz kalır. Devreye alma aşamasındaysa topraklama ve kaçak akım koruma testi yapılacak olup dikkatsiz bir şekilde ölçümler yapılırsa insan hayatına son verecek bir durum ile karşı karşıya kalınacaktır. Sonrasında santral şebeke ile enterkonnekte bir biçimde çalışarak enerji üretimine başlanacaktır. Güneş enerji santralinde bakım-onarım yapan çalışanlarının öncelikle sahanın şebeke ile bağlantısı,panelleri ve inverter arasındaki enerjiyi kesmelidir. Bu sayede personelin güvenliği alınmış olup, güvenli şekilde bakım ve kontrol işlemleri tamamlanacaktır. Güneş enerji sahası kurulum aşamasından sonra elektrik ekipmanlarında iş sağlığı ve güvenliği için etiketlemenin önemi fazladır. Tehlikeli yerlerde işaretler eksiksiz ve okunabilir olmalıdır. Şekil 6.29’da sahada kullanılacak etiketleri gösterilmek olup hayati derecede öneme sahiptir[172].



Şekil 6. 29 : Saha Ekipmanlarının Üzerinde Yer Alacak Etiketlemeler

Güneş enerji santralinde oluşan yüksek akım tehditlerine karşın her bir dizi sigorta ile korunmalıdır. Sigortalar aşırı ısınmayı engellemek için gerekli büyüklükte seçilmeli ve zamanla aşınan sigortalar sıcaklık yüksek olduğu için diğer sigorta yuvalarının kısa devre olmasına sebebiyet vermektedir. Yani normal şartlar altında sigortanın üzerinden geçmesi beklenen akım değerinin iki katı büyüklüğünde sigorta seçilmelidir. Aksi takdirde yangın kaçınılmaz olacaktır.

Güneş enerji santrali sistemlerinde en önemli yangın sebebi elektriksel arızalardır. Sistemde ark, kısa devre ve topraklama hatası problemlerin başında gelerek yanıcı malzemelerin tutuşmasına sebebiyet vermektedir. Belirli aralıklar ile bağlantı kontrolleri, akım-gerilim ölçümleri, topraklama kontrolleri, termal ölçümlerle bakım çalışması yapılmalıdır. Belli bir hatalı bağlantıdan dolayı akım elektrik arkına dönüşebilmekte ve rüzgar yardımı ile tüm sahaya yayılabilmektedir. Özellikle doğru akım arkları kendi başına söndürülemez ve sıcaklığı hemen hemen 3000 °C ulaşmaktadır. Bu sıcaklıkta metal erimekte ve yakınında bulunan yanıcı malzemelerin yanmasına neden olacaktır. Modül iskeleti ve bağlantı elemanlarının uluslararası standartlara uygun malzemelerden olması tercih edilmelidir. Solar kablolarının metal koruma içerisinden geçirilmesi, eskimesini ve doğrudan güneş ışığına maruz

kalmasını engelleyecektir. Çatı tipi uygulamalarda kablolar binaya hasar vermeyecek şekilde konumlandırılması gerekmektedir. İnvertere giden doğru akım kabloları bina içerisinden gitmemesine özen gösterilmelidir.

Bakım-onarım çalışmasına başlamadan önce üzerinde çalışılacak ekipmanın enerjilenmemesi için kesici ve ayırıcıların açık durumda olması temin edilmeli ve en önemlisi çalışma süresi boyunca koruma elemanlarının açık olduğundan emin olunmalıdır. Başka personellerin çalışma yapılacak ekipmandan bilgilendirilmesi adına uyarı levhaları ile belirtilmelidir. Sahada yapılacak olan çalışma için mutlaka yazılı çalışma izni prosedürü uygulanmalıdır. Sahanın güvenlik altına alınması için kesici ve ayırıcılar uzaktan kumandayla manevra yapılmalı, güvenlik kartları, ikaz ve ihbar levhaları konulmalıdır. Ayrıca santral tekrardan gerilim altına alınması yazılı izinle yapılmalıdır.

Solar panellerin içerisinde belirli düzeyde plastik kullanılmasına rağmen sistem kabloları ve combiner box kutusu vb. ekipmanlarda genel olarak yanıcı plastik ekipmanları tercih edilmektedir. Bundan dolayı sistem içinde tercih edilen malzemeler yangına karşı dayanımda uluslararası standartlara göre alınmalıdır. Yaşanabilecek bir yangın afetinde anında itfaiye ekiplerine haber verilmelidir. Yangın büyüme hızını engellemesi adına sahada bulunan yangın tüplerinin personel tarafından kurallara uygun bir biçimde kullanılması tavsiye edilmektedir. Sahaya gelecek itfaiye ekiplerinin elektrik akımına kapılmaması için saha sorumlusu tesisin tüm güç üniteleri ile bağlantısını kesmesi gerekmektedir. Şekil 6.30'da güneş enerji santralinin yangın anındaki durumu gösterilmektedir. Şekil 6.31 ve şekil 6.32'de ise inverter ve panel içerisinde oluşmuş tahribatlar gösterilmektedir[171].



Şekil 6. 30 : Güneş Enerji Santrali Yangın Afeti



Şekil 6. 31 : İnverter Ekipmanının Hasar Görünümü



Şekil 6. 32 : Fotovoltaik Panelin Hasar Görünümü

Panel kurulum sonrası fark edilemeyecek ara bağlantılarda iş güvenliği açısından mutlaka etiketlemeler konumlandırılmalıdır. Bölge iklim özelliklerine göre değişen sıcaklık yükleri çelik elemanlarının genleşme mesafeleri doğru ayarlanamamaktadır. Bu durumda konstrüksiyonlarda çarpıklıklar oluşur ve sisteme zarar vermektedir. Paneller taşıyıcı konstrüksiyon ile tam monte edilebilmesi için birbirleri ile uyum içinde olmalıdır. Eğer paneller taşıyıcı yapıya doğru şekilde montajı

tamamlanmazsa Şekil 6.33’de gösterildiği gibi çelik çubuklar eğilir ve güneş panelinin geri dönüşü olmayacak şekilde hasar görebilir. Fark edilmeden devam eden işletme süresi, bakım-onarım çalışması sırasında insan sağlığını kaçak akım arızası ile tehdit edebilmektedir[172].



Şekil 6. 33 : Genleşme Sonucu Oluşan Panel Hasar Görünümü

Taşıyıcı konstrüksiyonun tüm parçaları kaçak akıma karşı ayrı ayrı topraklanmalıdır. Ayrıca topraklama kabloları diğer solar, ethernet gibi kablolardan farklı olup kolayca ayırılabilir olmalıdır. Bu durumun en önemli amacı insan sağlığını korumakla ilişkilidir. Şekil 6.34’de topraklamaya ait görsel içermektedir[172].

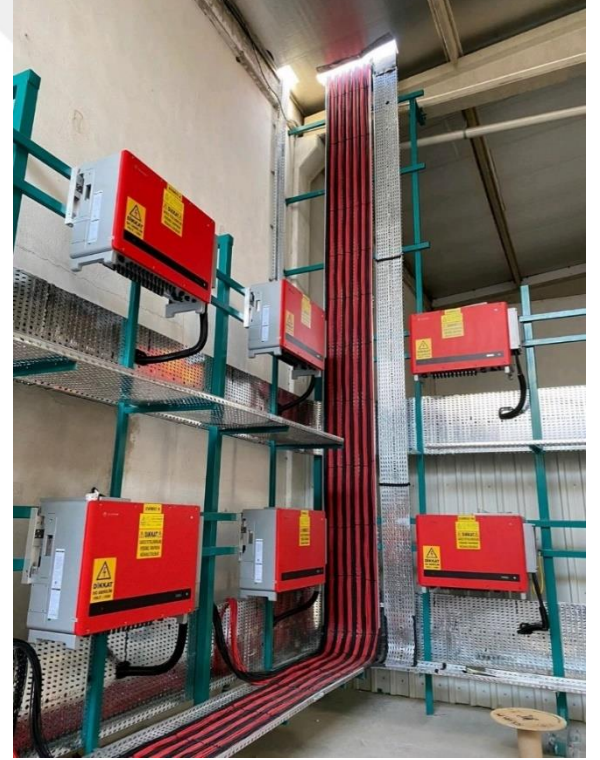


Şekil 6. 34 : Panel Topraklama

Güneşenerjisi geniş alana kurulurken ihtiyaca göre fabrika, konut, otopark gibi alanların çatılarına da kurulabilmektedir. Öncelikle konstrüksiyon temelinin çatı ile bağlantısı dikkatli bir şekilde yapılmalı ve sağlam olmalıdır. Arazilere göre eğimli olan çatılara kurulum yapılırken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinden yüksekte çalışma, emniyet kemeri ve baret gibi önemli kişisel koruyucu donanım kullanılmasına özen gösterilmelidir. Çatı tipi uygulamalarda rüzgar yoğunluğu hesaplanmalı ve yağmur yoğunluğuna göre drenaj sistemleride göz önünde bulundurulmalıdır. Aksi takdirde yoğun birikintiler sistemin zarar görmesine yol açıp doğaya serbest halde bırakılarak insan sağlığına zarar verecektir. Şekil 6.35’de çatı tipi uygulaması gösterilmektedir. Şekil 6.36’da soğuk hava lojistiği çatısına kurulan paneller ve üretilen enerjinin alternatif akıma çevrilmesi için inverter bulunmakta olup enerji ihtiyacının bir kısmını yenilenebilir enerji kaynağından sağladığı gösterilmektedir. Şekil 6.37’de otopark üzerine kurulan çatı tipi uygulaması gösterilmektedir. Çatı zeminine sağlam olmayan paneller ve kablolar kopabilir, yangının en büyük tetikleyicisi olabilir.



Şekil 6. 35 : Konut Çatı Tipi Uygulaması



Şekil 6. 36 : Soğuk Hava Deposu Çatı Uygulaması Ve İnverter Görünümü



Şekil 6. 37 : Otopark Çatı Tipi Uygulaması

Ülkemizde kurulacak en büyük güneş enerji santrali Konya'nın Karapınar ilçesinde yer almakta ve 1000 MW kurulu güce sahiptir. Uzun bir süreç gerektiren bu yatırım yerli ve milli ekipmanlar aracılığıyla enerji üretimine hazırlanmaktadır. Şekil 6.39'da sahanın %25'i bitmesine karşın düz bir arazi olması hızlandırıcı etkenlerden biridir. Güneş enerji santralleri açık alanda konumlandırıldığından güneş çarpma riski mevcuttur. Şekil 6.38'de Ankara Hasanoğlan mevkiinde bulunan saha gösterilmektedir. Gerekli ilk yardım çantası ve donanımlar sahada bulunmalıdır. Ayrıca Konya, Karaman gibi şehirler deprem riskinin az olduğu konumdadır. Tercih etme sebebinde göz önünde bulundurulmuş olup bu bölgelerde fazla obruklar oluşması belli kısımlar için risk ve tehlikeler içermektedir. Bu yüzden zemin etüdü çalışması sırasında sağlamlaştırma operasyonu da ihmal edilmemelidir.



Şekil 6. 38 : Ankara Hasanoğlan Güneş Enerji Santrali



Şekil 6. 39 : Konya Karapınar Güneş Enerji Santrali

Enerji üretebilmek için enerji harcanması gerekmektedir. Yani güneş enerjisinden yararlanabilmek için önce panellerin yapımı için gerekli malzemelerin her aşamasında enerji harcanmakta ve dolaylı olarak çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Güneş panellerinde “silikon, cıva, kurşun, kadmiyum vb.” canlılar için zehirli olan unsurlar bulunmakta ve kurulumunda PVC'ye benzer zehir tesiri bulunan maddeler kullanılmaktadır. Bundan dolayı kullanılarak atılan güneş panelleri çevresel kirliliğe

yol açmaktadır. Ayrıca güneş enerjisinden gece yararlanılamamasından dolayı enerjinin depolanması gerekmektedir. Elektriği depolamak üzere tercih edilen bataryalar kurşun asidi içerir. Kullanılan bataryaların gelişigüzel atılmasıyla çevresel anlamda büyük bir problem karşımıza çıkacaktır. Öncelikle atık pil ve akümülatörler alan içerisinde geçici depolama sahasında diğer farklı atıklardan ayrı olarak depolanmalıdır. Diğer bir atık olan trafoda kullanılan yağ değişimi sonucu meydana gelir, sonrasında sahadan uzaklaştırılarak geri kazanım tesislerinde değerlendirilmesi sağlanmalıdır.

Fotovoltaik panellerin yapımında kullanılan diğer maddeler insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilen malzemelerdir. Galyum arsenit, bakır indiyumkadmiyum ve silyum elementlerinin herhangi bir hasar durumunda toprağa karışması sonucu su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Kullanım ömrü ortalama 25-30 yıl olan paneller için doğaya serbest halde bırakılmamalı, geri dönüşüm tesisleri tarafınca işlenmelidir. Fotovoltaik panellerin çok çeşitli maddelerden oluştuğundan geri dönüşümleri oldukça karmaşık bir süreç gerekmektedir. Bazı bölgelerde mevcut iletim hattı olmadığından güneş enerji santrali ile şebeke arasına yeni iletim hatları inşaa edilmektedir. Enerji iletim hatları ile birlikte trafo merkezi kurulması o bölgede doğal yaşamı ve çevreyi olumsuz etkileyen faktörlerdendir.

Güneş enerji santrallerinin çevresinde yarattığı yoğun ışık yansıması sebebiyle kuşlar olumsuz etkilenmektedir. Bu etki kuşların göç hareketlerini değiştirmekle birlikte, bitki örtüsünün tahrip edilmesinde de yol açabilmektedir. Ülkemizde kurulacak Karapınar güneş enerji santrali yerleşim sahalarına çok yakın ve ekolojik bakımdan çok duyarlı bir bölgede yer aldığı dikkate alındığı zaman, meydana gelebilecek muhtemel bir kazanın sonucunda panellerde kullanılan kimyasal malzemelerden kaynakları çevresel tesirlerin boyutu fazla olacaktır. Ayrıca tarımsal amaçlı kullanan arazilere güneş enerji sahası kurulmasına izin verilmemesi gerekmektedir.

Güneş santrali verimli enerji üretim sağlayabilmesi için sahanın bakım-onarım çalışması yapılmalıdır. Özellikle fabrika veya sahil gibi kumlu alanlara yakın sahalarda güneş panellerinin tozlanması dikkate alınmalıdır. Panel yüzeyleri yılda ortalama 2 defa temizlenmesine ihtiyaç duyulabilmektedir. Panel temizliği su ve hava yolu ile yapılabilmekte, yıkama suyunun temiz olması tercih edilen bir uygulamadır. Yıkama suyunun temini için drenaj kanalları yapılmalı ve çevredeki yerleşimlere akışı engellenmelidir. Şekil 6.40'da panellerin temizliği ile ilgili faaliyet gösterilmektedir.



Şekil 6. 40 : Panel Temizleme İşlemi

Güneş tarlası kurulmadan önce ön fizibilite yapılması gerekmektedir. Çünkü sahanın çevresinde gölge yapacak dağ ve orman gibi doğal unsurlar olabilir. Gölgeleme yapıp enerji imalat verimliliğini düşürdüğü gibi sahada yetişen kuru otlar yangın riskinin atmasında yol açmaktadır. Şekil 6.41 ve Şekil 6.42’de panellerin üzerine düşen gölge gösterilmektedir[171].



Şekil 6. 41 : Panele Gölge Düşme Olayı



Şekil 6. 42 : Sahada Zamanla Yetişen Bitkilerin Görünümü

6.5.2 Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerji santralının kurulumla işletme proseslerinde sürdürülen çalışmalara önük iş kazasıyla mesleki hastalıklara yol açabilecek riskler genel ana başlık içinde değerlendirilir. Söz konusu prosesler, türbin parçalarının inşaat alanına nakledilmesi, kurulma ve bakım süreci olarak söylenebilmektedir. Dünyada en fazla tercih edilen rüzgar türbini gövdesi boru tipi çelikten üretilen ve flanşların civatayla birbirine bağlandığı tür gövdelerdir. Güç hava koşullarıyla karşılaşan gövde, üstüne gelen şiddetli rüzgar yüküne dayanamayarak eğilmekte veya devrilmektedir. İş sağlığı ve güvenliği açısından montaj aşamasında kulenin temeli sağlam atılmalı ve mukavemet azalmalarına karşı periyodik bakımları ihmal edilmemelidir. Rüzgar Enerji Santrallerindeki hasarlar değerlendirildiği zaman “yapısal hasarlar, yangın, fırtına, yıldırım, buzlanma, nakliyat, hırsızlık, kötü niyetli hareketler” vd. hasarların oluşması istatistiksel veri şeklinde belirlenmiştir. Şekil 6.43’de fırtına sonrası yıkılan kule gösterilmektedir[173].



Şekil 6. 43 : Fırtına Sonrası Yıkılan Gövde

Rüzgar türbinlerinin kanatlarında oluşan hasarların en önemli nedeni kanatlardaki yorulmadır. Türbin kanatlarında çatlaklar meydana gelmekte ve buna bağlı olarak parçalanmaya yol açmaktadır. Yerleşik hayata çok yakın olmayan rüzgar türbinleri kanat parçalanması riski ile çalışan personelleri veya ziyaret esnasında zarar verebilir. Ayrıca proje aşamasında çizilen kanatların rüzgar akış yönüne paralel olması gerekmektedir. Aksi yönde kurulan kanatlar yere düşerek parçalanır, insan sağlığını tehdit etmiş olacaktır. Kuleye ve kanatlara isabet eden yıldırımlar sebebiyle yapılacak bakımlar dışarıdan sepetli vinçler ile yapılırken, kule ve kanat içerisindeki bakımlara asansör aracılığı ile bakılmaktadır. Türbin içerisi dar ve kapalı alan olduğu için çalışan personelin kapalı alan korkusunun olması insan sağlığı için risk teşkil etmektedir. Şekil 6.44 ve şekil 6.45’de türbin kanatlarında yapılan çalışmalar gösterilmektedir[25].



Şekil 6. 44 : Türbin Kanatlarında Bakım-Onarım Faaliyeti



Şekil 6. 45 : Türbin Kanatlarında Bakım-Onarım Çalışması

Rüzgar enerji santralinde oluşan hasarların % 30'u yangın çıkması sebebiyle meydana gelmektedir. Nasil içerisinde bulunan aktarma sistemlerinde yaklaşık 450 litre gres yağı bulunmaktadır. Elektrik arızası veya yıldırım çarpması sonucu çıkan yangında yanan malzeme gres yağıdır. Rüzgar türbininde kullanılan dişli yağları, trafo yağları, hidrolik yağlar ve kompozit materyaller yangın riskinin yüksek olmasında temel rol oynamaktadır. Bakım-onarım çalışmasında alınacak iş güvenliği tedbirleri yazılı prosedüre uygun olmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Türbinlerde, trafo ve iletim hatlarında yapılacak faaliyetlerde, çalışan personelin ilgili yetkiliden yazılı izin alması gerekmektedir. Çalışmalara başlamadan önce, üzerinde çalışılacak ekipmanın

enerjilenmemesi için kesici ve ayırıcı gibi koruma elemanları açık tutulmalı, çalışma süresince bu durumu koruyacak önlemler alınmalıdır.

Yangın afeti durumunda kilit personellerin görevleri özetlenmeli ve türbin içerisindeki çalışanlar için tahliye planı önceden hazırlanmalıdır. Sahada yangınla mücadele eden personeller, oksijen seviyesinin kapalı alanda tükenebileceğini ve toksik gazların oluşabileceğini bilmek zorundadır. Kesicilerde bulunan izolasyon gazı SF₆ havadan ağır olduğundan herhangi bir sızıntıda bu alanda toplanır ve ortamda oksijen yetersizliğinden dolayı boğulmalar meydana gelebilir. Nacelle içerisinde yangın algılama sistemi ve acil durum alarm sistemleri yerleştirilmesi sonucu, çalışanların canlarını kurtarabilmek adına erken uyarı aldıkları ve vakit kaybetmeden tahliye olmalarını sağlamaktadır. Şekil 6.46'da Hatay Belen Ötençay bölgesinde oluşan yangın gösterilmektedir[120].



Şekil 6. 46 : Nacelle İçerisinde Meydana Gelen Yangın Afeti

Çok yakın bir zamanda Çanakkale Gelibolu ve Biga yarımadalarında gerçekleşen orman yangınları rüzgar türbinlerine doğru yönelmiştir. Ülkemiz için önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar türbinlerine helikopter aracılığı ile hemen yangın söndürme çalışmalarına başlamıştır. Ayrıca Balıkesir Susurluk mevkinde bulunan rüzgar enerji santrali nacelle içerisinde bulunan elektronik ekipmanlardan kaynaklı kısa devre sonucu yangın meydana gelmiştir. Şekil 6.47 ve şekil 6.48'de gerçekleşen yangınlar gösterilmektedir[120].



Şekil 6. 47 : Çanakkale’de Rüzgar Enerji Santraline Ulaşan Orman Yangını



Şekil 6. 48 : Balıkesir’de Kısa Devre Sonucu Meydana Gelen Yangın

Rüzgar türbinleri buldukları konumla yapıları bakımından çok fazla oranda yıldırım riski taşır. Genellikle yangınla sonuçlanan bu afet kanat kopması ve yıkılma hadiseleri ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Ayrıca sahada çalışan personelin yıldırım çarpması anında bakım-onarım çalışması yapma ihtimali mevcuttur. Aşırı gerilim ve yıldırım olaylarına karşı korunabilmesi için türbinlerde paratoner ve topraklama sistemi uygulanması zorunlu olmalıdır. Yıldırım çarpmasından dolayı meydana gelebilecek bir yangında kule üstündeki personel kuleyi dışarıdan terk etmek mecburiyetinde kalmaktadır. Fakat bu durum yükseklik ve hava şartları dikkatae

alındığı zaman personel için çok önemli bir risk teşkil etmektedir. Şekil 6.49’da türbine gelen yıldırım gösterilmektedir.



Şekil 6. 49 : Rüzgar Enerji Santraline Yıldırım Çarpması

Olumsuz hava şartları nedeniyle rüzgar türbini kanatları buzlanma hasarlarına maruz kalmaktadır. Kanatlardaki bu yük mekanik yüklenmenin artması ve dengesizlik oluşturacağından kanatlarda kopma, düşme veya parçalanma şeklinde riskler meydana getirecektir. Türbinin çalışması durdurularak buz temizleme çalışması başlatılmalıdır. Boyutları 2 metreye varan buz sarkıtları, kanatların dönmesinin etkisiyle 100 metre uzak bölüme fırlayabilmektedir. Oluşan buz kütlelerine karşı gerekli tedbirler alınmazsa düşme ya da fırlama sonucunda çevredeki canlılarla ekipmanlara zarar verme olasılığı yüksektir. Bilhassa kışın işçiler önemli bir buzlanmayla soğuk hava tehlikesiyle karşılaşmaktadır. Bundan dolayı soğuklarda uzun çalışmalara dayalı olarak dikkate kayıp yaşanmakta, iş kazalarına ve personelin hasta olması gibi durumlar olabilir. Bundan dolayı iklimsel şartlar dikkate alınıp türbin kanatlarında etkin olarak görev yapan ısı sensörleri kurulmalı, buzlanmanın engellenememesi halinde türbin otomatik şekilde durmalıdır. Şekil 6.50’de nacelle üzerinde oluşan buz kütleleri, Şekil 6.51’de ise kanatlar üzerinde oluşan buz kütleleri gösterilmektedir[25].



Şekil 6. 50 : Nacelle Üzerinde Meydana Gelen Buzlanma



Şekil 6. 51 : Türbin Üzerinde Meydana Gelen Buzlanma

Buzlanma olasılığının olabileceği iklim koşullarında mecbur olunmadıkça türbinlerin etrafında çalışılmamalıdır, uyarı ikaz levhaları konulmalıdır. Şekil 6.52’de buzlanma ile ilgili uyarı levhası gösterilmektedir.



Şekil 6. 52 : Türbinin Buz Fırlatma Tehlikesini Bildiren Uyarı Levhası

Rüzgar enerji santrali kurulum aşamasında nakliyat ve montaj zamanı esnasında risk ve tehlikelerle sıkça karşı karşıya kalınmaktadır. Türbin parçaları, aşırı büyük, ağır ve uzun parçalardan oluşmakta, sahaya taşınan malzemeler büyük problemler ortaya çıkarmaktadır. Özellikle ithal edilen ekipmanların nakliyat sırasında sürecin uzun sürmesiyle risk unsurlarının da artmasına neden olacaktır. Ekipmanlar kara taşımacılığı ile sahaya getirilirken şehir içindeki kalabalıktan olabildiğince kaçınmalıdır. Deniz yolu ile taşınan elektriksel malzemelerin yolda denizle yağmur suyundan korunabilmesine yönelik olarak kapalı alanda taşınmalıdır. Kanatlarla kulelerde bu tür zorunluluklar olmayacaktır. Şekil 6.53’de rotor ve kanatların nacelleye kaldırılma çalışması gösterilmektedir[25].



Şekil 6. 53 : Türbin Kanatlarının Vinç Yardımıyla Taşınması

Kurulum süreci, rüzgar türbinlerinin hayat döngüsü içindeki en güç ve tehlikeli operasyonları kapsayan süreçtir. Ciddi derecede büyük ve ağır parçaların kaldırılması, söz konusu parçaların birleştirilmesi, yükseklerde çalışma, dar ve kapalı sahada çalışma vb. iş kazalarına yol açabilecek pek çok operasyon kurulum sürecinde bulunmaktadır. Bununla beraber, rüzgar türbinlerinin en yüksek kapasite ile çalışabilmesine yönelik olarak yüksek yerlere kurulmasının gerekliliği güç iklim şartlarında çalışma riskini de beraberinde getirir. Rüzgar türbinlerinin kurulumunda iş kazalarına yol açabilecek riskler, kaldırma işleminde yük ya da nesnelerin düşmesi, yüksek yerlerde çalışma, elektrik işleri, yangın, elle taşıma işleri, ergonomik olmayan koşullarda çalışma, dar ve kapalı alanlarda çalışma, çevresel faktörler, gürültü, acil durum tahliye zorluğu, yol ve zemin koşulları başlıca risk olarak adlandırılabilir. Şekil 6.54’de yükün ağır olduğu ve halatın yeteri kadar sağlam olmadığı bir vinçte yaşanan kaza gösterilmektedir.



Şekil 6. 54 : Rüzgar Türbini Kanadının Montajı

Yağışlı havalarda santrale ulaşım için yapılan yolların dayanımı fazla olmalıdır. Kayma, devrilme gibi trafik kazaları yaşayabileceği unutulmamalıdır. Bunun yanında nakliye operasyonu yürütülürken dar ve dönemeçli yollarda manevra esnasında tecrübe eksikliği sonucu aracı kullanan kişi tarafından kazalara sebep

olacağı aşıkardır. Bunun yanı sıra, iklim şartlarının olumsuz tesirleri türbin alanlarının yer aldığı arazi şartlarının getirdiği olumsuzluklarla bir araya gelince, personelin türbin alanına ulaşımına yönelik olarak kullanılmakta olan yollar ciddi bir tehlike oluşturur. Ekipmanların taşınacakları araçlara güvenli bir şekilde konulmaması veya doğru sabitlenmemesi gibi sebeplerle sürüş esnasında ekipmanlar yer değiştirebilmekte, aracın devrilmesine ya da ekipmanın düşmesine sebep olabilmektedir.

Afyonkarahisar’da tır ile taşınmakta olan rüzgar türbini kanadı seyir halindeki yolcu otobüsüne zarar vermiş olup, kazada can kaybı yaşanmamıştır. Sinop’ta şehir merkezinden montaj yapılacak sahaya gitmekte olan türbin kule ve kanat dar ve engebeli yollardan geçmekte zorlanmış, kazaya sebebiyet verecek olaylar yaşanmıştır. Şekil 6.55 ve şekil 6.56’da türbin kanatlarının taşınması gösterilmiştir[120].



Şekil 6. 55 : Rüzgar Türbini Kanadının Meydana Getirdiği Kaza



Şekil 6. 56 : Kule ve Rüzgar Kanadı Taşınması

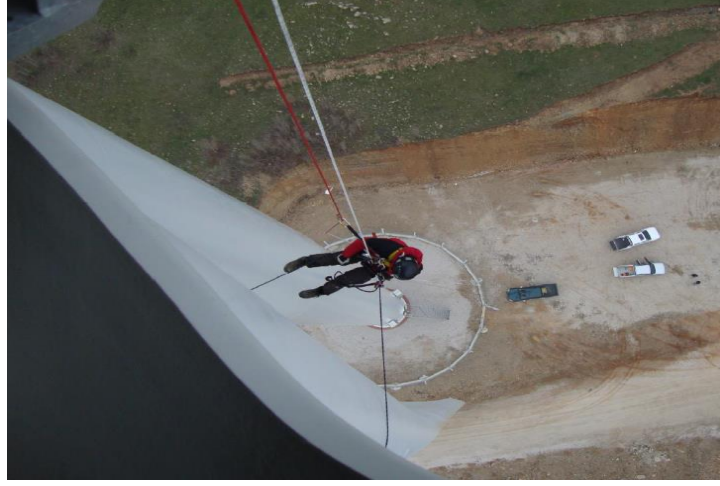
Rüzgâr enerji santrallerine ulaşımında sık sık dar yollar kullanılmakta, bu da parçaların taşındığı araçların uzun ve geniş olması sebebiyle trafikteki diğer araçlar ile kaza riskini doğurmaktadır. Bunun yanında eskort kullanılmaması, gerekli uyarı levhalarının araçta mevcut olmaması ve tecrübesiz araç sürücüleri gibi sebepler de parçaların nakliyesi sırasında büyük risk oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalara göre nakliye esnasında yaşanan kazaların büyük bölümü sürücü hatasından kaynaklanmaktadır. Ekipmanların yüksekliklerinin hesaba katılmaması sebebiyle tünel, alt geçit, üst geçit gibi geçiş noktalarına çarpma, ekipman ağırlığı ile ulaşım aracının ağırlıklarının hesabının doğru yapılmaması sebebiyle de köprü, tali yol gibi noktalarda çökme, devrilme gibi olaylar yaşanabilmektedir. Rüzgâr enerji santralleri her zaman ulaşımı kolay yerlere yapılmamaktadır. Ülkemizde kurulan santraller genellikle ulaşımı zor ya da hiç olmayan, engebeli, ormanlık çevrelerine yapılmaktadır. Bu sebeple rüzgar hızı ölçümleri yapıldıktan ve enerji iletim hatlarının güzergahları belirlendikten sonra yapılması gereken ilk faaliyet, ulaşım ve bağlantı yolları hazırlamak olacaktır. Yeni yapılacak yol üzerinden ağır malzemeler geçeceği için dayanıklı olmalıdır. Yağış mevsimlerinde etkilenmemesi için gerekli alt yapı çalışmaları hazırlanmalıdır. Hazırlanan bu yollar trafik işaret ve uyarı levhaları ile ilgili riskleri belirtmekle yükümlüdür. Rüzgar enerji santralini oluşturan yapı elemanları inşaat sahasına taşınırken genellikle parçalar halinde taşınır, daha sonrasında birleştirme işlemi gerçekleştirilir. Boyut ve ağırlıkların, alışlagelmiş yüklere göre çok

daha fazla olması standart risklerin artmasına sebep olmaktadır. Şekil 6.57’de faaliyetine devam edilmekte olan santrallere taşınan ekipmanlar gösterilmektedir.



Şekil 6. 57 : Rüzgar Enerji Santrali Montaj Faaliyeti için Türbinlerin Taşınması

Kanat içinde ya da kanat üstünde gerçekleştirilen bakım çalışması esnasında yıldırım çarpması ya da türbin içerisindeki elektronik ekipmanlardan kaynaklı aksaklıklar olabilmektedir. Çalışan kişilere hızlı bir şekilde ilk yardım uygulanmaması ve türbin üzerinden acil tahliye edilmemesi çok ciddi bir problem oluşturmaktadır. Acil bir olay anında panik yaşanacağından dolayı yüksekten düşme riskini getirmekte olup emniyet kemeri takılması kesinlikle ihmal edilmemelidir. Bakım çalışmalarında görevli bir personelin kimi günlerde günlerde ortalama iki defa türbine çıkmasını gerektirir. Bu işlemler esnasında herhangi bir acil durumda personelin tahliye edilmesinin güç olması veya kaza halinde personele gerçekleştirilecek müdahalenin gecikmesiyle önemli risk barındırmaktadır. Şekil 6.58’de herhangi acil bir durumda kule dışarısından gerçekleştirilen tahliye gösterilmektedir[25].



Şekil 6. 58 Kule Üzerindeki bir Çalışanın Acil Durum Anında Kule Dışından Tahliyesi

İklim şartlarının olumsuz tesirleri türbin alanlarının yer aldığı arazi şartlarının getirdiği olumsuzluklarla bir araya gelince, personelin sahaya ulaşım için tercih edilen yollar ciddi bir tehlikeler oluşturur. Arazi ve yol koşullarına uygun vasıtalar, iklim ve tabiat koşullarına uygun lastikler kullanılmalıdır, sürücülerin psikoteknik muayeneleri yapılmalıdır, vasıtaların bakımı yetkili servisçe periyodik olarak gerçekleştirilmelidir, sürücülere güvenli sürüş eğitimleri verilmelidir. Ciddi kar yağışı, buzlanma, çığ, erozyon vb. tabii afetlerde santrallere giden yolların en süratli biçimde açılabilmesine yönelik olarak yerel idare ile acil durum eylem planları oluşturulmalıdır. Şekil 6.59'da bakım-onarım çalışma faaliyeti için sahaya ulaşmakta zorluk çekildiği gösterilmektedir[25].



Şekil 6. 59 : Rüzgar Enerji Santralinin Kış Görünümü

Rüzgar türbinlerinin yükseklikleri kurulu gücüne göre değişkenlik gösterirken ortalama 80-120 metre arasında olduğu bilinmektedir. Temelden kuleye çıkma süreci çalışanlar açısından psikolojik yük oluşturmakta ve dikkat seviyesini azaltmaktadır.

İstatistiklere göre iş kazalarının büyük bir çoğunluğu dikkatsiz davranış sebebiyle olmaktadır. Olumsuz hava ve güç arazi koşulları haricinde, bakım faaliyetlerinde sürecinde çalışanlar dar ve kapalı sahalarda çalışmaktadır. Nacelle içinde gerçekleştirilen bakım işlemi sırasında hareket sahasının kısıtlı olması ve sıcak ekipmanlara temas edilmesi durumunda ciddi yaralanmalara yol açabilmektedir. Bununla birlikte kanatlarda gerçekleştirilen bakım faaliyetleri esnasında ergonomik olmayan koşullarda uzun müddetli çalışması bedende kimi kas iskelet sistemi hastalıklarına neden olmaktadır. Şekil 6.60'da kanat içindeki çalışma gösterilmektedir[25].



Şekil 6. 60 : Kanat İçerisinde Dar ve Kapalı Alanda Gerçekleşen Bakım Çalışması

Rüzgar enerji santrallerinin kurulması için öncelikle sahanın engebeli kısımları düzenlenmeli, ulaşım yolları hazırlanmalıdır. Saha çalışmaya uygun hale getirildikten sonra türbinlerin yerleştirileceği temel inşaatı çelik taban ile yapılmalı ve montaj işlemi sırasıyla tamamlanmalıdır. Çalışmanın yapıldığı bazı alanlar ağaçlık bölge olmasından dolayı yılan tarafından ısırılma vakaları ile karşılaşmak mümkündür. Personelin gerekli bilgi ve eğitim sağlanmalı, vaka sonrası ilk müdahale çalışanlar arasında yapılmalıdır. Ağaçların kesilmesiyle bağlantı yollarının inşaatı vb. tabii yaşama yapılan müdahaleler çevresel sorunları beraberinde getirecek olup bu durum Şekil 6.61'de gösterilmektedir. Şekil 6.62'de sahanın rüzgar enerji santraline uygun hale getirilme çalışmaları gösterilmektedir[174].



Şekil 6. 61 : Rüzgar Enerji Santrali Kurulacak Mevki

Rüzgar enerji santrali inşaat çalışmalarında kullanılan araç ve ekipmanlar, çalışan personelere ve çevre nüfusunu etkileyebilen gürültüye neden olmaktadır. Yapı temellerinin oluşturulması, taş ve kaya çıkarma gibi bozuk zemin üzerinde geçen taşıtların titreşim kaynaklı çevreye rahatsız edici gürültü yaymaktadır. Ayrıca deniz üstü rüzgar sahasında yapılacak sondaj çalışmalarından kaynaklı su canlıları olumsuz etkilenmektedir. Rüzgar enerji santrali kurulum süreci sonrası hafriyat ve inşaat atıkları toprağa zarar vermemesi için doğaya serbest halde atılmamalıdır. Boya, kimyasal yağlar ve akü gibi atıklar geri dönüşüm ile iletişime geçilerek tekrar kullanılması sağlamak önemli bir faaliyettir.



Şekil 6. 62 : Rüzgar Enerji Santrali İçin Yapılan Yol Çalışması

Rüzgâr türbininin gömüleceği çelik tabanlık için öncelikle belirlenen alan ekskavatör yardımı ile kazılmakta ve daha sonrasında beton mikseri ile taban betonu atılmaktadır. Olumsuz hava koşullarında herhangi bir problem yaşanmaması için temel atmada acele edilmemeli, tüm sistem burada yer alacağından dolayı çok dikkatli olunmalıdır. Çalışacak olan makineler gürültü yaratacağından kulak koruyucu ekipmanlar kullanılması gerekmektedir. Toprak hafriyatı, kazı çalışması ve ekipmanların yüklenmesinden kaynaklı toz oluşumu meydana gelmektedir. Belirli aralıklarla su püskürtme işlemi yapılmalı, astım, alerji gibi rahatsızlığı bulunan çalışanların ise maske kullanarak önlemleri alınmalıdır. Ekipmandan sızan ya da kaza sonucunda dökülen yağla kimyasal maddelerin toprak kirliliğine neden olabileceği gözden uzak tutulmamalıdır. Şekil 6.63’de rüzgar türbininin kurulacağı bölgeye temel atma faaliyetleri gösterilmektedir.



Şekil 6. 63 : Türbinin Yerleştirileceği Alana Beton Döküm İşlemi

Kule asansörü içerisinde emniyet kemeri takılmalı, asansörde herhangi bir arıza durumunda süre kaybedilmeden yetkililere haber verilmelidir. Arıza süreci boyunca asansör kullanılmamalı ve uyarı işaretleri konulmalıdır. Asansör içindeki insanlar, kendilerini asansör içinde daha evvel belirlenen güvenli bağlantı noktalarına bağlamak mecburiyetindedir. Çalışılan rüzgar türbinlerinin içerisinde nacelle, hub gibi parçalara ulaşım kule içerisinden asansör ile yapılmaktadır. Bakım faaliyetleri yürütülürken asansörün arıza yapmaması sebebiyle periyodik kontrolleri yapılmalıdır. Şekil 6.64’de kule içerisindeki asansör gösterilmektedir.



Şekil 6. 64 : Türbin İçerisinde Asansör İle Ulaşım

Kule içinde tırmanmadan evvel tercih edilen iş güvenliği ayakkabısının temiz olması lazımdır. Kule içinde gürültü seviyesi fazla olan işlerde çalışmayı gerçekleştiren kişilerle çalışma bölgesine yakın personel kulaklık veya kulak tıkacı kullanmalıdır. Dikey yaşam hattı bağlantılarının yerinden çıkmaması için kontroller yapılmalıdır. Şekil 6.65’de gösterilen metal yaşam halatı ile vücut arasındaki sarı renk ile görünen tuf-tug olup merdivenden kayıp düşme riskini engellemektedir.



Şekil 6. 65 : Asansör İçerisindeki Yaşam Halatı

Yüksekte çalışma, su üstünde çalışma, vinçle yapılan operasyonlardan kaynaklanan türbinlerin yüksekliğinden dolayı bilhassa askeri erekli alçak uçuşların yapılması olası sahalarda uçuş güvenliğiyle radar sistemi entegre edilmelidir. Kule ya da kanatlarda çarpışma önleyici aydınlatmayla işaretleme sistemlerinin kullanılması ve milli standartlara uygun olarak ve işaretleme gerekliliklerini tespit etmek üzere havacılık otoritelerine başvurulması iş sağlığıyla güvenliği bakımından önemlidir. Şekil 6.66’da rüzgar enerji santralının nacelle kutusunda yer alan ikaz lambası gösterilmektedir.



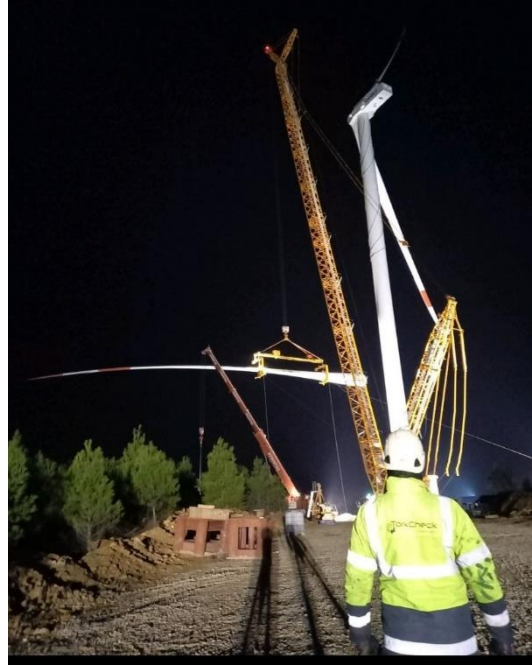
Şekil 6. 66 : Uçak İkaz Lambası

Çalışma sahalarında aydınlatmanın yeterli seviyede tutulması da kurulum ve bakım faaliyetleri sürecinde gerekliliklerden biridir. Görüşün zor olduğu anlarda çalışanların hata yapması kaçınılmazdır. Rüzgar enerji santrali faaliyetine gece süresince devam eden işletmeler gerekli tedbirleri almalı, herhangi bir acil durum esnasında yetkili kişiler ile iletişim kurulmalıdır. Ayrıca çalışan personellerin uyku düzensizliği dikkat seviyesinide azaltacaktır. Montaj işlemi süresince halatın kopma ihtimaline karşı çevrede canlı bulundurulmamalı ve sık sık kontroller sağlanmalıdır. Şekil 6.67’de nacelle kutusunun montajı ve şekil 6.68’de türbin kanadının montajı gösterilmektedir.



Şekil 6. 67 : Nacelle Kutusunun Montajı

Sahada yapılan inşaat çalışmaları geceleri de devam ettiğinden saha aydınlatması projektör ile yapılmakta olup sahada ışıklandırmanın yetersiz kalması sonucu iş kazalarına sebebiyet vermektedir.



Şekil 6. 68 : Türbin Kanadının Montaj İşlemi

Rüzgar enerji santralinde yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısının büyük bir çoğunluğu kurulum aşamasında gerçekleşmektedir. Montaj süresince

alışan personeller birşey olmaz algısı ve kendine aşırı güven problemleri neticesinde insan sağlığına bir çok zarar vermektedir. Arazi şartları sebebiyle makinelerin çok hızlı tozlanması operatörlerin görüş aıllarının kısıtlanmasına neden olmaktadır. Ayrıca uyarı levhaları da toz, çamur gibi katmanlar sebebiyle işlevsiz hale gelmektedir. Özellikle sisli havalarda vinç operatörü ile kule içerisinde çalışan personel haberleşme eksikliği nedeniyle kaza olayı yaşanabilmektedir. Bu yüzden iletişim ağının zayıf olduğu durumlarda çalışma yapılmamalıdır. şekil 6.69'da sisli havada kule montajı gösterilmektedir. şekil 6.70'de kulelerin montajı gösterilmekte olup parça parça birleştirildiğinden dolayı kule içerisindeki çalışan öncelikle düşmeyi engelleyek emniyet kemeri ve kişisel koruyucu donanım kullanması zorunlu olmaktadır. Herhangi bir acil durum anında kule içerisinden değil kule dışından tahliye edilmesi için planlar yapılmış olması ve tatbikatların uygulanması iş sağlığıyla güvenliği bakımından yaşamsal derecede önemlidir. Rüzgar enerji santralleri yerleşim birimlerinden uzak olduğu için kurulum aşamasında çalışan personeller şantiye sahasında kalmaktadır. Dolayısıyla kalacak yerin güvenliği, acil durum sonrası müdahalenin zorluğu ve yabani hayvan saldırıları gibi spesifik tehlikeleri beraberinde getirmektedir.



şekil 6. 69 : Sisli Havada Kule Montajı



Şekil 6. 70 : Rüzgar Türbini Kulesinin Montajı

Nacelle üstündeki anemometre rüzgar süratini belirleyerek söz konusu bilgiyi kontrol birimine iletmektedir. Bu birim, rüzgar süratindeki değişime dayalı olarak sistemi durduran ya da hareket ettiren bölümdür ve rüzgar süratinin 3,5 m/s'den fazla olduğu hallerde sistemi harekete geçirmektedir ve rüzgar süratinin 25 m/s'den fazla olduğu durumlardaysa sistemi durdurup türbinin aerodinamik yapısının bozulmasını önlemektedir. Balıkesir'in Gönen ilçesinde bulunan rüzgar enerji santralinde bakım ve onarım çalışması için gidilen sahada rüzgar ölçümlerini almak amacıyla anemometre sensörünün yıkılması sonucunda oluşan kaza ölüm ile sonuçlanmıştır. Bakım onarım işleriyle uğraşan personeller ile kumanda kontrol binası arasında haberleşme eksikliğinin yaşanmaması için gerekli oryantasyon eğitimi verilmeli ve iletişim araçlarının yedeklemesi yapılmalıdır. Şekil 6.71'de Çankırı iline kurulacak rüzgar enerji santrali gösterilmektedir.



Şekil 6. 71 : Çerkeş Rüzgar Enerji Santrali

Rüzgar enerji ekipmanları hazır hale getirildikten sonra mobil vinçler kullanılarak ağır yük ve bu yükler çok yükseğe kaldırılacakları için vinçlerin bulunduğu zeminin dayanımı, bağlantı elemanlarının kalitesi ve doğru kullanımı önem arz etmektedir. Montaj süresince yük altında personel bulunması, dar alanda çalışma, yüksek rüzgar ve yıldırım düşmesi gibi olumsuz hava koşulları şartlarında ölümcül kazalara sebebiyet verecek riskler barındırmaktadır. Kule içerisinde montaj işleri yapılırken el aletlerinin düşmesi gibi durumlar yaşanabileceğinden çalışma yapılacak bölgenin izdüşümünde personel bulundurulmaması konusunda çalışanların sık sık uyarılması gerekmektedir. Rotor kısmının montaj işlemi için kule içerisinde çalışanlar bulunmaktadır. Emniyet kemeri takılı olup gerekli kişisel koruyucu donanım kullanan çalışanlar Şekil 6.72’de gösterilmektedir.



Şekil 6. 72 : Rotor Ekipmanının Montajı

Rüzgar enerji sahasında elektrik ile çalışan ekipmanlar mevcuttur. Bakım-onarım çalışmasında mutlaka yalıtkan olmak koşulu ile baret, tabure, eldiven, ayakkabı ve yelek donanımlarını kullanması mecburi olup Şekil 6.73’de gösterilmektedir. Çalışma esnasında gerilim altında bakım yapılırken kıyafetler ıslak ve yağlı olmamalıdır. Elektrik akımına maruz kalan kişilerde, solunum ve kalp durmakta, vücutta yanıklar oluşmaktadır. Elektrik çarpmalarında, vücuttan geçen süre uzadığı takdirde tahribat riski aynı oranda yüksek olacaktır. Çalışan personel elektrik akımına kapıldığında tesisin enerjisi komple kesilerek ilk yardım uygulaması yapılmalıdır. Sahada mutlaka suni solunum cihazı bulundurulmalıdır. Yardım eden diğer çalışanlar kendi hayatlarını riske etmeyecek şekilde, yalıtkan cisimlerle kazazedeyi o bölgeden uzaklaştırmalıdır. İş programı yapılırken yüksek rüzgâr hızının bulunduğu zamanlarda yük kaldırma, yüksekte çalışma gibi çalışmaların ertelenmesi iş sağlığı ve güvenliği açısından önemlidir.



Şekil 6. 73 : Nacelle İçerisinde Bakım Çalışması

Kule parçaları indirilirken bazı çalışanların yüklere fazla yaklaşılmaması gerekmektedir. Nakliye aracından vinç ile indirilen rüzgar enerji santrali ekipmanları dengesizlik yaratması sebebiyle çok yakın olmamak koşulu ile çalışanlar tarafından dengede tutulmaya çalışılmaktadır. Şekil 6.74’de kulenin sallanmaması için çalışanlar tarafından kontrollü bir şekilde tutulduğu gösterilmektedir. Ayrıca vinç operatörü ile çalışanlar telsiz problemine dayalı haberleşme eksikliği yaşamamak adına yedekleme yapmalıdır.



Şekil 6. 74 : Rüzgar Enerji Santrali Kule Montajı

Rüzgar türbinlerinin dönmesiyle rahatsız edici sesler ortaya çıkmaktadır. Rüzgâr enerji santrallerinin çevresinde yaşayan halk, türbinlerin yaratabileceği tehlikeler konusunda uyarılmalı, tehlike bölgeleri gerekli uyarı levhaları ile donatılmalıdır. Yakın bölgelerde yaşayan insanlarda sürekli gürültü olması sonucunda stres ve strese bağlı diğer hastalıklar, duyma kaybı ve kulak çınlaması gibi bazı hastalıkların oluşma ihtimali yüksektir. Dolayısıyla bu bölgelerde yaşayan insanlar göç etmek zorunda kalmaktadır. Rüzgar türbinleri ortalama 35-50 desibel gürültü oluşturmaktadır. 2-3 kilometreden daha yakın mesafede yaşayan insanlarda gürültü sebebiyle uyku bozukluklarına ve dolayısıyla baş ağrısı, yorgunluk, depresyon, sinirlilik ve konantrasyon eksikliğine sebep olabilmektedir. Ayrıca kuş ölümlerine sebep olan bu santrallerde önlem olarak kanatların ucunu turuncu renk ile boyanması söylenebilmektedir. Şekil 6.75’de rüzgar enerji santralinde göç eden kuşlar gösterilmektedir[175].



Şekil 6. 75 : Rüzgar Enerji Santrali ve Göç Eden Kuşlar

Bağımsız bir kuruluş olan The Caithness Wind Farm Information Forum (CWIF), rüzgâr enerji santrallerinde yaşanan kazaları resmi ve gayri resmi kayıt altına alarak belirli istatistikler tutmaktadır. Bu veriler de sektör ile alakalı risklerin tespiti ve çözüm yolları için hem işverenlere hem de çalışanlara yol göstermektedir.

Rüzgar türbininin imalatı, nakli, kurulumu, bakımıyla işletimi, olası söküm işi özel tehlikeler içermektedir ama personelin içerisinde yer aldığı çevre ve iş ortamı birçok güç mücadeleyi de gerektirir. CWIF tarafından 30 Haziran 2021 tarihine kadar kayıt altına alınmış verileri incelediğimizde, dünyanın çeşitli yerlerindeki rüzgâr enerjisi çiftliklerinde 3033 iş kazası tespit edilmiştir. 30 Haziran 2021 yılına göre yaşanan iş kazaları, ölümcül kaza, yaralanma, yangın, ulaşım, genel iş sağlığıyla ve güvenliğiyle alakalı veriler Tablo 6.23’de gösterilmektedir[176].

Yaşanan 156 ölümcül kazada toplamda 220 kişi yaşamını yitirmiştir. Hayatını kaybeden kişilerin 127’si doğrudan sektörün içinde bulunan mühendis, teknisyenler, bakım işleriyle uğraşanlar ve türbin sahipleriyle diğer 93 kişi üretimle doğrudan bağlantısı olmayan fakat santral yakınlarında kazaya uğrayan kişilerdir.

Ölümcül kazaların yanında insanların yaralanması ile sonuçlanan kazalara baktığımızda; yaşanan 3033 iş kazasında yaralanan 338 kişinin 372’si sektör çalışanı iken, 79’u ise sektörle doğrudan bağlantısı olmayan halk ya da itfaiyeci, ulaşım çalışanları gibi kişilerdir.

Yangın, tespit edilen olaylarda en sık görülen ikinci kaza nedenidir. Toplam 414 yangın olayı tespit edilmiştir. Bakım-onarım faaliyetleri süresince yerleşim hayatına uzak olan santrallere giderken ulaşım önemli bir etkidir. Bu zamana kadar 258 kaza meydana gelmiştir. Rüzgar enerji santralının gerek uzak olması gerek ise gürültü çalışması insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle son zamanlarda çalışanın şikayeti artarak çeşitli nedenlerden dolayı rapor almaktadır.

Tablo 6. 23 : 30 Haziran 2021 Yılına göre Yaşanan İş Kazaları, Ölümcül Kaza, Yaralanma, Yangın, Ulaşım, Genel İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Veriler.

Yıl	2006’dan önce	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	*21
Sayı	425	83	125	135	132	124	171	174	181	167	161	166	185	194	222	305	83

Rüzgar enerj santrallerinde yaşanan iş kazaları

Yıl	2006’dan önce	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	*21
Sayı	40	5	5	11	8	8	15	17	5	3	8	6	9	3	5	6	2

Rüzgar enerj santrallerinde yaşanan ölümcül kazalar

Tablo 6.23'ün devamı

Yıl	2006'dan önce	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	*21
Sayı	22	10	16	18	9	14	12	15	9	9	9	10	13	4	48	118	2

Rüzgar enerj santrallerinde yaşanan yararlanma verileri

Yıl	2006'dan önce	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	*21
Sayı	84	12	21	17	18	16	22	23	26	19	20	28	25	27	23	22	9

Rüzgar enerj santrallerinde yaşanan yangın verileri

Yıl	2006'dan önce	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	*21
Sayı	13	6	19	12	11	11	24	17	14	17	14	16	19	14	18	23	10

Rüzgar enerj santrallerinde yaşanan ulaşım kazaları

Yıl	12	13	14	15	16	17	18	19	20	*21
Sayı	6	27	19	13	17	36	28	21	20	6

Genel İş Sağlığı ve Güvenliği Raporları**6.5.3 Hidroelektrik Enerji**

Hidroelektrik santrallerin kurulma evresindeki en önemli risk, sellerle taşkınlardır. Kurulumda muhtemel bir selde inşaat alanında yüksek miktarlarda zarar oluşmakta ve alan genel olarak işin durmasına neden olacak rüsübatla kaplanmaktadır. Bunun yanı sıra inşattaki makineler de su altında kalmaktadır ve ciddi hasarlara yol açmaktadır. Anlaşılacağı gibi gereken tedbirlerin alınmaması durumunda makinelerle ekipmanlarda meydana gelen hasarlar baraj hasarlarından daha ciddi olmaktadır. Hasarların önlenmesine yönelik olarak gereken faaliyetler, şantiyeyle malzeme depo sahalarının geçmiş verilere dayalı olarak güvenli yerlere inşa edilmesi, nehir yatağına seller önleyen geçici setelerin kurulması, akarsu debisinin az olduğu dönemlerde kurulması önlemleri kapsmalıdır. Şekil 6.76'da hidroelektrik santralinde meydana gelen taşkınlık gösterilmektedir[177].



Şekil 6. 76 : İnşaat Halindeki Hidroelektrik Santrali Taşkın Görüntüsü

Hidroelektrik santralin yer aldığı alanın zemin özelliklerine dayalı olarak yer kaymasıyla heyelan riskleri vardır. Bu tür riskler bilhassa vadi içinde bulunan santrallerle baraj yapılarında önemli riskler oluşturmaktadır. Yer kayması riskinin yer aldığı sahalarda gereken tedbirler alınıp yer kaymasının önüne kolayca geçilebilir. Türkiye’de yer kaymasıyla ilgili hasarlar en fazla Karadeniz’de görülür. Mesaj kanalı yer kaymasıyla ilgili hasarlarda işler durabilir. Şekil 6.77’de toprak kaymasının ileti kanalına verdiği zarar gösterilmektedir. Planlama aşamasında yer üstü iletim hatları etrafına yer kaymasını engelleyen önlemler alınmalıdır[177].



Şekil 6. 77 : Toprak Kayması Neticesinde Hasar Gören İleti Kanalı

Gaziantep’te yer alan karkamış hidroelektrik enerji santrali Suriye sınırına yakın bir konumda yer aldığından bölgede kurulan son sahadır. Herhangi bir sabotaj

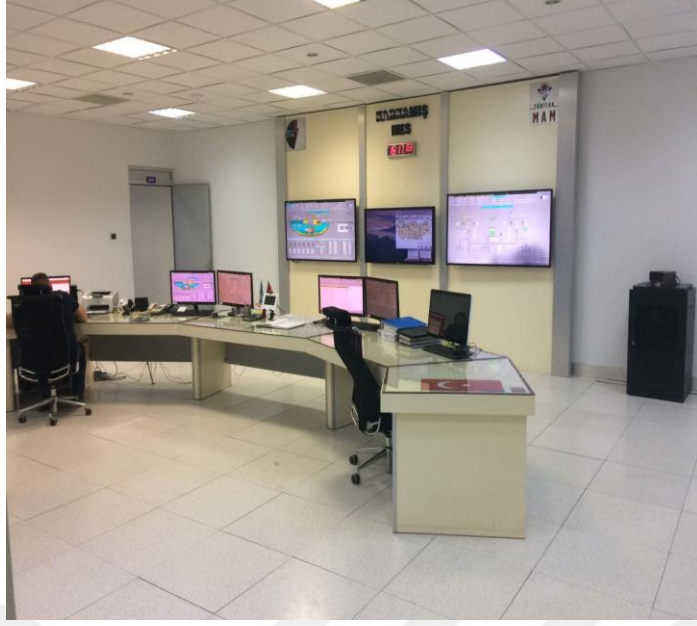
esnasında iletişime geçilecek acil durum planları çalışanlara bilgi olarak aktarılmalıdır.

Şekil 6.78’de Karkamış sahasının genel görünümüne yer verilmiştir.



Şekil 6. 78 : Karkamış Hidroelektrik Santral Görünümü

Hidroelektrik enerji santrali geniş bir alana kurulum yapıldığından ana kumanda odası ile sistemi, şalt sahasının kontrolü ve sahada bulunan ekipmanların açma-kapama manevralarında bu odadan yapılabilmektedir. Yağmur yağışının fazla olduğu veya karın erimeye başladığı zamanlar su maksimum seviyeye çıkmaktadır. Seviye sensörleri ile scada ekranından su seviye kontrolü sürekli sağlanmalıdır. Herhangi bir arıza sonucu oluşacak hasarları minimuma indirgeyen ana kumanda odası, çalışanların arızaya müdahale etmeden iş sağlığı ve işçi güvenliği standartları göz önünde bulundurarak hayati tehlikeyle karşılaşmamak adına uzaktan kontrol edilebilmekte olup bu durum Şekil 6.79’da gösterilmektedir.



Şekil 6. 79 : Ana Kumanda Odası

Şalt sahası, kesici, ayırıcı, akım ve gerilim ölçü trafoları, parafudr, bara, sigorta ve topraklama elemanları ile elektrik üretim, iletim ve dağıtım yapıldığı alanlardır. Şalt sahası, toplanan elektrik trafoları yardımı ile alçaltılıp yükseltilerek enerjinin başladığı nokta olarak adlandırılır. Bu durum Şekil 6.80'de gösterilmektedir. Sahada kullanılan kesicilerin iyi izlenmesi gerekmektedir. Gaz kaçağı ihtimali olduğundan çevreye atık gaz yayabilmektedir. Özellikle yüksek sıcaklıklardan gerçekleşen tepkimeler sonucunda kesicinin içerisinde zehirli gazlar meydana gelmektedir. Bu gazların izole edilerek atmosfere zarar vermesini engellemek büyük önem arz etmektedir.



Şekil 6. 80 : Karkamış Şalt Sahası

Ayrıca cebri boruların tasarımı sırasında iklim şartlarının dikkate alınmayarak yalnızca hidrolojik hesaplamaların yapılmasından dolayı donma hasarları oluşmaktadır. Şekil 6.81’de mevsimsel olarak değişen basınçlı borular gösterilmektedir[177].



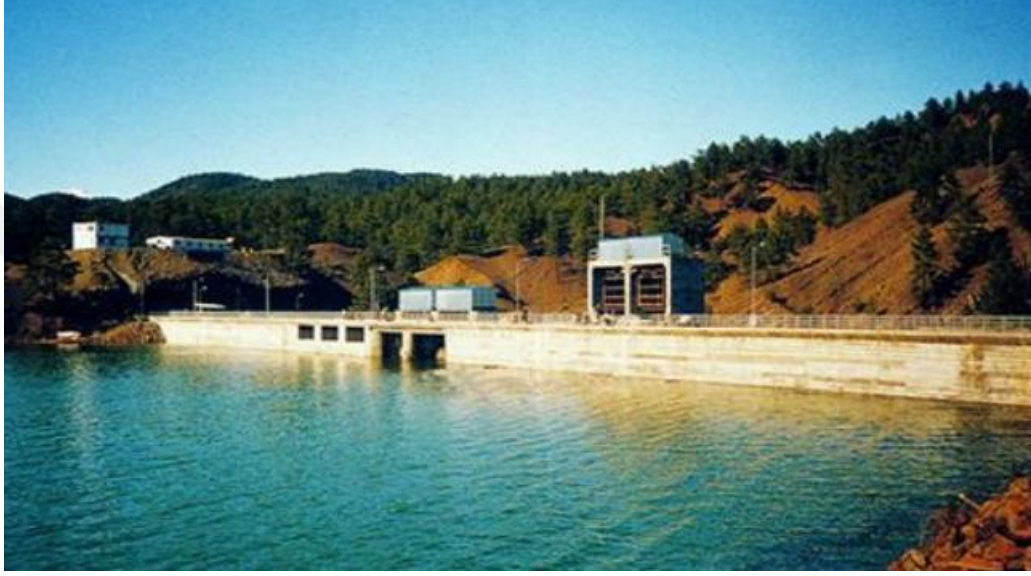
Şekil 6. 81 : Cebri Boru Mevsimsel Görünümü

Kesintisiz enerji üretimi için önemli olmakla birlikte çalışan kişilerin bu basınçlı borulara bakım-onarım yapılması esnasında engebeli yerlere gitmesi iş kazası meydana getirebilir. Şekil 6.82’de yer alan cebri boruların engebeli alanda yer aldığı konum gösterilmektedir[115].



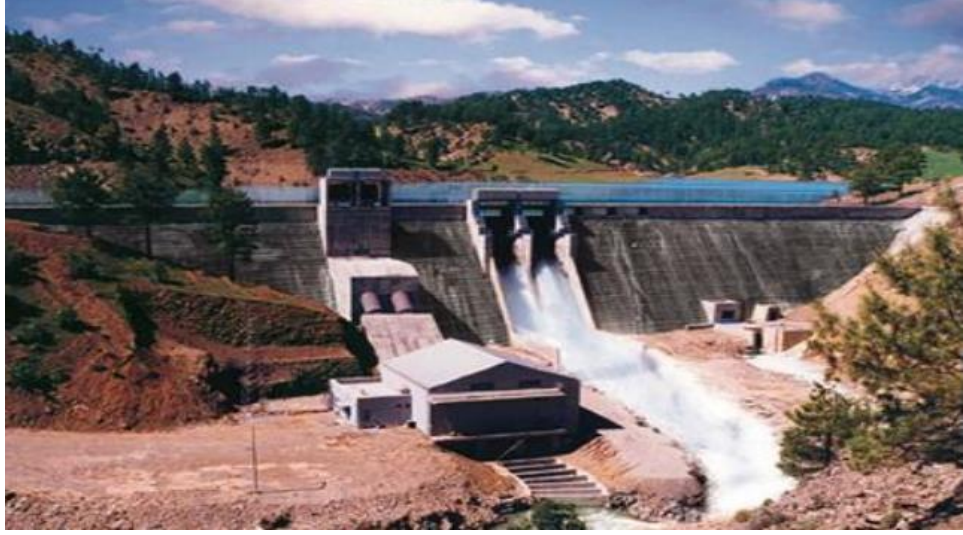
Şekil 6. 82 : Cebri Boruların Engebelik Alanda Görünümü

Türkiye’de yaşanan hidroelektrik enerji santrallerinde sel, taşkın büyük risk olarak nitelendirilse de özellikle su tutma yapılarında meydana gelen hasarlar göz ardı edilmemelidir. Dolu savak yetersizliği veya yetkili kişilerin yüksek yağış miktarını fırsata çevirerek enerji üretimine devam etmesi büyük bir tehlikedir. Sonrasında oluşabilecek hasarlar malzemenin su tutma yapılarında birikmesidir. Su alma tesisleri biriken suyun iletim kanalına alınması için gereklidir ve Şekil 6.83’de su alma yapısının genel görünümüne yer verilmiştir[177].



Şekil 6. 83 : Su Alma Yapısı

Dolu savak alanları, aşırı yağış alan zamanlarda baraj maksimum su seviyesine kadar dolduğunda, baraj gövdesinin zarar görmemesi için fazla suyu dip savak ile deşarj etmeye yarayan tesislerdir. Maksimum debiyi karşılayacak şekilde dizayn edilen bu tesislerin genel problemi yetersiz kapasite, kırılma ve çıkış yapısının yıkılması sayılabilmektedir. Dolu savak iş kazalarında göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir ve Şekil 6.84’de gösterilmektedir [177].



Şekil 6. 84 : Dolu Savak Yapısı

Şekil 6.85’de arıtılan suyun geçiş güzergahına yapılmış santral gösterilmektedir. Yüksekliği 25-30 metre olan suyun gücünden yararlanan bu sahada su hızı yüksek seviyede olduğundan ışıklandırma yapılmalı, özellikle gece vardiyasında çalışan kişiler için etrafı çevreleyen koruma platformları kurulmalıdır.



Şekil 6. 85 : Tatlar Su Arıtma Merkezi Hidroelektrik Enerji Santral Görünümü

Türbinle senkron olarak çalışan motorun gürültü seviyesi insanı rahatsız edecek düzeydedir. Bu sebeple çalışan kişilerin kişisel koruyucu donanım kullanmasına önem vermesi gerekmektedir. Özellikle elektrikli ekipmanların varlığı

sebebiyle yalıtkan kıyafetler ve kulak tıkaçları zorunlu tutulmalıdır. Şekil 6.86’da türbine bağlı motorun görünümüne yer verilmiştir.



Şekil 6. 86 : Türbin Miline Bağlı Asenkron Motor Görünümü

Barajın arkasında biriktirilen su hazinesi büyük miktarda alan kaplar ve biyoçeşitliliği, tarım arazilerini, otlak ve ormanların azalmasına yol açmaktadır. Çevredeki yaşam alanlarını ortadan kaldırmakla birlikte tarihi ve kültürel açıdan önemli yerlere sahip olan Hasankeyf, Zeugma gibi yerleri su altında kalmıştır. Bazı barajlarda daha çok elektrik üretmek için nehrin yatağının değiştirilmesi sonucunda nehir yatağı kuruyabilir bunun sonucunda ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Şekil 6.87’de gösterilen Maçahel Vadisi suların belirli bir alanda birikmesi sonucu ormandaki ağaçların yetişmemesine neden olmuştur[178].



Şekil 6. 87 : Hidroelektrik Santralin Çevreye Verdiği Hasar

Rize'nin Çayeli ilçesinde yer alan Senoz Vadisi yıllar içerisinde doğal görünümünden adeta hiç ağaç ekilmemiş durumuna gelmiştir. Bunun sebebi su yatağının değişmesiyle ekolojik dengenin bozulması söylenebilir ve bu durum Şekil 6.88'de gösterilmiştir[179].



Şekil 6. 88 : Su Yatağının Değişmesi Sonucu Oluşan Ormanlık Alan

Önemli bir tehlike arz eden yangın, sel gibi afet olaylarında ihbar butonları çalışan kişilerin fazla oldukları yerlerde bulunmalıdır. İhbar butonuna basıldığı süre zarfında ana kumanda odasına sinyal gönderilerek tüm çalışanlara bilgi verilmiş olacaktır. Yangın çıkması muhtemel yerlere yangın söndürücüler konulmalı ve elektrikli bir arızadan kaynaklanan yangında ise E sınıfı olan karbondioksit veya kuru kimyevi toz dolu yangın tüpleri kullanılmalıdır. Ayrıca santrallerde duman dedektörleri olmalıdır çünkü dumanı otomatik algılayan bu dedektörler, kumanda odasına sinyal göndererek tüm çalışanları durumdan haber edecektir.



Şekil 6. 89 : Hidroelektrik Sahanın Kurulumu

Hidroelektrik enerji santrali yapımı uzun süren bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. İnşaat projelerinde şantiye kurulumu ve ulaşım yollarının açılması öncelikli olarak yapılması gerekmektedir. Şekil 6.89 ve 6.90'da santral sahasının yerleşik hayata uzak olması ve tesisin engebeli alanlara yapılması gösterilmektedir. Bunun sonucunda iş sağlığı ve güvenliği açısından riskler ortaya çıkmaktadır. Kurulum aşamasından önce sahanın ön fizibilitesinin yapılması gerekmektedir. Önce iş güvenliği sloganıyla hiçbir işlem acele edilmeden planlı bir şekilde yapılmalıdır. Çevreden gelebilecek tehlikelere karşı bariyerler kurulmalı, kişisel koruyucu donanım kullanmak zorunlu tutulmalıdır. Kurulum aşamasında meydana gelebilecek toz, duman, kaynak sesleri, parça düşmesi gibi risklere karşı yüz ve solunum koruyucuları kullanılmalıdır. Özellikle solunum yolu ile hasta olunabileceği için toz maskelerini kullanmak gereklidir. Gerilim kartları, tehlike dokunma kartı (ana kart), dokunma çalışma var kartı (yardımcı tehlike), dikkat gerilim altında çalışma var kartı ve özel durum kartıdır. Tehlike dokunma kartı kırmızı, dokunma çalışma var kartı turuncu, dikkat gerilim altında çalışma var sarı ve özel durum kartı beyaz renktedir. Kullanılan güvenlik kartlarının nerede ve nasıl kullanılacağına dair gerekli eğitimlerin verilmesi ve kartların kullanımında süreklilik sağlanması, o bölgede çalışan personelin iş sağlığı ve güvenliği açısından farkındalığının artmasına neden olacaktır. Hidroelektrik santrallerde ise ofis donanımları, elektrikli makineler, transformatör merkezleri, iletim hatları vb. elektrik güç sistemi donanımları normal çalışma koşullarında çalışırken çevrelerinde elektromanyetik alanlar oluşturmaktadır. Radyasyondan tam anlamıyla kurtulmak mümkün değildir. Radyasyon iş sağlığı ve güvenliği açısından hidroelektrik santrallerde dikkat edilmesi gereken bir etkidir. Günlük yaşantımızda kullandığımız televizyon, cep telefonları, radyo, tıbbi cihazlar birer radyasyon kaynağıdır. Bulunulan coğrafi konumda deprem veya heyelan olması barajda taşmalara ve yıkılmalara sebep olabilmektedir. Hidroelektrik santraller genel olarak suya bağımlı tesislerdir. Bundan kaynaklı kanala veya yatağa düşme ve boğulmalara rastlanmaktadır. İşletme faal olarak çalıştığında türbinler ve jeneratörler oldukça gürültülü çalışmaktadır.



Şekil 6. 90 : Hidroelektrik Sahanın Kurulumu

Eğer perspektifimizi genişletir isek bu tür santrallerin negatif pek çok tarafının da bulunduğu anlaşılacaktır. Hidroelektrik santrallerin kurulması bölgesel kültürlerle tarihsel mekanların yok edilmesiyle başlar. Santralin inşa edilmesi esnasında ortaya çıkan hafriyat atıkları, endüstriyel atıklar, kazıyla taşıma esnasında oluşan tozlar ile ve ormanların katledilmesi ile de sürer. Akarsuya atılan inorganik kirleticilerin zaman içinde akarsu yatağında birikmesiyle akarsuya atılan atık suların yer altı sularına karışması da sıkıntılar oluşturur. Santralin inşaatıyla çalıştırılması esnasında akarsuya farklı atıkları dökenlerin kontrol edilememesi ve hukuksal yolların işletilmemesi firmaya ve çalışanlara caydırıcı tesir yapmamaktadır.

Hidroelektrik santrallerin inşa edileceği akarsuyun kendisine has bir biyolojik çeşitliliği bulunur. Bu tabii sistem, bir insan ömrüyle karşılaştırılamayacak kadar uzun bir tabii sürecin sonunda oluşur. Akarsuyun etrafında yaşamını sürdüren canlıların hayatlarını devam ettirebilmesi için topraktan suya, sıcaklıktan rüzgâra dek uygun bir tabii ortam sunan ekosistem, bir hidroelektrik santraliyle bozulur.

Tabii akışındaki bir akarsuyun ön kısmına kurulan bir set ile akışını kontrol etmek tabii sahayı bozmaktır ve zincirleme reaksiyonla bölgedeki canlılarla ve onlarla beslenen öteki canlıları ya göç etmeye mecbur eder ya da ölmelerine yol açar. Akıp giden akarsuyun ritmine müdahalede bulunulması ile akarsuların aşındırma gücüyle taşınan besin maddeleri değiştirilir. Akarsuların akış sürati akarsudaki canlı türleri ve sayıları üstünde ekilidir. Bunun yanı sıra suyun bir bölgede toplanması, suyla taşınan

topraklarla besin maddelerini yok eder ve verimli tarım sahalarının beslenmesini önleyerek kaybedilmesine neden olur. Hidroelektrik santrallerin yol açtığı bir başka sorun da suyun eskiden tabii olarak aktığı yerlerdeki yer altı sularının azalmasıdır.

Hidroelektrik santrallerin kurulmasıyla santralin etrafındaki bölgelerde iklimsel değişiklikler oluşur. Barajdaki suların akarsuya oranla daha büyük yüzey sahasına sahip bulunması suyun normalden daha fazla buharlaşmasına neden olur. Bu da havadaki nemin artmasına yol açarak bölgenin sıcaklık, yağış miktarı ve rüzgâr durumlarında değişikliklere yol açar. Bunun yanı sıra sudaki buharlaşmadan dolayı suyun tuz yüzdesi de değişim gösterir. İklimsel değişiklik bölgedeki ağaçların kesilmesi ile daha da artar.

Sonuç olarak, hidroelektrik santraller çok tehlikeli işyeri grubunda yer almaktadır. Bu yüzden santrallerde termal kamera, titreşim, gürültü, aydınlatma, termal konfor, toz, radyasyon ve topraklama ölçümlerinin periyodik olarak tekrarlanması çok önemli bir husustur.

6.5.4 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji kaynaklarını fosil yakıtlı kaynakların yerine kullanılması ile birlikte sera etkisi yapan gaz emisyonlarında doğru orantılı bir şekilde azalacaktır. Ancak yenilenebilir enerji kaynağı olmasına rağmen çevreye fiziksel ve kimyasal zararlı etkiler yapabilmektedir. Jeolojik, jeofizik ve kimyasal bilgiler toplanmalı ve bu bilgilerin değerlendirilmesi yapılması gerekmektedir. Bu sayede jeotermal enerjinin çevreye verebileceği zararlara karşı önlem alınması ile çevreye dost olması sağlanmış olur. Jeotermal enerji santralleri ateş çemberi olarak adlandırılan deprem bölgelerinde yer almaktadır. Bu nedenle deprem riskinin etkin olduğu düşünülmekte ve bu risk göz önünde bulundurularak kurulum süreci sağlam yapılmalıdır. Aksi takdirde çalışan kişilerin sağlığı tehdit altına girmiş olacaktır. Şekil 6.91'de jeotermal santralin genel görünümüne yer verilmiştir[180].



Şekil 6. 91 : Jeotermal Sahası Genel Görünümü

H₂S çürük yumurta kokusunda, renksiz, çok zehirli, havadan ağır, havayla patlayıcı karışım oluşturan yanıcı, ağır bir sinir gazıdır. H₂S jeotermalde hayatı tehdit eden bir tehlikedir. Solunması çok ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Sondaj sahasında 5 ppm H₂S ölçüldüğünde H₂S tehlikesi var demektir. Jeotermal enerji sahasında H₂S için dedektör ve temiz hava tüpleri bulunması iş sağlığıyla güvenliği bakımından yaşamsal önemdedir. Tablo 6.24’de hidrojen sülfürün maruziyet sınırları gösterilmektedir[182].

Tablo 6. 24 : H₂S Maruziyet Seviyeleri

Konsantrasyon (Ppm)	Etkileri
0.01-0.3 Ppm	Koku eşiği
5 Ppm	8 saatlik ortalama mesleksel maruz kalma sınırı
10 Ppm	15 dakika mesleksel maruziyet limiti
15 Ppm	Maruziyet limiti aşılmıştır. Personelin hiçbiri bu değerlerde H ₂ S’e maruz kalmamalıdır.
100 Ppm	Koku alma duyusu 2 ile 15 dakika arasında kaybolur.
200 Ppm	Boğaz yanması,baş ağrısı ve bulantı başlar.
500 Ppm	Denge ve muhakeme kaybolur.Solunum 2 ile 15 dakika içerisinde durur. Acil tıbbi müdahale lazımdır.
700 Ppm	Ani şuur kaybı.İdrarla bağırsak kontrolü kaybolur.Hızlı bir biçimde kurtarma olmaz ise solunum durur.
1000 Ppm	Solunum ani bir biçimde durur.Eğer kurtarma süratli bir biçimde olmazsa ölüm veya kalıcı beyin hasarı oluşabilir.

Çamurla bentonit vb. kimyasal maddelerden dolayı kaygan zeminler oluşmakta, personel için ve araç kazalarına neden olacağından dolayı büyük bir tehlike oluşturur. İş sahasında bu tehlikelerin olmaması için etken maddeler hemen temizlenmeli veya çakıl gibi malzemelerle alan düzenlenmelidir. Şekil 6.92’de kimyasalların oluşturduğu alan gösterilmektedir[183].



Şekil 6. 92 : Kimyasalların Oluşturduğu Alan

Şekil 6. 93 : Çamur Havuzları Şekil 6. 94 : Kimyasalların Oluşturduğu Alan

Şekil 6.93’de çamur havuzunun farklı görüntüleri mevcuttur. Sağ kısımda yer alan resimde çamur havuzu yeraltına sızıntıyı önlemesi için tabanına membran çekilmiştir. Sol kısımda gösterilen görselde böyle bir uygulama gözükmemektedir. Ayrıca çamur havuzlarının etrafında, düşmeyi engelleyecek bir önleyici tedbir bulunmamaktadır. Etraf aydınlatması ve havuzun metre cinsinden derinlik levhası da yer almadığı görülmektedir. Özellikle gece vardiyasında çalışacak kişiler için aydınlatmaya çok önem verilmelidir[183].



Şekil 6. 95 : Çamur Havuzları

Şekil 6. 96 : Göstergeler Şekil 6. 97 : Çamur Havuzları

Şekil 6.94'de sondaj kulesinde bulunan basınç, sıcaklık gibi göstergelerin yanında ısıtıcı gözlenmiştir. Sondaj kuyusundan H₂S gelme olasılığı karşısında alev sızdırmayan ısıtıcının patlama oluşturma durumu vardır. Soğuk hava koşullarında açık ateş olmayan ve alev sızdırmayan ısıtıcıların tercih edilmesi daha uygundur [183].



Şekil 6. 98 : Göstergeler

Şekil 6. 99 : Kuyubaşı Emniyet Vanası (BOP) Şekil 6. 100 :
Göstergeler

Jeotermal sondajlar esnasında yer altından her an gazla su gelme riski karşısında Şekil 6.95'deki gibi kuyubaşı emniyet vanasının bağlı olması lazımdır. Kuyubaşı emniyet vanası tüm sondaj şartlarında kuyudan gelebilecek akışı durdurabilmelidir [183].



Şekil 6. 101 : Kuyubaşı Emniyet Vanası (BOP)

Jeotermal sondajlarda tozla gürültü vb. fiziki risklerle mekanik ve kimyevi riskler bulunduğundan bireysel koruyucu donanım kullanımı oldukça önemlidir. Sondaj çalışmaları esnasında iş makinelerinin çalışmasından kaynaklanan gürültü kirliliği yaşanacaktır. Sondaj makinesi 106, çamur pompası 101 ve jeneratör 101 desibel olarak ses seviyesi ölçülmüş olup bunlar insanı rahatsız edecek seviyededir. Jeotermal sondajlarda sondaj kulesi bulunduğu için yüksekte çalışıldığında personeli emniyet kemeri vb. yüksekten düşmelere karşı koruyan ekipmanların kullanması lazımdır. Hidrojen sülfür vb. zehirli gazlar, nitrojenle karbon dioksit vb. nefes darlığıyla tıkanmaya yol açan gazlarla hidrojen florür vb. asitlerle toza karşı solunum maskeleri tercih edilmelidir. Acil durum toplanma noktası şeklinde lokasyonun rüzgar yönü baz alınıp her iki yönde de yer tespit edilmelidir. Lokasyonda rüzgar gülü konumlandırılmalıdır.



Şekil 6. 104 : Hava Kompresör Tankı

Jeotermal enerji sahasındaki sondajlarda kuyudaki su azalmalarında çamuru çıkartmak amacıyla hava kompresör tankı kullanılmalıdır. Hava kompresör tankı Şekil 6.96'da gösterilmektedir. Acil bir durumda kompresöre ait vanalara erişim kolay olmadığı için zamanında müdahale edilmekte zorluk yaşanacaktır. Güvenlik kuralları levhası güncellenmelidir. Ayrıca şekilde görüldüğü üzere yangın tüpü poşetiyle bulunmakta ve yerde durmaktadır. Yangın sırasında hayati bir öneme sahip olan bu tüpler için oluşacak zaman kaybı büyük risklere neden olacaktır[183].

Bir diğer risk ise jeotermal suların yüzeye çıkarılmasıyla kullanımından sonra reenjeksiyon yapılmaması veya arıtma yapılmaksızın tabiata bırakılmasıdır. Denetimsiz olarak tabiata bırakılan bu sular, akarsu, göller, yeraltı suları, bu sahalardaki canlıları, toprakla havayı olumsuz etkiler. Bunun yanı sıra jeotermal suyun bünyesindeki “karbondioksit, hidrojen sülfür, amonyak ve civa vb.” gaz emisyonların atmosfere yayılması, başta insan sağlığını etkilemesinin yanı sıra, hayvan ve bitki hayatına da zarar verir.

Jeotermal akışkanın içerisinde yer alan “bor, arsenik, civa, kurşun ve krom vb.” ağır metallerin kullanılmalarının ardından arıtılmaksızın tabiata bırakılması insanların sağlığını, bitkilerin büyümesiyle gelişimini ve toprakları olumsuz etkiler. Jeotermal sıvıdaki “bor, civa, arsenik, kurşun, amonyak, antimuan, lityum, karbondioksit, hidrojen sülfür ve tuz” etrafı olumsuz olarak kirletir. Mesela bor, bitki örtüsü için çok zararlıdır veya civa vb. metaller organizmalar için çok zehirlidir, sinsi şekilde dokularda birikmektedir, hasara yol açmakta ve gıda zincirleri sütünde yoğunlaşmaktadır.

Bununla beraber tercih edilen jeotermal akışkanın tabiata salındığı noktaların yakınlarına turizm tesislerinin inşa edilmesi bölgeye şifa için gelenlerin sağlığını tehdit etmektedir. Oysa Japonya, Amerika ve İzlanda vb. jeotermal enerji tercih eden ülkelerin birçoğunda reenjeksiyon çağdaş sistemleri uygulanmaktadır ve jeotermal akışkanın bünyesinde bulunan gazlar ile beraber rezervuara geri basılmaktadır ve çevreye olumsuz tesiri bu biçimde engellenmektedir. Söz konusu sistemin bulunmadığı jeotermal alanlardaysa halihazırdaki arıtma teknolojilerinin kullanılması, ortamın korunması bakımından bir mecburiyettir. Reenjeksiyon sistemi pahalıdır ama söz konusu sistemin kurulmasıyla işletilmesi uzun vadede oluşabilecek çevresel sorunları engelleme bakımından önem arz etmektedir. İş sağlığı ve güvenliği tatbikatları yapılarak olası bir kaza durumunda hazırlıklı olunması ve en az hasar ile atlatılması sağlanmalıdır.

Jeotermal enerji santralinde çalışanların teknik açıdan bilgilendirilmemesi, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyumunun denetlenmemesi, dijital ve analog göstergelerin takip edilmemesi, mekanik parçaların düşürülmesi, uyarı levhalarına uyulmaması, yorgun ve dikkatsiz çalışılması, birbirini aktive edecek malzemelerin yan yana bulundurulması yaralanma veya ölüm ile sonuçlanabilmektedir.

Derinlerden çıkarmakta olan sıcak jeotermal suların içerisinde bikarbonat iyonları formunda çözülmüş CO₂ vardır. Jeotermal sıvı yüzeye çıkartıldığı ve suyun basıncı düşürüldüğü zaman kalsit (kalsiyum karbonat) depolanması başlar ve CO₂ açığa çıkar. Yüksek konsantrasyonlardaki H₂S gazı öldürücü seviyede zehirli, alevlenebilir ve aşındırıcı bir gazdır. İş sağlığıyla güvenliği bakımından devamlı takip edilmeli ve gereken koruyucu önlemler alınmalıdır.

Jeotermal enerji santralinde sondaj çalışması çok tehlikeli işler kapsamında değerlendirilme olup iş kazalarının yaşanmaması için gerekli tedbirler alınmalı ve uyulmalıdır. Sondaj çalışması sırasında yapılan işlerin ağır olması, vardiyalı çalışma sisteminin olması, ekipmanların dağınık olması gibi nedenlerden iş kazaları meydana gelmektedir.



Şekil 6. 107 : Depolama Alanı

Şekil 6.97’de kimyasalların, tüplerin ve diğer malzemelerin depolandığı alan gösterilmektedir. Boş ve dolu malzemeler yan yana bulunmakta, atıkların ve kullanılabilir malzemelerin depolandığı ayrı mekan bulunmamaktadır. Varil ve asitlerin bulunduğu siyah kaplar dağınık şekilde bulunduğundan takılma ve düşme sonucu yaralanmalara sebep olabilmektedir. Kimyasal maddeler herhangi bir sızıntı durumunda direk toprakla temas etmekte, sızıntıyı önlemek için beton üstünde bulunması gerekmektedir. Ayrıca, sürekli güneş ışığına maruz kaldığından dolayı dolu tüplerin patlama riski bulunmaktadır. Depolama alanının etrafında tel ve aydınlatma bulunmaması iş kazasına yol açacaktır[183].



Şekil 6. 110 : Elektrik Panosu

Şekil 6.98’de elektrik panosu vardır. Elektrik panosunun ön kısmında yalıtkan paspas konularak, elektrik çarpmaları karşısında önlem alınır ama elektrik panosunun kapağı yetkisiz ve izinsiz insanların erişimini önlemek için kilitlenir [183].



Şekil 6. 113 : Kimyasallar Ve Hortum

Şekil 6.99’da gösterilen sarı kutular içerisinde kimyasal madde barındırmaktadır. Ancak malzeme güvenlik bilgi formunda belirtilen depolama biçimine uygun değildir. Takılma veya rüzgar sonucu düşmesini önleyecek hiçbir tedbir yoktur. Bunun dışında ortadaki hortumun da uygun bir noktada, takılma ve düşmeyi önlemeyecek biçimde tutulması lazımdır [183].



Şekil 6. 116 : Basınçlı Hortumlar

Şekil 6.100’da basınçlı hortumların yüksek basınçtan dolayı patlayarak savrulmasını engelleyecek kelepçe kullanıldığı görülmektedir. Bu kelepçeler sahada yer alan yüksek basınçlı hortumların hepsinde kullanılmalı ve düzenli kontrolü yapılmalıdır[183].



Şekil 6. 119 : Kule Ve Merdiven Korkulukları

Şekil 6. 120 : Biyogaz Ölçüm İstasyonu Şekil 6. 121 : Kule Ve Merdiven Korkulukları

Şekil 6.101’de kule ve merdiven korkulukları görülmektedir. Merdiven basamaklarının genişliği uygun olup kaymayı engelleyici yüzey özelliğine sahip olması gerekmektedir. Şekil 6.101’de görüldüğü gibi yangın tüpü henüz kullanıma hazır olmayıp, ilk alındığı gibi dururken uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Acil bir durumda çok önemli olan yangın tüplerinin belirli konuma asılı olması ve kullanıma hazır olması gerekmektedir[183].

Yağmurun veya karın yer altına emilerek inmesi jeotermal kaynakları beslemektedir. Konut, sera ısıtılması esnasında kömür ve doğal gaz kullanılmadığı için hava kirlenmesine yol açmayan enerji çeşididir. Eser miktarda oluşan hava kirliliğinin sebebi yer altında birikmiş sera gazlarının yer üstüne çıkmasından kaynaklanmaktadır. Gelen sıcak akışkan türbini döndürdükten sonra yoğunlaşır, ancak içerdiği CO₂ yoğunlaşmaz ve soğutma kulelerinden atmosfere bırakılır. Termik santrallere göre sera gazı ihmal edilebilecek kadar azdır. En önemli sonuç olarak kullanılan sıcak jeotermal sıvının nehirlere veya göllere gönderilmesi termal kirliliğe sebebiyet vermektedir. Bazı su canlıları için sıcaklık değişimleri ufak bile olsa ölümcül olduğu unutulmamalıdır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte jeotermal akışkanın tekrar yerin altına gönderilmesi mümkün olup bor, arsenik gibi kimyasal maddeleri içeren kullanılmış akışkanın toprak kirliliğinin de önüne geçilmiş olacaktır.

Jeotermal enerjinin bulunduğu bölgeler, genellikle sert kayaların olduğu, düşük basınç ve yüksek sıcaklık değerine sahip tektonik hareketlerin yoğun yaşandığı sahalardır. Jeotermal sıvının ekstraksiyonu nedeniyle arazinin çökme riski bulunmaktadır. Acil durum eylem planı ve risk değerlendirilmesi yapılmalı, tatbikatlar gerçekleştirilerek tecrübe kazanılmalıdır. Bu nedenle kurulum, sondaj ve nakliye aşamalarında fiziksel risk ve tehlike ortaya çıkmaktadır. İş kazalarına sebebiyet veren sondaj makinesinin bakım ve onarımı çok önemlidir. Çalışmalar esnasında toprakta mevcut olan mikroorganizmalar ve parazitlere bağlı biyolojik tehlikelere de maruz kalılabilmektedir.

6.5.5 Biyogaz Enerjisi

Biyogaz bitki ve hayvan atıkları gibi organik maddelerin havasız ortamlarda fermantasyonu sonucu oluşan enerji kaynağıdır. Bileşiminde % 60-70 metan, % 30-40 karbondioksit ve az miktarda hidrojen sülfür, hidrojen, karbonmonoksit ve azot bulunan renksiz ve yanıcı bir gaz karışımıdır. Biyogazın kullanımı sera gazı emisyonlarını azaltmaya yöneliktir.

Biyogaz enerji santralinde acil yaşanabilecek tehlikeler için önleyici tedbirler alınmalıdır. Türkiye deprem bölgesi bir ülke konumunda yer aldığı için sık sık tatbikatlar düzenlenmeli, arama kurtarma tahliye ekipleri oluşturulup gerekli bilgilendirmeler yapılmalı, sahanın inşaat kurulum ve işletme esnasında sık sık depreme dayanıklılık kontrolleri yapılmalıdır. Ayrıca acil toplanma yerleri oluşturulmalı ve görseller ile desteklenmelidir. Biyogaz tesisinde ilk yardım ekipleri oluşturulmalı, uygun yerlere ecza dolapları yerleştirilmeli ve çok tehlikeli sınıf statüsünde yer aldığından tesisin güvenliğini sağlamak amacıyla güvenlik personeli bulunmalı, ziyaretler önceden planlanmalı ve kamera ile 7/24 izleme yapılmalıdır. Biyogaz enerji santralinde bulunan kimyasal maddelerin sahip olduğu özellikler ambalaj üzerinde uyarı işareti ile gösterilmeli, kullanılan kimyasallar hakkında çalışanlar bilgilendirilmeli, malzeme güvenlik bilgi formları gerekli yerlere asılmalıdır.



Şekil 6. 122 : Biyogaz Ölçüm İstasyonu

Biyogazın ısı kazanlarında ya da gaz motorlarında kullanılmadığında biyogaz doğrudan havaya verilmeyerek, gaz yakıcıya gönderilmektedir ve gaz yakılıp sistemden atılmaktadır. Biogaz ölçüm istasyonu Şekil 6.102'dedir. Şekil 6.103'de gaz motoru çalışmayı kestiği zaman, otomatik gaz kapama vanasıyla makine odasına gaz kaçmamalıdır, söz konusu koşul otomatik gaz kapama vanasının tesisiyle sağlanabilmelidir, dirsekli kol korumalı havalandırma boruları atmosfere iletilmelidir, gaz motor odalarına açılan havalandırma delikleri, dirsekli kol korumalı boruların yanına ya da gaz motor hava emme girişine yahut egzoz borularının yakınlarına yerleştirilmemelidir, gaz motorlarına ait hava emme boruları, dışarıdan içeriye doğru açılmalıdır. Gaz motorları ateşleme sistemi, motor ve egzoz sistemi havayla yeteri kadar temizlenene dek çalıştırılmamalıdır.

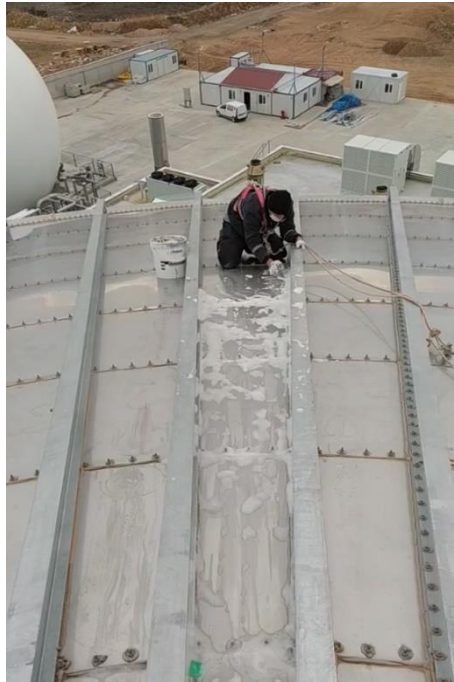


Şekil 6. 125 : Digester Acil Durum Vanaları



Şekil 6. 128 : Digester Ve Biyogaz Sahası

Digester kurulum aşamasında oksijen ile irtibatı kesmek adına yalıtımlı malzemelerden üretilmelidir. Digester ve biyogaz sahası Şekil 6.104'de gösterilmektedir. Bakım ve onarım kısmında ise yerden yüksekliği yaklaşık 25-30 metre arasında oldukları için digesterin merdivenleri korkuluklu olmalı, adım rahatlığı ve güvenliği için basamak genişliği mesafesi ayarlanmalıdır. Kaçak testi kontrolüne ait görsel Şekil 6.105'de gösterilmektedir. Gerekli kişisel koruyucu donanımlar tam olmakla birlikte kontroller sağlanmalıdır.



Şekil 6. 131 : Digester Kaçak Testi

Biyogazın içeriğinden gelen atıksu karakterine dayalı olarak hemen heme % 65 CH₄, % 35 CO₂ ve 4000 ppm H₂S vardır. Biyogazdaki hidrojen sülfür, çevre zararlarıyla gaz motorlarında korozyona yol açmasında dolayı bertaraf edilmesi lazımdır. Biyolojik desülfürizasyon sistemi yüksek performansla yüksek işletme maliyeti avantajı temin eder. Biyolojik desülfürizasyon birimlerinde sülfüre duyarlı özel bakteriler vardır. Bunlar belli orandaki O₂ varlığında gazın içerisindeki H₂S'i elementer sülfüre ve sülfürik aside çevirip gaz ortamından ayırır. Hidrojen Sülfür ham petrole doğalgaz imalatında en tehlikeli ve ölümcül tesiri bulunan maddedir. Söz konusu gazın karıştığı hava bulunduğu zaman koku alma yetisi bu kabiliyetini hızlı bir biçimde yitirir. Söz konusu gazla yüksek oranda karşılaşılması durumunda, birkaç saniye kadar kısa bir süre içinde şuur kaybı söz konusu olur. Biyogaz jeneratörlere gelmeden desülfürizasyon ünitesi biyogazın içindeki hidrojen sülfür değerini düşürmeye yaramakta olup desülfürizasyon ünitesi Şekil 6.106'da gösterilmektedir. Biyogaz üretiminde dikkat edilecek hususlar:

- 1-) Fermantörde (imalat tankı-silindireç) kesin olarak oksijen olmamalıdır.
- 2-) Atmosferde yeni bakteri oluşturulmasıyla büyümesi için yeteri kadar azot olmalıdır.
- 3-) İmalat tankında asitlik 7-7.6 arasında olmalıdır.
- 4-) Fermantör ısısı 35 derecede sabit olmalıdır.
- 5-) İmalat tankına ışık girmemelidir ve ortam karanlık olmalıdır.
- 6-) İmalat tankında en az % 50, optimum % 90 oranında su olmalıdır.



Şekil 6. 134 : Desülfürizasyon Ünitesi

Biyogaz üretim aşamasında digester sıcaklığı önem arz etmektedir. Digester içerisindeki bakterilerin yaşaması adına sıcaklık 35 derecenin altına düşmemesi gerekir. Bu sıcaklığın sabit olması Şekil 6.107’de gösterildiği gibi mavi ve kahverengi borulardan çamur ve sıcak su akmaktadır



Şekil 6. 137 : Yer Altından Digester Kısımına Ulaşan Boruların Görünümü

Trafo kısmında oluşan yangın veya yangının trafo bölümüne sıçraması halinde trafo içerisindeki yüksek miktardaki yağ yanmaya başlar, oluşan sıcaklıktan ve zehirli yoğun dumandan bu kısma ulaşmak yangını söndürmek çok zor olacaktır. Bu yüzden yağın kısa sürede başka bir yere transfer edilmesi ve yağın toprağa karışmaması için gerekli boş bir alan gerekmektedir. Şekil 6.108’de trafo binası gösterilmektedir.

Trafoları Koruma:

1-) Diferansiyel Koruma Rölesi: Trafo binasını korumakla birlikte akım kontrolünü sağlayan röledir. Giren ve çıkan amperin eşit olmadığı anda uyarı vermektedir.

2-) Burhoz Rölesi: Yağın delinme zamanı geldiğinde sinyalleri alıp bobinlerindeki sargı gruplarında problem olup olmadığı algılar ve sistemi otomatik olarak kapatır.



Şekil 6. 140 : Trafo Binası

Tesiste üstünde durulması gerekli olan en önemli tehlikeler, “kaynak işleri, klor gazı, basınçlı tüpler, elektrik ve havuzlardan” kaynaklanır. Sistemdeki çalışmaların otomasyona dayalı olmasıyla kontrol merkezinden idare edilmesi pek çok tehlikeyi yok eder. Bu da teknik gelişmelerin takibiyle risklerin ne şekilde azabileceği hususunda iyi bir örnek olmakla birlikte ana kumanda odası Şekil 6.109’da ve elektriksel değerlerin kontrolü için yapılan pano ise Şekil 6.110’da gösterilmektedir.



Şekil 6. 143 : Ana Kumanda Odası



Şekil 6. 146 : Biyogaz Verilerinin Gösterim Panosu

Şekil 6. 147 : Jeneratör Görünümü
Şekil 6. 148 : Biyogaz Verilerinin Gösterim Panosu

Jeneratörler gürültü seviyesi yüksek olan ekipmanlardır. Herhangi bir bakım-onarım çalışmasında kulak koruyucu donanımı kullanmamak insan sağlığını ilerleyen zamanda olumsuz etkileyecektir. Jeneratörler bir ses yalıtımlı kabin içerisinde yer alabilirse gürültü seviyesi minimuma inecektir. Ayrıca bakım-onarım çalışması olmadığı zaman rahatsız edici bir ortam teşkil etmeyecek olup jeneratör görünümü Şekil 6.111’de gösterilmektedir.



Şekil 6. 149 : Jeneratör Görünümü

Şekil 6. 150 : Ayrıcı Ve Kesici Kumanda Odası
Şekil 6. 151 :
Jeneratör Görünümü

Ayrıcılar ve kesiciler genellikle orta ve yüksek gerilimlerde kullanılan anahtardır. Yüksüzken açma-kapama yapan aygıtlara Ayrıcı, yük altında açma-kapama yapan aygıtlara Kesici denir. Sahada ani olarak bir hata ile karşılanırsa vakit kaybedilmeden sırasıyla kesici ve ayırıcı devreye girmeli, çalışma dikkatli bir şekilde yürütülmelidir. Saha çalışması bitirdikten sonra tekrar elektrik vermek adına sırasıyla ayırıcı ve kesiciler harekete geçirilerek çalışma tamamlanmalıdır. Ayrıcı ve kesici kumanda odası Şekil 6.112’de gösterilmektedir.



Şekil 6. 152 : Ayrıcı Ve Kesici Kumanda Odası

Şekil 6. 153 : Akü Grubu
Şekil 6. 154 : Ayrıcı Ve Kesici
Kumanda Odası

Sahada bazı röleleri çalıştırabilmek ve elektrik kesintisi yaşandığı zaman belirli bir süre enerji ihtiyacını karşılamak adına akü grubu oluşturulmalıdır. Pil ve aküler doğru akım (DC) oldukları için elektrik çarpmalarına yönelik riskleri barındırmaktadır. Pillerle akülerin ömrünü tamamlamasının ardından ne şekilde muhafaza edileceği oldukça önemlidir. Pillerle aküler insanların sağlığı için zararlı pek çok maddeyi içermektedir. Söz konusu maddelerden biri zamanla oksitlenip havaya da karışan kadmiyumdur. Bedenden zorla atılan kadmiyum böbrekler için zararlıdır, akciğerle prostat kanserlerinin oluşturur. Bunlar çevreye gelişigüzel atılır ise çevre sorunları oluşur. Sülfürik asit, plastikle kurşundan müteşekkil aküler, toprakla yer altı sularına karışıp zehirli kirliliğe yol açar. Atık akülerin yakılması havada bulunan kurşunun miktarını artırarak çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedir. Tesiste kurulu olan akü grubu Şekil 6.113’de gösterilmektedir.



Şekil 6. 155 : Akü Grubu

Kentleşme, tarımsal ve endüstriyel çalışmalardan kaynaklı organik atıklar, iktisadi ve çevreyle alakalı pek çok probleme yol açmaktadır. Organik atıklar, genellikle aktif bir dönüşümden geçirilmeksizin çevreye atılmaktadır, depolanmaktadır, yakılmaktadır ya da verimsiz bir biçimde kullanılmaktadır. Söz konusu uygulamaların neticesinde bu atıklar tamamıyla yok edilmemekte ve ülkenin ekonomik yaşamında önemli bir yeri bulunmasına karşın çevre, ekosistem ve insan sağlığıyla ilgili olarak tehdit unsuruna dönüşmektedir. Atıkların kontrolsüz depolanmasıyla ayrıştırılması, insanların sağlığı için zararlı olan CH_4 ile CO_2 gibi gazların oluşmasına yol açmaktadır. Bunun dışında söz konusu atıkların depolanması noktasında koku, sinek ve patojen oluşumuyla hijyen koşulları bozulmaktadır. Ayrıca oluşan nitrat birikimi, toprak yapısıyla mikrobiyolojisinin bozulmasına, nitratın yüzey ve yeraltı sularına karışmasının sonucunda sebze-meyve tüketimiyle içme suyu yoluyla da insanların ve öteki canlıların hayatını tehdit etmektedir.

Biyokütle gazlaştırıldığında atmosfere SO₂ ve azot oksitler vb. zararlı gazlar vermemektedir. Bitkilerin yetişmesi esnasında havadan aldığı CO₂'yi, yandığı zaman geri verdiği için, global ısınmaya yol açan CO₂ miktarını artırmaz. Havadaki karbondioksit miktarına etkide bulunmayan dünyadaki tek yakıttır. İmal edilen organik maddelerin yakılmasının neticesinde ortaya çıkan CO₂ ise, daha evvel söz konusu maddelerin oluşması esnasında atmosferden alındığından, biyokütleden enerji elde edilmesi esnasında çevre, CO₂ salınımı bakımından korunacaktır. Organik madde bulunan atıkların değerlendirilmesi, çevre kirliliğiyle temiz enerji imalatı açısından önemlidir.



Şekil 6. 158 : Katı Materyallerin Parçalanması İçin Çekiçli Ve Silindirik Değirmenler

Şekil 6. 159 : Biyoenerji Sahası Yangın Görünümü
Şekil 6. 160 : Katı Materyallerin Parçalanması İçin Çekiçli Ve Silindirik Değirmenler

İş ortamının olumsuz şartları arasında toz, sistemlerde tercih edilen atıklardan kaynaklı kötü koku, kir, biyogazın patlayıcı özelliğiyle katı atıkların parçalayıcı ekipmanından kaynaklanan gürültü sayılabilmekte ve katı materyallerin parçalanması için çekiçli ve silindirik değirmenler Şekil 6.114'de gösterilmektedir. Ayrıca elektrikli cihazların kısa devre veya yıldırım yüzünden yangınlar meydana gelebileceği göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle üretim tanklarının çevresinde yangın tehlikesinin oluşabileceği hesaba katılmalıdır. Biyogaz sahasında gerçekleşen yangın Şekil 6.115'de gösterilmektedir. Yangın için bir ekip oluşturulmalı ve ekibe gerekli eğitimler verilmelidir. İşlemler sırasında uygun kişisel koruyucu donanım kullanarak çalışmak insan sağlığını korumaya yöneliktir[181].

Açık alanda depolanan atıkların belirli süre zarfında doğal çürüme esnasında CH₄ açığa çıkmakta ve çürüme suları kendi etrafında göller oluşturarak toprağa karışmaktadır. Toprağa karışan bu sular yüksek miktarda N, NO₃, PO₄ ihtiva

etmelerinden dolayı toprağı ve dolayısıyla denizleri kirletmektedirler. Atıkların yok edilmesi için yakıldıklarında ise CO₂ gazı atmosfere verilerek çevreye zarar verilmektedir. Bu çevresel sorunları biyogaz tesisi kurarak faydalı enerji haline dönüştürülmüş olacaktır.



Şekil 6. 161 : Biyoenerji Sahası Yangın Görünümü

Şekil 6. 162 : Biyoenerji Sahası Yangın Görünümü

“Brezilya, Endonezya ve Malezya vb.” devletlerin daha fazla biyoyakıt imal etme siyaset etrafında daha fazla tarımsal alan açmak üzere ormanları yok etmeleriyle neticesinde oluşan toprak erozyonuysa ayrı bir sorundur. Unutulmamalıdır ki bütün dünyadaki tarımsal alanlarda yetişen buğdayla şeker pancarı vb. bitkiler biyoyakıt yapılırsa da, global petrol gereksinimini karşılayamaz.

BÖLÜM VII

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ L MATRİS-FINE KINNEY METODU İLE RİSK ANALİZİ KARŞILAŞTIRILMASI

Bir önceki bölümde iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanılan tüm risk değerlendirme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bu çalışmada Türkiye’de en fazla kullanılan iki yöntem olan L Tipi Matris ve Fine Kinney Analizi kullanılarak çalışma yürütülmüştür. Ülkemizin büyük bir çoğunluğu L Tipi Matris kullanmakla birlikte çok güvenilir bir yöntem olmadığı bilinmektedir. Fine Kinney analizinin L Tipi Matrise göre daha güvenilir olmasının sebebi tehlike ve riskin yaşanacağı sıklık derecesi ile ilişkilendirilebilmektedir.

Son zamanlarda ülkemizde yükselişte olan güneş ve rüzgar enerji santralleri için bu iki yöntem seçilmiştir. Aynı ayrı yapılacak olan risk değerlendirmesi aşağıda tablolar halinde gösterilmektedir. Ayrıca L Tipi Matris ve Fine Kinney yöntemi ile yapılan analizler kendi arasında mukayese edilmiştir.

İş Sağlığı ve Güvenliği alanında birçok risk değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır. Ön tehlike analizi, tehlike ve işletilebilme yöntemi, olursa ne olur, neden sonuç analizi, olası hata türleri ve etkileri analizi risk değerlendirme yöntemlerindedir. Bu çalışmada L Matris ve Fine Kinney metodu kullanılmış olup ilerleyen süreçte sonuçları daha kesin ve güvenilir olan Hata Ağacı Analizi veya Olay Ağacı Analizi yöntemi yenilenebilir enerji santralinde kullanılabilir.

7.1 GÜNEŞ ENERJİSİ L MATRİS RİSK DEĞERLENDİRMESİ

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
1	Temel iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin ve çalışanların mesleki eğitiminin olmaması	İş kazaları,meslek hastalıkları	5	4	20	5	Mesleki eğitim gerektiren meslek gruplarında yer alan çalışanların gerekli eğitimleri almaları sağlanmalı ve yeni işe girişlerde, iş kazası sonrasında çalışanlara temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilmelidir.
2	Kuru bitki örtüsü	Yangın	4	5	20	5	Çalışma alanındaki ve çevresindeki kuru bitki örtüsü temizlenmeli, çalışanlar uyarılmalı, sigara içme alanı belirlenmeli, seyyar yangın söndürücüler hazır bulundurulmalıdır.
3	Uyarı ve ikaz işaretlemeleri	İş Kazası	5	4	20	5	Uyarı ve ikaz levhaları uygun yerlere yerleştirilmeli ve belirli aralıklarla uyarı ve ikaz levhalarını kontrol etmesi sağlanmalıdır.

4	İş kazalarının kayıt altına alınmaması	Kazaya sebebiyet veren risklerin belirlenememesi	5	4	20	5	Daha sonrasında bir problem yaşanmaması için iş kazası ve meslek hastalığı kayıt sistemi oluşturulmalıdır.
5	Acil durum uyarı sistemlerinin çalışır durumda bulunmaması	Acil durumlarda çalışanların uyarılamaması	5	4	20	5	Acil durum uyarı sistemleri kurulmalı ve periyodik kontrolleri yapılmalıdır.
6	Sigara kullanımı	Yangın, havasızlık	5	4	20	5	İşyeri bina ve eklentilerinde sigara içme alanı belirlenmeli, sigara içme alanları dışındaki yerlerde sigara içilmemesi sağlanmalı ve gerekli yerlere uyarı levhaları asılmalıdır.
7	Doğalgaz	Patlama	5	4	20	5	İş kazası olmaması için kazı alanı doğalgaz dedektörü ile kontrol edilmelidir.
8	Enerji hattı	Elektrik çarpması	5	4	20	5	Tüm yasal izinler alınarak ve ilgililerinin takibi altında kazı çalışması yapılmalıdır.
9	İş makineleri ve insanların aynı alanda çalışması	İş makinelerinin insanlara çarpması	5	4	20	5	İş makinelerine manevracı görevlendirilmeli ve çalışanlara riskler konusunda eğitim verilmelidir.

10	Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması	Çalışanın tehlikelerden korunmaması	5	4	20	5	Çalışanlara yapacakları işe uygun kişisel koruyucu donanımlar verilmeli ve kullanmaları zorunlu tutulmalıdır.
-----------	--	-------------------------------------	---	---	----	----------	---

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
11	Gerekli kişisel koruyucu uyarı levhalarının bulunmaması	Çalışanın tehlikelerden korunmaması	5	4	20	5	Uyarı ve ikaz levhaları uygun yerlere yerleştirilmeli, görevli çalışan belirli ararlılarla uyarı ve ikaz levhalarını kontrol etmelidir.
12	Gerilim altındaki iletkenlere yaklaşma mesafesi dikkat edilmemesi	Yaralanma, çarpılma yangın ve ölüm	5	4	20	5	Gerilim altındaki iletkenler için azami yaklaşma mesafelerine dikkat edilmelidir. Azami yaklaşma mesafeleri 50 - 3.500 volt arası 30 cm olarak belirlenmiştir.
13	Kişisel koyucu ekipmanların bakımlarının, temizliğinin ve muhafazasının yapılmaması	Çalışanın tehlikelerden korunmaması	5	4	20	5	Tek kullanımlık olmayan bu ekipmanların bakımları ve temizliklerinin yapılması sağlanmalıdır.

14	Uygun kişisel koruyucu donanım temin edilmemesi	Çalışanın tehlikelerden korunmaması	5	4	20	5	Kişisel koruyucu donanımların alımında CE belgeli ve EN standartlarına uygun ekipmanlar sağlanmalı, personele zimmetlenerek teslim edilmelidir.
15	Motorlu araçların bakımlarının yapılmamış olması	Trafik kazası	5	4	20	5	Motorlu araçların bakımları, üretici firmanın önerisi doğrultusunda yetkili teknik servisler tarafından yapılmalıdır.
16	Malzemeleri uygun yükseklikte istiflememe	Malzeme devrilmesi, rafların devrilmesi	5	3	15	5	Malzemeler uygun ve ağır malzemeler en altta olacak şekilde depolama işlemi gerçekleştirilmelidir.
17	Paneller arası bağlantı kablo hatası	Elektrik Arızası	5	4	20	5	Proje haritasında gösterilen bağlantılar dikkatli şekilde yapılmalıdır.
18	Akrep, yılan, arı, böcek vb. ısırması	Zehirlenme	5	3	15	4	Kurulacak alana ilaçlama yapılmalı, çalışma alanında bulunan ilk yardım çantası içerisinde gerekli ilaçlar bulundurulmalıdır.
19	Kazı bölgesinin girişe kapatılmaması	Düşme	5	3	15	4	Uyarı ve ikaz levhaları uygun yerlere yerleştirilmeli, görevli çalışan belirli aralıklarla uyarı ve ikaz levhalarını kontrol etmelidir.
20	İlk yardım çantası içerisindeki	İş kazası sonrası olası tekil ya da	5	3	15	4	İlk yardım çantası içerisindeki malzemelerin son kullanma tarihleri takip edilmeli ve

	malzemelerin uygun nitelikte ve yeterli sayıda olmaması	çoğul yaralanmalarda gerekli müdahalenin yapılamaması					azalan malzemelerin listesi hazırlanarak yenileri konulmalıdır.
--	---	---	--	--	--	--	---

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
21	İlk yardımcı sertifikalı çalışanın bulunmaması	Yaralılara doğru ilk yardım yapılamaması	5	3	15	4	Çok tehlikeli sınıfta yer alan çalışmalarda her 10 kişide 1 kişinin ilk yardımcı belgesi alması gerekmektedir.
22	İzinsiz girişler	İş kazası	5	3	15	4	Çalışma alanına giriş yapacak araç ve yayalar için güvenlik ve kontrol noktası kurulmalıdır.
23	Kullanılan makine ve ekipmanların üretici firmaları tarafından hazırlanan Türkçe	Makine ve ekipmanların klavuzda belirtilen	5	3	15	4	Kullanılan makine ve ekipmanlarla ilgili Türkçe kullanım klavuzları eğitim olarak çalışanlara verilmeli ve daha sonrasında

	kullanım klavuzlarının bulunmaması	şekilde kullanılmaması					unutmamak adına kılavuzlar çalışanlarda kalmalıdır.
24	AG - OG Hatlar, ağaçlara yakın geçen hatlar	Kısa devre, elektrik, yangın	5	3	15	4	Alçak ve yüksek gerilim hatlarının birlikte geçtiği durumlarda emniyet mesafeleri dikkate alınarak çalışma yapılmalı ve hatlara yakın olan ağaçların gerekli izinler alınarak budanması sağlanmalıdır.
25	Yabani hayvanlar	Yaban hayvanların saldırması	5	3	15	4	Kurulacak sahada ve çevresinde çalışmaya başlamadan önce yabani hayvan varlığı kontrol edilmelidir.
26	Tozlu ortam	Solunum ve akciğer hastalıkları	4	3	12	4	Çalışanların tozdan etkilenmesini önlemek için kurulum yapılacak bölge hafif nemlendirilmeli ve çalışanlara uygun toz maskesi verilmelidir.
27	Yüksek gerilim hatları	Elektrik çarpması, yangın	5	3	15	4	Çalışanlar riskler konusunda bilgilendirilmeli ve emniyet mesafesi korunarak çalışma yapılmalıdır.
28	EKAT belgesinin olmaması	Elektrik çarpması	5	3	15	4	Enerji nakil hatlarında çalışma yapacak personelin EKAT belgesinin olması zorunlu tutulmalıdır.

29	İş makinelerinin çevresinde çalışanlara çarpması	İş kazası	5	3	15	4	İş makineleri yetkili operatörler tarafından kullanılmalı ve yetkisiz kişilerin makineleri kullanması engellenmelidir.
30	İş makinelerinde uyarı ve ikaz levhalarının bulunmaması	Kaza ve istenmeyen durumlar	5	3	15	4	İş makineleri aktif veya pasif çalışma durumunda ikaz levhaları bulundurulmalıdır.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
31	Forklift	Devrilme, çarpma	5	3	15	4	Forkliftlerin periyodik bakımları, üretici firmanın öneri ve talimatları doğrultusunda yetkili teknik servis tarafından yaptırılmalı, kayıt altında tutulmalıdır.
32	Vinç	Yükün kancadan çıkması	5	3	15	4	Emniyet mandalları ve yay tertibatı kullanılmadan önce gözle kontrol edilmeli, belirli aralıklar ile periyodik kontrolü yapılmalıdır.

33	İş makinelerinin manevra ve hareketleri	İş makinelerinin manevra ve hareket esnasında insanlara çarpması	5	3	15	4	İş makinelerinin hareket ve manevraları sırasında manevracı bulundurulmalı, tüm makinelere geri vites ikaz sistemi kurulmalıdır.
34	Elektrikli el aletleri kullanımı	Elektrik çarpması	5	3	15	4	Kablolar sürekli kontrol edilmeli, bozuk yıpranmış kablolar hemen değiştirilmeli, kabloların yaya ve araç trafiğine açık alanlarda kontrollü ve korumalı geçişleri sağlanmalıdır.
35	Elektrikli ısıtıcılar	Yangın, patlama	5	3	15	4	Elektrik tesisatları kontrol ettirilmeli ve kayıt altına alınmalı, kaçak akım roleleri bulunmalı, seyyar yangın tüpleri temin edilmeli ve uygun yerlere yerleştirilmelidir.
36	Çalışma alanı içerisinde hız limitlerine uyulmaması	Trafik kazası	5	3	15	4	Şantiye sahası içinde motorlu araç hız limiti belirlenmeli ve uygun yerlere hız limitini gösteren uyarı levhaları yerleştirilmelidir.

37	Emniyetli sürüş kurallarını ihlal etme	Trafik kazası	5	3	15	4	Araçları kullanan çalışanın emniyetli sürüş kurallarına uyması sağlanmalı ve sürekli izlenmelidir. Şantiye sahası içinde gerekli yerlere trafik uyarı levhaları işaretlemesi yapılmalıdır.
38	Kamyon ve kamyonetlerin geri sinyallerinin çalışmaması	Trafik kazası	5	3	15	4	Kamyon ve kamyonetlerin periyodik bakımları, üretici firmanın öneri ve talimatları doğrultusunda yetkili teknik servis tarafından yaptırılmalı ve kayıt altında tutulmalıdır.
39	Arızalı makine ve iş ekipmanı kullanımı	Elektrik çarpması, yaralanma	5	3	15	4	Makine veya iş ekipmanında yetersizlik görüldüğü takdirde, çalışma durdurulmalı ve ilgili kişilere haber verilmelidir. Kusurlu olan ekipmanın üzerine işaretleme yapılarak başka personelin kullanmasına engel olunmalıdır.
40	Aşırı yağmur, kar	Su basması	4	4	16	4	Yapılara gider ve yağmur olukları takılmalı, düzenli kontrolleri sağlanmalıdır.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
41	Parafudrun olmaması	Yangın, kısa devre	5	4	20	4	Şarjlı havalarda, yıldırım düşme ihtimali olan yerlere yıldırım yok edecek sistemlerin kurulması gerekmektedir.
42	Aydınlatmanın bulunmaması, yetersiz olması	Elektrik çarpması, düşme	5	3	15	4	Beton köşkler içerisinde yeterli aydınlatma sistemleri sağlanmalı ve kontrol edilmelidir.
43	Kapılar	Acil durumlarda hızlı tahliye yapılamaması	5	3	15	4	Çıkış kapılarının yönü dışarıya bakmalı ve kolay açılması sağlanmalıdır.
44	Taşıyıcı duvar ve bina eklentileri	Yıkılma, çökme	5	3	15	4	Hasar gören yapılar güçlendirilmeli veya yeni yapı tasarlanmalıdır.
45	İlk yardım yönergelerinin olmaması	Yaralılara doğru ilk yardım yapılamaması	5	3	15	4	İlk yardım yönergeleri çalışanlar tarafından anlaşılır olmalı, kolay okunabilir ve görülebilir nitelikte gerekli yerlere asılmalıdır.

46	İzole halı ve tabure olmaması	Elektrik çarpılması	5	3	15	4	İzole halı ve tabureler hazır olmalı ve periyodik kontrolleri ilgili çalışan tarafından yapılmalıdır.
47	Kaçak akım rölelerinin bulunmaması	Elektirik çarpılması, yangın	5	3	15	4	Kurulacak sahanın elektrik tesisatları ile ilgili kaçak akım röleleri bulunmalıdır.
48	Yangın söndürücülerin olmaması	Yangın	4	4	16	4	Elektrik yangınlarına uygun seyyar yangın söndürücüler alınmalı, yerleri işaretlenerek belirlenmeli, belirli aralıklarla periyodik kontrolleri yapılmalıdır.
49	Topraklama	Elektrik kaçakları	4	4	16	4	Topraklama tesisatının ehli kişilerce periyodik kontrolleri ve testleri yapılmalıdır.
50	Ecza dolabının olmaması	Acil müdahale edememe, yaralanma, ölüm	5	3	15	4	İşyerinin her bölümde, en az bir adet ecza dolabı bulunmalı, dolabın içerisindeki malzemeler doktor tarafından belirlenip tedarik edilmeli, son kullanım tarihine dikkat edilmelidir. Ecza dolabı içerisinde eksik olmamalıdır.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
51	Ağır yük	Ağır yük taşıma	4	3	12	3	Çalışanlara elle taşıma ve ergonomi eğitimi verilmelidir.
52	Yüksekte çalışma	Düşme	4	3	12	3	Yüksekte çalışma eğitimleri verilmeli, çalışanlar riskler konusunda uyarılmalı ve rüzgar hızının 5 m/sn geçtiği durumlarda çalışma durdurulmalıdır.
53	Gürültü sınır değerinin aşması	Meslek hastalığı	4	3	12	3	Çalışma ortamındaki gürültünün azaltılması için gürültü kaynağına izolasyon yapılmalı, yapılamıyorsa çalışanlara uygun kulak koruyucu kullanması zorunlu tutulmalıdır.
54	Daire kesici, hilti, matkap, spiral	El ve vücut yaralanmaları, İşitme kayıpları, tozların solunması	4	3	12	3	Sabit olmayan malzemeler tezgah üzerinde sabitlenerek kesilmeli, kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması sağlanmalı ve kontrol edilmelidir.

55	Düzensiz olmayan yatay zemin, boşluklar	Çalışanların düşmesi	3	3	9	2	Uyarı ve ikaz levhaları uygun yerlere yerleştirilmeli, görevli çalışan belirli aralıklarla uyarı ve ikaz levhalarını kontrol etmelidir.
56	İş akışının doğru kurulmaması	Stres, strese bağlı rahatsızlıklar	3	3	9	2	Çalışanlar iş ve görev tanımlarına uygun çalıştırılmalıdır.
57	Sıcak-soğuk hava	Terleme, üşütme	3	3	9	2	Çalışanlara, iklim koşullarına uygun iş elbiseleri verilmeli, yeterince içme suyu sağlanmalı ve çok sıcak havalarda daha sık dinlenme molaları kullandırılması sağlanmalıdır.
58	Fiziksel gereksinim gerektiren taşıma itme çekme durumlarının engellenmemesi	Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları	3	3	9	2	Ağır yüklerin taşınması esnasında teknolojinin sağladığı iş ekipmanları kullanılmalıdır.

7.2 GÜNEŞ ENERJİSİ FİNE KİNEY RİSK DEĞERLENDİRMESİ

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
1	Temel iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin ve çalışanların mesleki eğitiminin olmaması	İş kazaları, yaralanma	10	2	40	800	Çok Yüksek Risk
2	Kuru bitki örtüsü	Yangın	10	1	40	400	Çok Yüksek Risk
3	Uyarı ve ikaz İşaretlemeleri	İş kazası	6	3	40	720	Çok Yüksek Risk
4	İş kazalarının kayıt altına alınmaması	Kazaya sebebiyet veren risklerin belirlenememesi	10	1	40	400	Çok Yüksek Risk
5	Acil durum uyarı sistemlerinin çalışır durumda bulunmaması	Acil durumlarda çalışanların uyarılamaması	10	1	100	2000	Çok Yüksek Risk
6	Sigara kullanımı	Yangın, havasızlık	10	1	40	400	Çok Yüksek Risk
7	Doğalgaz	Patlama	6	1	40	240	Yüksek Risk

8	Enerji hattı	Elektrik çarpması	6	1	100	600	Çok Yüksek Risk
9	İş makineleri ve insanların aynı alanda çalışması	İş makinelerinin insanlara çarpması	10	3	7	210	Yüksek Risk
10	Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması	Çalışanın tehlikelerden korunmaması	10	10	40	4000	Çok Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
11	Gerekli kişisel koruyucu uyarı levhalarının bulunmaması	Çalışanın tehlikelerden korunmaması	10	10	40	4000	Çok Yüksek Risk
12	Gerilim altındaki iletkenlere yaklaşma mesafesi dikkat edilmemesi	Yaralanma, çarpılma, yangın ve ölüm	6	2	40	480	Yüksek Risk

13	Kişisel koyucu ekipmanların bakımlarının, temizliğinin ve muhafazasının yapılmaması	Çalışanın tehlikelerden korunmaması	10	10	40	4000	Çok Yüksek Risk
14	Uygun kişisel koruyucu donanım temin edilmemesi	Çalışanın tehlikelerden korunmaması	10	10	40	4000	Çok Yüksek Risk
15	Motorlu araçların bakımlarının yapılmamış olması	Trafik kazası	6	3	15	270	Yüksek Risk
16	Malzemeleri uygun yükseklikte istiflememe	Malzeme devrilmesi, rafların devrilmesi	6	2	7	84	Olası Risk
17	Paneller arası bağlantı kablo hatası	Elektrik arızası	6	3	40	720	Çok Yüksek Risk
18	Akrep, yılan, arı, böcek vb. ısırması	Zehirlenme, yaralanma	10	1	15	150	Önemli Risk
19	Kazı bölgesinin girişe kapatılmaması	Düşme	6	2	15	180	Önemli Risk

20	İlk yardım çantası içerisindeki malzemelerin uygun nitelikte ve yeterli sayıda olmaması	İş kazası sonrası olası tekil ya da çoğul yaralanmalarda gerekli müdahalenin yapılamaması	10	3	40	1200	Çok Yüksek Risk
----	---	---	----	---	----	------	-----------------

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
21	İlkyardımcı sertifikalı çalışanın bulunmaması	Yaralılara doğru ilk yardım yapılamaması	10	3	40	1200	Çok Yüksek Risk
22	İzinsiz girişler	İş kazası	3	2	7	42	Olası Risk
23	Kullanılan makine ve ekipmanların üretici firmaları tarafından hazırlanan Türkçe kullanım kılavuzlarının bulunmaması	Makine ve ekipmanların kılavuzda belirtilen şekilde kullanılmaması	6	1	40	240	Yüksek Risk
24	AG - OG hatlar, ağaçlara yakın geçen hatlar	Kısa devre, elektrik, yangın	6	1	100	600	Çok Yüksek Risk
25	Yabani hayvanlar	Yaban hayvanların saldırması	1	0.5	100	50	Olası Risk
26	Tozlu ortam	Solunum ve akciğer hastalıkları	6	1	15	90	Önemli Risk

27	Yüksek gerilim hatları	Elektrik çarpması, yangın	6	1	100	600	Çok Yüksek Risk
28	EKAT belgesinin olamaması	Elektrik çarpılması	10	1	40	400	Yüksek Risk
29	İş makinalarının çevresinde çalışanlara çarpması	İş kazası	6	6	7	252	Yüksek Risk
30	İş makinelerinde uyarı ve ikaz levhalarının bulunmaması	Kaza ve istenmeyen durumlar	6	6	7	252	Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
31	Forklift	Devrilme, çarpma	6	2	15	180	Önemli Risk
32	Vinç	Yükün kancadan çıkması	10	1	40	400	Çok Yüksek Risk
33	İş makinelerinin manevra ve hareketleri	İş makinelerinin manevra ve hareket esnasında insanlara çarpması	6	6	7	252	Yüksek Risk
34	Elektrikli el aletleri kullanımı	Elektrik çarpması	10	1	40	400	Çok Yüksek Risk

35	Elektrikli ısıtıcılar	Yangın, patlama	10	1	40	400	Çok Yüksek Risk
36	Çalışma alanı içerisinde hız limitlerine uyulmaması	Trafik kazası	10	10	15	1500	Çok Yüksek Risk
37	Emniyetli sürüş kurallarını ihlal etme	Trafik kazası	10	10	15	1500	Çok Yüksek Risk
38	Kamyon ve kamyonetlerin geri sinyallerinin çalışmaması	Trafik kazası	6	3	15	270	Yüksek Risk
39	Arızalı makine ve iş ekipmanı kullanımı	Elektrik çarpması, yaralanma vb.	6	1	40	240	Yüksek Risk
40	Aşırı yağmur, kar	Su basması	6	1	40	240	Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
41	Parafudrun olmaması	Yangın, kısa devre	10	1	40	400	Yüksek Risk

42	Aydınlatmanın bulunmaması, yetersiz olması	Elektrik çarpması, düşme	10	2	40	800	Çok Yüksek Risk
43	Kapılar	Acil durumlarda hızlı tahliye yapılamaması	6	1	100	600	Çok Yüksek Risk
44	Taşıyıcı duvar ve bina eklentileri	Yıkılma, çökme	3	1	100	300	Yüksek Risk
45	İlk yardım yönergesinin olmaması	Yaralılara doğru ilk yardım yapılamaması	10	3	40	1200	Çok Yüksek Risk
46	İzole halı ve tabure olmaması	Elektrik çarpması	10	1	40	400	Çok Yüksek Risk
47	Kaçak akım rölelerinin bulunmaması	Elektrik çarpması, yangın	10	1	40	400	Çok Yüksek Risk
48	Yangın söndürücülerin olmaması	Yangın	6	1	40	240	Yüksek Risk
49	Topraklama	Elektrik kaçakları	6	3	40	720	Çok Yüksek Risk

50	Ecza dolabının olmaması	Acil müdahale edememe, yaralanma, ölüm	3	1	40	120	Olası Risk
----	-------------------------	---	---	---	----	-----	------------

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
51	Ağır yük	Kas iskelet ağrısı	10	3	7	210	Yüksek Risk
52	Yüksekte çalışma	Düşme	10	2	15	300	Yüksek Risk
53	Gürültü sınır değerinin aşması	Meslek hastalığı	6	3	7	126	Olası Risk
54	Daire kesici, hilti, matkap, spiral	El ve vücut yaralanmaları, işitme kayıpları, tozların solunması	6	3	15	270	Yüksek Risk
55	Düzgün olmayan yatay zemin, boşluklar	Çalışanların düşmesi	6	0.5	15	45	Olası Risk

56	İş akışının doğru kurulmaması, mobbing	Stres, strese bağlı rahatsızlıklar	10	2	3	60	Olası Risk
57	Sıcak-soğuk hava	Terleme, üşütme	10	3	3	90	Önemli Risk
58	Fiziksel gereksinim gerektiren taşıma durumlarının engellenememesi	Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları	10	3	7	210	Yüksek Risk

**7.3 L MATRİS ANALİZİ İLE FINE KINNEY ANALİZİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE- KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE- KINNEY KALAN RİSK
1	Temel iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin ve çalışanların mesleki eğitiminin olmaması	20	5	800	10
2	Kuru bitki örtüsü	20	5	400	10
3	Uyarı ve ikaz işaretlemeleri	20	5	720	4
4	İş kazalarının kayıt altına alınmaması	20	5	400	10
5	Acil durum uyarı sistemlerinin çalışır durumda bulunmaması	20	5	2000	5
6	Sigara kullanımı	20	5	400	10
7	Doğalgaz	20	5	240	10
8	Enerji hattı	20	5	600	10
9	İş makineleri ve insanların aynı alanda çalışması	20	5	210	7
10	Çalışanların kişisel koruyucu	20	5	4000	10

donanım kullanmaması				
----------------------	--	--	--	--

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
11	Gerekli kişisel koruyucu uyarı levhalarının bulunmaması	20	5	4000	10
12	Gerilim altındaki iletkenlere yaklaşma mesafesi dikkat edilmemesi	20	5	480	8
13	Kişisel koyucu ekipmanların bakımlarının, temizliğinin ve muhafazasının yapılmaması	20	5	4000	10
14	Uygun kişisel koruyucu donanım temin edilmemesi	20	5	4000	10
15	Motorlu araçların bakımlarının yapılmamış olması	20	5	270	7.5

16	Malzemeleri uygun yükseklikte istiflememe	15	5	84	3.75
17	Paneller arası bağlantı kablo hatası	20	5	720	8
18	Akrep, yılan, arı, böcek vb. ısırması	15	4	150	3.75
19	Kazı bölgesinin girişe kapatılmaması	15	4	180	3.75
20	İlk yardım çantası içerisindeki malzemelerin uygun nitelikte ve yeterli sayıda olmaması	15	4	1200	10

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
21	İlk yardımcı sertifikalı çalışanın bulunmaması	15	4	1200	4
22	İzinsiz girişler	15	4	42	3.75
23	Kullanılan makine ve ekipmanların üretici firmaları tarafından hazırlanan Türkçe	15	4	240	10

	kullanım kılavuzlarının bulunmaması				
24	AG - OG hatlar, ağaçlara yakın geçen hatlar	15	4	600	10
25	Yabani hayvanlar	15	4	50	10
26	Tozlu ortam	12	4	90	3.75
27	Yüksek gerilim hatları	15	4	600	10
28	EKAT belgesinin olmaması	15	4	400	4
29	İş makinalarının çevresinde çalışanlara çarpması	15	4	252	7
30	İş makinelerinde uyarı ve ikaz levhalarının bulunmaması	15	4	252	7

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
31	Forklift	15	4	180	7.5
32	Vinç	15	4	400	4
33	İş makinelerinin manevra ve hareketleri	15	4	252	7
34	Elektrikli al aletleri kullanımı	15	4	400	10

35	Elektrikli ısıtıcılar	15	4	400	10
36	Çalışma alanı içerisinde hız limitlerine uyulmaması	15	4	1500	7.5
37	Emniyetli sürüş kurallarını ihlal etme	15	4	1500	7.5
38	Kamyon ve kamyonetlerin geri sinyallerinin çalışmaması	15	4	270	7.5
39	Arızalı makine ve iş ekipmanı kullanımı	15	4	240	10
40	Aşırı yağmur, kar	16	4	240	10

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
41	Parafudrun olmaması	20	4	400	10
42	Aydınlatmanın bulunmaması, yetersiz olması	15	4	800	10
43	Kapılar	15	4	600	10
44	Taşıyıcı duvar ve bina eklentileri	15	4	300	10
45	İlk yardım yönergesinin olmaması	15	4	1200	4

46	İzole halı ve tabure olmaması	15	4	400	4
47	Kaçak akım rölelerinin bulunmaması	15	4	400	4
48	Yangın söndürücülerin olamaması	16	4	240	10
49	Topraklama	16	4	720	8
50	Ecza dolabının olmaması	15	4	120	10

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
51	Ağır yük	12	3	210	10.5
52	Yüksekte çalışma	12	3	300	7.5
53	Gürültü sınır değerinin aşması	12	3	126	7
54	Daire kesici, hilti, matkap, spiral	12	3	270	3.75
55	Düzgün olmayan yatay zemin, boşluklar	9	2	45	3.75
56	İş akışının doğru kurulmaması	9	2	60	1.5
57	Sıcak-soğuk hava	9	2	90	3.75
58	Fiziksel gereksinim gerektiren taşıma itme çekme	9	2	210	3.75

	durumlarının engellenememesi				
--	---------------------------------	--	--	--	--



7.4 RÜZGAR ENERJİSİ L MATRİS RİSK DEĞERLENDİRMESİ

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
1	Koşuların içinde elektrikli aletlerin kullanılması, sigara kullanımı	Yangın	5	4	20	5	Çalışanın yangın afetine karşı eğitilmesi,belirli alanlarda duman dedektörü bulundurulmalı,ekipmanların izolasyonu düzenli olarak kontrol edilmeli ve otomatik yangın söndürme sistemi kurulmalıdır.
2	Yanıcı/parlayıcı malzemelerin depolanması, kaygan zemin	Yangın, patlama	5	4	20	5	Kimyasalların malzeme güvenlik bilgi formları temin edilerek depolama yapılması ve zeminin olası bir sıvı dökülmesi esnasında temizlenmeli,gerekli uyarı levhaları asılmalıdır.
3	Acil durum planlarının olmaması	Acil duruma tepki süresinin uzaması	5	4	20	5	Acil durum eylem planları hazırlanmalı, acil durum ekipleri oluşturularak ilgili kişilere görevlerine uygun eğitim verilmelidir.Ayrıca acil durum ekipleri ve tahliye planları çalışanların görebileceği noktalara asılmalı, gerekli bilgilendirme yapılmalıdır

4	Yangın söndürme tüplerinin belirlenen noktalarda bulunmaması	Yangına müdahale edememe	5	4	20	5	Yangın söndürücü tüpler numaralandırılmalı ve kolay ulaşılabilir noktalara konumlandırılmalıdır.Afet sırasında tüplerin görünebilir yerde olması hayati önem arz etmektedir.
5	Yangına hızlı müdahale edememe	Yangının yayılması	5	4	20	5	Güvenlik biriminin acil durum ekipleri içerisine alınması ve gerekli eğitimlerden geçirilmesi gerekmektedir.Olası acil durumlarda bilgi verilecek kişilerin listesi ve iletişim numaraları bekçi kulübesinde görülebilir yerlere asılmalıdır.
6	Kaza geçiren kişiye kısa süre içerisinde müdahale edilememesi	İş kazalarının etkilerinin artması	5	4	20	5	Acil durum telefon listelerinin hazırlanıp gerekli yerlere asılması gerekmektedir. Acil durum eylem planları hazırlanmalı ve ilgili tatbikatlar yapılmalıdır.
7	Emniyet kemeri takılmaması	Yüksekten düşme	5	4	20	5	Yapılacak çalışma için yaşam hattı ve emniyet kemeri bağlanarak çalışma tamamlanmalıdır. Kişisel koruyucu donanımlar her kullanımdan önce gözle kontrol edilmelidir.

8	Kişisel koruyucu donanım kullanmama	İşitme kaybı, göze yabancı cisim kaçması, tozların solunması	4	5	20	5	Çalışma yapılacak bölgenin çevresinde bulunan personellere toz maske kullanılması dağıtımı sağlanmalıdır.
9	Enerji altında bakım onarım yapılması	Yaralanma, elektrik çarpması	5	4	20	5	Çalışır durumda el aletlerine bakım yapılmalı ve çalışanlar sık sık uyarılmalıdır.
10	Nemli ve ıslak bölgelerde çalışma	Elektrik çarpması	4	5	20	5	Elektrikli el aletlerinin kabloları daima kuru kalmalıdır. Islak ve nemli noktalarda elektrikli el aleti kullanılmaması gerekmektedir.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
11	Gövde topraklamasının olmaması	Elektrik çarpması, ölüm	5	4	20	5	Her kullanımından önce mutlaka gözle kontrol edilmeli, enerji geçen kısımlarda herhangi bir aşınma görüldüğü takdirde onarım yapılana kadar çalışma durdurulmalıdır.

12	Malzemelerin dengesiz bağlanması	Malzemelerin düşmesi, yaralanma, ölüm	5	4	20	5	Kaldırılacak malzemeler çalışanlar tarafından kontrol edilerek operatör ile haberleşmeli ve malzemeler iki taraftan da bağlanmalıdır.
13	Keskin kenarlı malzemelerin taşınması	Malzemelerin düşmesi, yaralanma, ölüm	5	4	20	5	Halat, sapan malzemenin ağırlığına göre seçilmelidir. Kullanılmadan önce kontrol edilmeli, gerektiğinde yenisi ile değiştirilmelidir.
14	Emniyet mandalının olmaması, hasarlı olması	Malzemelerin düşmesi, yaralanma, ölüm	5	4	20	5	Emniyet mandalları tüm kancalarda bulunmalı ve daima çalışır vaziyette olmalıdır. Bulunmayan araçlarda taşıma işlemi yapılmamalıdır.
15	Gündüz sevkiyat yapılması	Trafik kazası	5	4	20	5	Trafik yoğunluğunun kazaya sebep olabileceğinden yapılacak tüm sevkiyatlar gece olacak şekilde organize edilmelidir.
16	Trafik kurallarına uyulmaması	Trafik kazası	5	4	20	5	Aracı kullanan personele güzergah ile ilgili bilgi verilmeli ve kuralları uyması için takipleri yapılmalıdır.

17	Sevkiyat protokollerine uyulmaması	Trafik kazası/yükün devrilmesi	5	4	20	5	Sevkiyat esnasında daha önceden deneyimli personeller tercih edilmelidir.
18	Sevkiyat aracına fazla yaklaşma	Trafik kazası	5	4	20	5	Ekipmanların büyüklüğü nedeniyle eskort kontrolü olmadan sevkiyat başlamamalıdır.
19	Yüklerin uygun bağlanmaması	Yükün düşmesi	5	4	20	5	Yüklemeyi yapan personeller düğüm ve bağlama teknikleri konusunda eğitilmeli, eğitimler tekrarlanmalı, talimatlar ile desteklenmelidir.
20	Yük altında insan bulunması, kılavuz kullanılmaması	İnsanların ezilmesi	5	4	20	5	Vinçler ile kaldırılan büyük parçalar çalışanların el ile yönlendirmesi ile değil, kılavuz kullanılarak sabitlenmeli, haberleşme eksiksiz yapılarak yerine oturtma yapılmalıdır. Kaldırma, indirme işlemlerinden önce bu akışta görevlendirilecek personeller ile yük kaldırma, indirme ve koordinasyon konuları hakkında eğitim verilmesi sağlanmalıdır. Yük bağlandıktan ve kontrolleri yapıldıktan sonra

							tüm personeller yükün altından ve yakınından çekilmeli daha sonrasında yük kaldırılmalıdır.
--	--	--	--	--	--	--	---

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
21	Rüzgarın fazla olması	Vincin devrilmesi, malzemelerin düşmesi	5	4	20	5	Kaldırma işlerine başlanmadan önce rüzgar hızı tahminlerine bakılması gerekmektedir. Türbin kule parçaları, hub, nacelle ve bıçaklar için ayrı ayrı yük hesaplamaları yapılmalıdır
22	Acil durumda tahliye	Yüksekten düşme	5	4	20	5	Kule montajı işiyle uğraşan personellerin olası bir acil durumda tahliyelerini öngören tatbikat yapılması ve olası senaryoların bilinmesi gerekmektedir. Bu tatbikat kule üzerindeki personellerin yanında, kule üzerinde bulunan çalışanları kurtarma görevi olan personelleri de kapsamalıdır.

23	Yüksekte çalışma eğitimi olmaması	Yüksekten düşme	5	4	20	5	Rüzgar türbini üzerinde çalışma yapacak tüm personellere yüksekte çalışma eğitimi verilmelidir. Rüzgar hızı 45 km/sa üzerinde olursa yüksekte çalışma işlemi gerçekleştirilmemelidir.
24	Dikey yaşam hattının yıpranması	Yüksekten düşme	5	3	15	5	Türbin içerisinde gerilen dikey yaşam hatları keskin köşelere değmeyecek şekilde konumlandırılmalı, kullanımdan önce ve sonrasında kontrol edilmelidir.
25	Yıldırım düşmesi, aşırı gerilim	Çarpılma, yangın, yüksekten düşme	5	4	20	5	Şarjlı havalarda, yıldırım düşme ihtimali olan yerlere yıldırım yok edecek sistemlerin kurulması gerekmektedir. Parafudrun periyodik muayenesi belirli aralıklar ile yapılmalı ve tespit edilen uygunsuzluk için rapor hazırlanmalıdır.
26	Enerji kesilmeden çalışma	Elektrik çarpması	5	4	20	5	Enerji geçen bölümlerde çalışmaya başlamadan önce kablo enerjisiz hale getirilmelidir. Ayrıca çalışma yapılırken çalışan ekipten habersiz hatta enerji verilmesini engellemek için etiketleme yöntemlerinden faydalanılmalıdır.

27	Kazazedeye anında müdahale edememe	Yaralanma, ölüm	4	5	20	5	Bakım-onarım ve test işlemleri en az 2 kişilik ekipler halinde yapılmalıdır.
28	Trafonun bakımlarının yapılmaması	Yaralanma, yangın, patlama	5	4	20	5	Bakım-onarım belirlenmiş ekipler tarafından düzenli olarak yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır.
29	Kesicilerin arızalanması	Yangın, patlama, elektrik çarpması	5	4	20	5	Kesicilerin bakımı üretici firmanın talimatları doğrultusunda yapılmalıdır.
30	Yangın söndürme tüplerinin çalışmaması	Yangın	5	4	20	5	Yangın söndürme tüpleri yangın söndürme ekibi tarafından haftalık olarak basınç göstergeleri kontrol edilmeli ve kayıt altına alınmalıdır, uygunsuzluk var ise yetkililere bildirilerek değişimi sağlanmalıdır.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
31	Yangın başlangıcının farkedilememesi	Yangın	5	4	20	5	Yönetim binası içerisinde yangın algılama sistemi tesis edilmelidir. Kule içerisinde iple inme ve kurtarma cihazı bulunmalıdır. İple inme eğitimi yıllık olarak tekrarlanmalıdır.
32	Ağır yüklerin yanlış kaldırılması	Kas - iskelet sistemi rahatsızlıkları	4	5	20	5	Yüklerin nasıl kaldırılıp nasıl taşınması gerektiği hakkında çalışanlara eğitimler verilmelidir.
33	Türbin içerisinde sigara içmek	Yangın	5	4	20	5	Türbin içerisinde sigara kullanımı kesinlikle yasaktır. Çalışanlara gerekli uyarılar yapılmalı, eğitimlerde üzerinde hassasiyetle durulmalıdır.
34	Nacelle ve hub bölgesinde dış cephede çalışma	Yüksekten düşme	5	4	20	5	Nacelle ve hub bölgesinde dış cephede yapılacak çalışmalarda sarmalı düşüş tutucu sistemlerinden faydalanılmalıdır. Rüzgar hızının şiddetli olduğu havalarda çalışma yapılmamalıdır.
35	Yüksekte acil durum tahliyesinin zorluğu	Yaralanma, yüksekten	5	4	20	5	Türbinin hub ve nacelle bölgesinde yaşanabilecek acil durumlara hazırlıklı olmak adına yüksekte acil

		düşme, yangın					kurtarma tatbikatları yapılmalı, çalışanlar daima hazır olmalıdırlar.
36	Buzun sahada bulunanların üzerine düşmesi	Yaralanma, ölüm	5	4	20	5	Türbinlerin üzerinde yaşanabilecek buzlanmanın takibi için sensör sistemi tesis edilmelidir. Bıçakların boyuna ve dönüş hızlarına göre uyarı levhaları asılmalıdır. Tehlike bölge olarak işaretlenmelidir
37	Olumsuz hava şartlarında çalışma	Yıldırım çarpması	5	3	15	5	Türbin üzerinde yapılacak bakım-onarım faaliyetlerinin planlaması yapılırken meteoroloji verileri dikkate alınmalı, eğer çalışma başladıktan sonra havada yüklenme olduğu bilgisi alınırsa çalışmalar derhal durdurulmalı ve çalışanlar kuleden indirilmelidir
38	Vinç sepetine fazla kişi bindirilmesi	Yüksekten düşme	5	4	20	5	Türbinlere dışarıdan yapılacak bakım-onarım faaliyetlerinde kullanılan sepetli mobil vinçlerde, sepet üzerine 2 kişi binilmesi gerekmektedir.
39	Asansörün bozulması	Yüksekten düşme	5	4	20	5	Türbin içerisinde aşağı-yukarı yönlü ulaşımın sağlandığı asansörün periyodik muayeneleri ve bakımları düzenli olarak yapılmalıdır.

40	Malzemelerin düzensiz istiflenmesi	İnsanların üzerine yıkılması	4	3	12	4	Malzemeler uygun ve ağır malzemeler en altta olacak şekilde depolama işlemi gerçekleştirilmelidir. Depolarda istiflemeler insan boyunu geçmeyecek şekilde ve düzenli yapılmalıdır.
-----------	------------------------------------	------------------------------	---	---	----	----------	--

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
41	Yangın tatbikatının yapılmamış olması	Acil durumlarda etkili müdahale edememe	4	4	16	4	Yılda en az 1 defa yangın tatbikatı yapılmalıdır. Gerekli eğitimler güncellenerek tekrarlanmalıdır.
42	Acil toplanma noktasının belirlenmemiş olması, bulunmaması	Acil durumlara müdahale güçlüğü	4	4	16	4	Güvenli bir noktanın acil durum toplanma alanı olarak belirlenmesi ve işaretlenmesi gerekmektedir. Belirlenen bölgenin çalışanlara bildirilmesi gerekmektedir

43	Acil yönlendirme levhalarının yerleştirilmemiş olması	Acil durumlarda tahliye zorluğu	4	4	16	4	Koşular, yemekhane, ofisler ve şantiye içerisinde acil durum yönlendirme levhaları acil durum eylem planına uygun olarak asılmalıdır.
44	Gece yaşanabilecek olaylar	Şantiyeye sabotaj yapılması	5	4	20	4	Gece bekçiliği için personel bulundurulmalıdır. Gece bekçisinin devriye gezeceği zamanlarda yerine refakat edecek personel görevlendirilmelidir.
45	Kazı bölgesinin girişe kapatılmaması	İstenmeyen girişler	5	3	15	4	Kazı bölgesinin sınırlandırılarak istenmeyen girişlerin engellenmesi gerekmektedir. Uyarı ve işaret levhaları kullanılması gerekmektedir.
46	İniş/çıkış merdivenlerinin bulunmaması	Yüksekten düşme, acil durumlarda kaçışın zorlaşması	5	4	20	4	Yüksekte yapılan çalışmalarda iniş/çıkış için merdiven konulması gerekmektedir. Asansörün arıza durumunda manuel olarak inme işlemi gerçekleştirilmelidir.
47	Yangın söndürücü tüplerinin çalışmaması	Yangın	5	4	20	4	Araçlarda bulunan yangın söndürücü tüpler operatörler tarafından günlük olarak kontrol edilmeli, tespit edilen uygunsuzluklar var ise yetkili kişilere haber verilerek yenilenmelidir.

48	Kazı çalışması sırasında kullanılan iş makinelerinin bakımsız olması	Makina arızaları nedeniyle oluşan iş kazaları	4	4	16	4	Motorlu araçların bakımları, üretici firmanın önerisi doğrultusunda yetkili teknik servisler tarafından yapılmalıdır. İş makineleri aktif veya pasif çalışma durumunda ikaz levhaları bulundurulmalıdır.
49	Demirlerin işçiler tarafından taşınması	Demirin işçinin ayağına düşmesi, kas ve eklem hastalıkları	5	4	20	4	Personeller 25 kilogramdan fazla yük taşımamaları konusunda bilgilendirilmelidir. Taşınacak malzeme uzaksa iş makinelerinden yardım alınmalıdır. Demirlerin düşmesi adına çelik koruyuculu ayakkabı giyilmelidir.
50	Kişisel koruyucu donanım kullanmama	Yaralanma	4	5	20	4	Çalışanlar kişisel koruyucu donanım kullanımı konusunda eğitilmeli ve uyarılmalıdır. Çalışanlara yapacakları işe uygun kişisel koruyucu donanımlar verilmeli ve kullanmaları zorunlu tutulmalıdır.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
51	Yabani hayvan ısırması/sokması	Zehirlenme, ölüm	5	3	15	4	Kurulacak sahada ve çevresinde çalışmaya başlamadan önce yabani hayvan varlığı kontrol edilmelidir. Eğer ısırma vakası olursa ilk yardımcı personellere haber verilmeli ve sonrasında 112 ekiplerine haber verilerek müdahale sağlanmalıdır
52	Titreşim	Meslek hastalığı , iş kazası	4	4	16	4	Çalışanlar uzun süre titreşime maruz bırakılmamalı, çalışma saatleri ona göre ayarlanmalı, gerektiği durumlarda farklı çalışanlar kullanılmalıdır.
53	Panoların kapaklarının açık olması, yetkisiz kişilerin müdahalesi	Elektrik çarpması, yangın, ölüm	4	4	16	4	Sahada bulunan panoların kapakları daima kapalı ve kilitli olmalıdır. Yetkisiz müdahalenin yasak olduğunu belirten ve elektrik tehlikesini gösteren uyarı levhaları asılmalıdır.

54	Yalıtkan paspas olmaması	Elektrik Çarpması	4	4	16	4	Kapalı alanlarda bulunan pano önlerinde yeterli genişlikte kauçuk paspas konumlandırılmalıdır. Çalışma esnasında enerji kesintisi yapılmalıdır.
55	Yüksekte çalışma	Yüksekten düşme	5	4	20	4	Trafo binasının üst taraftındaki kenarlıklarına korkuluk yapılması gerekmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemerleri kullanılması gerekmektedir.
56	Vinç operatörünün ehil olmaması	Yaralanma, ölüm	5	3	15	4	Vinci kullanacak personellerin operatörlük belgelerine sahip olmaları gerekmektedir.
57	Vincin sabitlendiği noktanın engebeli olması	Yaralanma, ölüm	5	3	15	4	Vincin kurulacağı alanın zemini sağlamlaştırılmalıdır. Vinç ayakları destek elemanları ile sağlamlaştırılmalıdır.
58	Vincin şantiye içerisindeki manevraları	Çalışanlara çarpma, yaralanma, ölüm	5	3	15	4	Mobil vincin kaldırma, iletme yapacağı alanda çalışma yapılmaması, iş planının buna göre planlanması gerekmektedir. İş makinelerinin hareket ve manevraları sırasında manevracı bulundurulmalı, tüm makinelere geri vites ikaz sistemi kurulmalıdır.

59	Hız limitlerine uyulmaması	Trafik kazası	5	4	20	4	Şantiye sahası içinde motorlu araç hız limiti belirlenmeli ve uygun yerlere hız limitini gösteren uyarı levhaları yerleştirilmelidir.
60	Kar/Yağmur gibi sebeplerle yolların kayganlaşması	Trafik kazası	5	3	15	4	Buzlanma ve aşırı yağış gibi durumlarda sevkiyat zamanı yeniden ayarlanmalıdır. Yapılara gider ve yağmur olukları takılmalı,düzenli kontrolleri sağlanmalıdır.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
61	Sevkiyat aracının farkedilmemesi	Trafik kazası	4	5	20	4	Döner tepe lambaları daima çalışır vaziyette olmalı, kirlendiği zaman temizlenmelidir. Eskort araçlar eşlik etmelidir.
62	Sürücünün iş güvenliği eğitiminin olmaması	Trafik kazası	4	4	16	4	Aracı kullanan çalışanlar yasal sürelerle iş sağlığı ve güvenliği eğitiminden geçirilmelidir.

63	Sevkiyat güzergahının taşınacak yüklerin büyüklüğüne uygun olmaması	Trafik kazası	5	4	20	4	Taşınacak türbin parçalarının uzunluğuna ve büyüklüğüne uygun, alt-üst geçitlerin yüksekliğinin bilinmesi, ayrıca alternatif güzergahların hazırlanması gerekmektedir.
64	Montaj personellerinin haberleşmesinin yetersiz olması	Malzeme düşmesi	4	4	16	4	Montaj personellerinin zeminde, kule içinde ve vinçte çalışanların birbiri ile aktif bir iletişim içerisinde olarak koordinasyonu sağlamaları gerekmektedir
65	Yüksekte çalışmaya elverişsiz personel	Yüksekten düşme	4	4	16	4	Yüksekte çalışma yapacak tüm personel işyeri hekimi tarafından sağlık muayenesinden geçirilmeli ve tetkikleri yapılmalıdır. Yüksekte çalışma eğitimleri verilmeli, çalışanlar riskler konusunda uyarılmalıdır.
66	Dar alanlarda gereksiz personel çalışması	Yaralanma	4	4	16	4	Türbin parçalarının ve gerekli aksamaların içeriden montajında çalışan personellerin ideal düzeyde tutulması için plan yapılmalıdır.

67	Güvenli çalışma koşullarının bilinmemesi	Yüksekten düşme, yangın, elektrik çarpması	5	4	20	4	Tüm personel işe girişlerinde oryantasyon eğitimine, işe girişten sonraki süreçlerde düzenli iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerine, çalışma ortamındaki ve iş akışındaki karşılaşılabilecekleri tehlikeler konu-sunda bilgilendirilmelidir.
68	Kurumuş bitkiler	Yangın	5	3	15	4	Çalışma alanındaki ve çevresindeki kuru bitki örtüsü temizlenmeli, çalışanlar uyarılmalı, sigara içme alanı belirlenmeli, seyyar yangın söndürücüler hazır bulundurulmalıdır.
69	Yangın söndürücülerin teçhizata fazla yaklaştırılması	Yangın	5	4	20	4	Yangın söndürücüler 15 kV'a kadar gerilimli tesislerde 1 m, 15-35 kV gerilimli tesislerde 2 m, 35 kV ve daha yüksek gerilimlerde 3 m uzağa konulmalıdır.
70	Yangın söndürücü tüplerin yerlerinin bilinmemesi	Yangın, patlama	5	4	20	4	Yangın söndürücü tüpler numaralandırılmalı ve kolay ulaşılabilir noktalara konumlandırılmalıdır. Afet sırasında tüplerin görünebilir yerde olması hayati önem arz etmektedir.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
71	Yetkisiz kişilerin müdahalesi	Elektrik akımına kapılma	4	4	16	4	Trafo binasına yetkili personel dışında girişler engellenmelidir. Personel konu hakkında bilgilendirilmelidir.
72	Elektromanyetik radyasyona maruz kalma	Meslek hastalığı	4	4	16	4	Çalışma bölgelerinde elektromanyetik radyasyon ölçümü yapılmalı, maruziyet sınır değerleri aşıyorsa gerekli tedbirler alınmalıdır.
73	Acil aydınlatma sisteminin olmaması	Acil durumda tahliyenin gecikmesi	4	4	16	4	Enerji tesisatından bağımsız acil aydınlatma tesisatı bulunmalıdır.
74	Halat kopması, yükün personel üzerine düşmesi, elektrik kaçağı	Elektrik çarpması, yaralanma, ölüm	5	4	20	4	Üreticinin talimatları doğrultusunda düzenli olarak bu iş için eğitilmiş personeller tarafından türbinlerin bakımları yapılmalıdır.

75	Merdivenden tırmanma	Yüksekten düşme	4	5	20	4	Kule içerisinde merdiven kullanılacağı zaman personeller paraşüt tipi emniyet kemerlerini aktif olarak kullanmalıdır.
76	Enerji kesintilerinde türbin içinin aydınlatılmaması	Yaralanma, yüksekten düşme	4	4	16	4	Türbin içerisinde acil durum aydınlatma sistemi bulunmalıdır.
77	Vincin periyodik muayenesinin olmaması	Vincin devrilmesi	5	3	15	4	Emniyet mandalları ve yay tertibatı kullanılmadan önce gözle kontrol edilmeli, belirli aralıklar ile periyodik kontrolü yapılmalıdır.
78	Saha çalışmalarında güvenlik tedbirlerine riayet edilmemesi	Elektrik çarpması	5	4	20	4	Şalt sahasındaki tüm çalışmalarda personel izole eldiven, baret, yüz siperi, iş elbisesi, izole ayakkabı kullanmalıdır.
79	Levha - tabela eksliği	Acil durumlarda ekiplerin (ambulans ,	5	4	20	4	Sahaya acil ulaşım için levha - tabela eksliği en kısa süre içerisinde giderilmelidir.

		itfaiye, jandarma vb.) olay yerine ulaşmakta geçikmeleri					
80	Gürültü	Stres, gerginlik, işgücü kaybı	4	4	16	4	Çalışma ortamındaki gürültünün azaltılması için gürültü kaynağına izolasyon yapılmalı, yapılamıyorsa çalışanlara uygun kulak koruyucu kullanması zorunlu tutulmalıdır.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
81	İlk yardım sertifikalı personel bulunmaması	Acil durumlara müdahale edememe	4	3	12	3	Çok tehlikeli sınıfta yer alan çalışmalarda her 10 kişide 1 kişinin ilk yardımcı belgesi alması gerekmektedir.

82	İlk yardım dolabının bulunmaması	Acil durumlara müdahale edememe	4	3	12	3	İşyerinin her bölümde, en az bir adet ecza dolabı bulunmalı, dolabın içerisindeki malzemeler doktor tarafından belirlenip tedarik edilmeli, son kullanım tarihine dikkat edilmelidir. Ecza dolabı içerisinde eksik olmamalıdır.
83	Üçüncü şahısların sahaya izinsiz girişi	İş kazalarına maruz kalınması, kişisel koruyucuların bulunmaması	4	3	12	3	Çalışma alanına giriş yapacak araç ve yayalar için güvenlik ve kontrol noktası kurulmalıdır. Ziyaretçiler için baret ve yelekler bulundurulmalıdır.
84	Şantiye içinde haberleşme eksikliği	Şantiyedeki olaylara kısa sürede müdahale edememe	4	2	8	3	Saha içerisinde yapılacak çalışmalar için personellere telsiz kullanılması verilmektedir.
85	Kazı araçları	Araç devrilmesi	4	3	12	3	Kazı bölgesinde çalışacak ve o bölgeden geçmesi gereken araçlar için geçiş bölgeleri uygun eğitim verilerek güvenli hale getirilmeli sağlanmalıdır.

86	İşçilerin, iş makinası yakınında çalışmaları/bulunmaları, yetersiz görüş alanı	İş makinesinin işçilere çarpması	4	3	12	3	İş makinelerine manevracı görevlendirilmeli ve çalışanlara riskler konusunda eğitim verilmelidir.İş makinelerinin çalıştığı bölümlerde işi olmayan personelin alınmaması gerekmektedir.
87	İş makinesi operatörlerinin kabinden baret giymeden çıkması	Malzeme düşmesi sonucu (taş ve toprak) kafa yaralanması	4	3	12	3	İş makinesi operatörlerine baret temin edilmeli ve araçtan indikleri zaman kullanmaları konusunda gerekli uyarılar yapılmalıdır.
88	Aydınlatmanın yetersiz olması	Takılma, düşme	3	4	12	3	Özellikle çalışma yapılacak alanların aydınlatılması yeterli düzeyde olmalıdır. Yetersiz kalan tüm bölümler ek ışıklandırmalar ile güçlendirilmelidir.
89	Şantiye hız limitlerine uyulmaması	Personele çarpması / Trafik kazası	4	3	12	3	Şantiye sahası içinde motorlu araç hız limiti belirlenmeli ve uygun yerlere hız limitini gösteren uyarı levhaları

							yerleştirilmelidir. Personeller bu konuda bilgilendirilmelidir.
90	Köprülere çarpma, dayanıksız yollardan geçiş	Trafik kazası/yükün devrilmesi	4	2	8	3	Olumsuz şartlarda alternatif güzergah belirlenmeli, nakliye süresince çalışanlar yakın durmamalıdır.

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK					ÖNLEM
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
91	Molaların yetersiz olması	Trafik kazası	4	3	12	3	Aracı kullanan personel molalar konusunda uyarılmalı, mola yerleri ve süreleri önceden belirlenmeli ve takibi yapılmalıdır. Sıcak havalarda daha sık mola yaparak güvenli sürüşün önü açılmalıdır.
92	Telefon ile konuşma	Trafik kazası	4	3	12	3	Sevkiyat ile alakalı görüşmeler yola çıkılmadan yapılmalı, dikkati dağıtılacak durumlardan kaçınılmalıdır.
93	Eskort araçları ile haberleşmenin yetersiz olması	Trafik kazası	4	3	12	3	Tır ile eskort araçları arasında koordinasyonun ve haberleşmenin hatasız olması gerekmektedir. Trafik kazası

							yaşanmaması için işaret levhaları ve siren gerekmektedir.
94	Kule çevresinde çalışmaların yapılması	Malzeme düşmesi	4	3	12	3	Türbin üzerinde montaj işiyle uğraşan personellerin el aletlerini düşürme ihtimaline karşın tehlike bölgesinin güvenlik çemberine alınması ve personellerin bu alana girmesinin engellenmesi gerekmektedir.
95	Sıcaklığın çok düşük olması	Yüksekten düşme	4	3	12	3	Türbin parçalarının montajı esnasında yüksek rüzgar ve olumsuz hava şartlarına karşın sıcaklıklar sürekli takip edilmeli, yüksekte çalışan personellerin düşük sıcaklıklara uzun süre maruz kalmaları engellenmelidir
96	Sağlık kontrollerinin yapılmaması	Meslek hastalığı, iş kazası	4	3	12	3	Belirli aralıklar ile çalışanlara sağlık muayenesi yapılmalıdır.
97	Yetersiz molalar sonucu dikkatsizlik	Yaralanma, yüksekte düşme, yangın	4	3	12	3	Bakım-onarım ekibinin molaları yaptıkları işin hem bedensel hemde psikolojik baskısı göz önüne alınarak sık ve uzun olmalıdır.

98	Hafriyat	Çalışanların üzerine kayması sonucu toprak altında kalma	3	3	9	3	Hafriyatın çalışma alanından uzakta ve eğimsiz olarak muhafaza edilmesi sağlanmalıdır.
----	----------	--	---	---	---	---	--

7.5 RÜZGAR ENERJİSİ FINE KINNEY RİSK DEĞERLENDİRMESİ

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
1	Koşulların içinde elektrikli aletlerin kullanılması, sigara kullanımı	Yangın	6	6	40	1440	Çok Yüksek Risk
2	Yanıcı/parlayıcı malzemelerin depolanması, kaygan zemin	Yangın, patlama	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk
3	Acil durum planlarının olmaması	Acil duruma tepki süresinin uzaması	1	10	40	400	Çok Yüksek Risk

4	Yangın söndürme tüplerinin belirlenen noktalarda bulunmaması	Yangına müdahale edememe	3	10	40	1200	Çok Yüksek Risk
5	Yangına hızlı müdahale edememe	Yangının yayılması	3	3	100	900	Çok Yüksek Risk
6	Kaza geçiren kişiye kısa süre içerisinde müdahale edilememesi	İş kazalarının etkilerinin artması	3	3	40	360	Yüksek Risk
7	Emniyet kemeri takılmaması	Yüksekten düşme	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk
8	Kişisel koruyucu donanım kullanmama	Yaralanma	6	10	40	2400	Çok Yüksek Risk
9	Enerji altında bakım onarım yapılması	Yaralanma, elektrik çarpması	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk

10	Nemli ve ıslak bölgelerde çalışma	Elektrik çarpması	3	3	40	360	Yüksek Risk
----	-----------------------------------	-------------------	---	---	----	-----	-------------

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
11	Gövde topraklamasının olmaması	Elektrik çarpması, ölüm	3	3	40	360	Yüksek Risk
12	Malzemelerin dengesiz bağlanması	Malzemelerin düşmesi, yaralanma, ölüm	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk
13	Keskin kenarlı malzemelerin taşınması	Malzemelerin düşmesi, yaralanma, ölüm	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk
14	Emniyet mandalının olmaması, hasarlı olması	Malzemelerin düşmesi, yaralanma, ölüm	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk
15	Gündüz sevkiyat yapılması	Trafik kazası	6	3	100	1800	Çok Yüksek Risk
16	Trafik kurallarına uyulmaması	Trafik kazası	1	3	100	300	Yüksek Risk

17	Sevkiyat protokollerine uyulmaması	Trafik kazası/yükün devrilmesi	1	3	100	300	Yüksek Risk
18	Sevkiyat aracına fazla yaklaşma	Trafik kazası	1	3	100	150	Önemli Risk
19	Yüklerin uygun bağlanmaması	Yükün düşmesi	3	2	100	600	Çok Yüksek Risk
20	Yük altında insan bulunması, kılavuz kullanılmaması	İnsanların ezilmesi	3	6	100	1800	Çok Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
21	Rüzgarın fazla olması	Vincin devrilmesi, malzemelerin düşmesi	3	3	100	900	Çok Yüksek Risk
22	Acil durumda tahliye	Yüksekten düşme	1	6	40	240	Yüksek Risk
23	Yüksekte çalışma eğitimi olmaması	Yüksekten düşme	1	6	40	240	Yüksek Risk

24	Dikey yaşam hattının yıpranması	Yüksekten düşme	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk
25	Yıldırım düşmesi,aşırı gerilim	Çarpılma, yangın, yüks	1	6	40	240	Yüksek Risk
26	Enerji kesilmeden çalışma	Elektrik çarpması	10	0,5	100	500	Çok Yüksek Risk
27	Kazazedeye anında müdahale edememe	Yaralanma, ölüm	6	3	40	720	Çok Yüksek Risk
28	Trafonun bakımlarının yapılmaması	Yaralanma, yangın, patlama	3	2	40	240	Yüksek Risk
29	Kesicilerin arızalanması	Yangın, patlama, elektrik çarpması	6	3	40	720	Çok Yüksek Risk
30	Yangın söndürme tüplerinin çalışmaması	Yangın	6	2	40	480	Çok Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
31	Yangın başlangıcının farkedilememesi	Yangın	3	2	40	240	Yüksek Risk

32	Ağır yüklerin yanlış kaldırılması	Kas - iskelet sistemi rahatsızlıkları	3	3	3	27	Olası risk
33	Türbin içerisinde sigara içmek	Yangın	1	3	40	120	Önemli risk
34	Nacelle ve hub bölgesinde dış cephede çalışma	Yüksekten düşme	3	3	40	360	Yüksek Risk
35	Yüksekte acil durum tahliyesinin zorluğu	Yaralanma, yüksekten düşme, yangın	3	3	40	360	Yüksek Risk
36	Buzun sahada bulunanların üzerine düşmesi	Yaralanma, ölüm	3	2	100	600	Çok Yüksek Risk
37	Olumsuz hava şartlarında çalışma	Yıldırım çarpması	3	2	100	600	Çok Yüksek Risk
38	Vinç sepetine fazla kişi bindirilmesi	Yüksekten düşme	3	3	100	900	Çok Yüksek Risk
39	Asansörün bozulması	Yüksekten düşme	1	6	40	240	Yüksek Risk

40	Malzemelerin düzensiz istiflenmesi	İnsanların üzerine yıkılması	3	6	15	270	Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
41	Yangın tatbikatının yapılmamış olması	Acil durumlarda etkili müdahale edememe	3	3	40	360	Yüksek Risk
42	Acil toplanma noktasının belirlenmemiş olması, bulunmaması	Acil durumlara müdahale güçlüğü	3	1	40	120	Önemli risk
43	Acil yönlendirme levhalarının yerleştirilmemiş olması	Acil durumlarda tahliye zorluğu	3	1	40	120	Önemli risk
44	Gece yaşanabilecek olaylar	Şantiyeye sabotaj yapılması	1	2	40	80	Önemli risk

45	Kazı bölgesinin girişe kapatılmaması	İstenmeyen girişler	3	6	15	270	Yüksek Risk
46	İniş/çıkış merdivenlerinin bulunmaması	Yüksekten düşme, acil durumlarda kaçışın zorlaşması	3	3	15	135	Önemli risk
47	Yangın söndürücü tüplerin çalışmaması	Yangın	6	2	40	480	Çok Yüksek Risk
48	Kazı çalışması sırasında kullanılan iş makinalarının bakımsız olması	Makina arızaları nedeniyle oluşan iş kazaları	3	6	15	270	Yüksek Risk
49	Demirlerin işçiler tarafından taşınması	Demirin işçinin ayağına düşmesi, kas ve eklem hastalıkları	3	6	15	270	Yüksek Risk
50	Kişisel koruyucu donanım kullanmama	İşitme kaybı	3	3	15	135	Önemli risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
51	Yabani hayvan ısırması/sokması	Zehirlenme, ölüm	3	10	15	450	Çok Yüksek Risk
52	Titreşim	Meslek Hastalığı, iş kazası	1	3	15	22,5	Olası risk
53	Panoların kapaklarının açık olması, yetkisiz kişilerin müdahalesi	Elektrik çarpması, yangın, ölüm	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk
54	Yalıtkan paspas olmaması	Elektrik Çarpması	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk
55	Yüksekte çalışma	Yüksekten düşme	3	3	40	360	Yüksek Risk
56	Vinç operatörünün ehil olmaması	Yaralanma, ölüm	3	6	100	1800	Çok Yüksek Risk

57	Vincin sabitlendiği noktanın engebeli olması	Yaralanma, ölüm	3	3	100	900	Çok Yüksek Risk
58	Vincin şantiye içerisindeki manevraları	Çalışanlara çarpma, yaralanma, ölüm	3	6	100	1800	Çok Yüksek Risk
59	Hız limitlerine uyulmaması	Trafik kazası	1	3	100	300	Yüksek Risk
60	Kar/yağmur gibi sebeplerle yolların kayganlaşması	Trafik kazası	1	3	100	300	Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	

61	Sevkiyat Aracının farkedilmemesi	Trafik kazası	1	2	100	200	Yüksek Risk
62	Sürücünün iş güvenliği eğitiminin olmaması	Trafik kazası	1	2	100	200	Yüksek Risk
63	Sevkiyat güzergahının taşınacak yüklerin büyüklüğüne uygun olmaması	Trafik kazası	1	2	100	200	Yüksek Risk
64	Montaj personellerinin haberleşmesinin yetersiz olması	Malzeme düşmesi	1	6	100	600	Çok Yüksek Risk
65	Yüksekte çalışmaya elverişsiz personei	Yüksekten düşme	3	6	100	1800	Çok Yüksek Risk
66	Dar alanlarda gereksiz personel çalışması	Yaralanma	1	6	15	90	Önemli risk
67	Güvenli çalışma koşullarının bilinmemesi	Yüksekten düşme, yangın, elektrik çarpması	1	10	40	400	Çok Yüksek Risk

68	Kurumuş bitkiler	Yangın	10	2	15	300	Yüksek Risk
69	Yangın söndürücülerin techizata fazla yaklaştırılması	Yangın	3	10	7	210	Yüksek Risk
70	Yangın söndürücü tüplerin yerlerinin bilinmemesi	Yangın, patlama	1	10	40	400	Çok Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
71	Yetkisiz kişilerin müdahalesi	Elektrik akımına kapılma	3	2	40	240	Yüksek Risk
72	Elektromanyetik radyasyona maruz kalma	Meslek hastalığı	6	10	15	900	Çok Yüksek Risk

73	Acil aydınlatma sisteminin olmaması	Acil durumda tahliyenin gecikmesi	3	10	40	1200	Çok Yüksek Risk
74	Halat kopması, yükün personel üzerine düşmesi, elektrik kaçağı	Elektrik çarpması, yaralanma, ölüm	3	3	40	360	Yüksek Risk
75	Merdivenden tırmanma	Yüksekten düşme	3	3	40	360	Yüksek Risk
76	Enerji kesintilerinde türbin içinin aydınlatılamaması	Yaralanma, yüksekten düşme	3	3	40	360	Yüksek Risk
77	Vincin periyodik muayenesinin olmaması	Vincin devrilmesi	3	3	100	900	Çok Yüksek Risk
78	Saha çalışmalarında güvenlik tedbirlerine riayet edilmemesi	Elektrik çarpması	6	2	40	480	Çok Yüksek Risk
79	Levha - tabela eksliği	Acil durumlarda ekiplerin (ambulans, itfaiye, jandarma vb.) olay yerine ulaşmakta geçikmeleri	10	0.5	15	75	Önemli risk
80	Gürültü	Stres, gerginlik, işgücü kaybı	6	10	3	180	Önemli risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Risk Durumu
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
81	İlk yardım sertifikalı personel bulunmaması	Acil durumlara müdahale edememe	1	6	40	240	Yüksek Risk
82	İlk yardım dolabının bulunmaması	Acil durumlara müdahale edememe	3	6	7	126	Önemli Risk
83	Üçüncü şahısların sahaya izinsiz girişi	İş kazalarına maruz kalınması, kişisel koruyucuların bulunmaması	1	3	40	120	Önemli risk
84	Şantiye içinde haberleşme eksikliği	Şantiyedeki olaylara kısa sürede müdahale edememe	3	3	15	135	Önemli risk
85	Kazı araçları	Araç devrilmesi	1	6	40	240	Yüksek Risk

86	İşçilerin, iş makinası yakınında çalışmaları/bulunmaları, yetersiz görüş alanı	İş makinesinin işçilere çarpması	3	6	15	270	Yüksek Risk
87	İş makinesi operatörlerinin kabinden baret giymeden çıkması	Malzeme düşmesi sonucu (taş ve toprak) kafa yaralanması	3	6	15	270	Yüksek Risk
88	Aydınlatmanın yetersiz olması	Takılma, düşme	3	6	7	126	Önemli risk
89	Şantiye hız limitlerine uyulmaması	Çalışana çarpması / trafik kazası	3	3	40	360	Yüksek Risk
90	Köprülere çarpma, dayanıksız yollardan geçiş	Trafik kazası/yükün devrilmesi	1	2	100	200	Yüksek Risk

	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi		Risk Durumu
--	---------	------	----------------------	--	-------------

			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri	
91	Molaların yetersiz olması	Trafik kazası	1	3	100	300	Yüksek Risk
92	Telefon ile konuşma	Trafik kazası	1	3	100	300	Yüksek Risk
93	Eskort araçları ile haberleşmenin yetersiz olması	Trafik kazası	1	3	100	300	Yüksek Risk
94	Kule çevresinde çalışmaların yapılması	Malzeme düşmesi	3	6	100	1800	Çok Yüksek Risk
95	Sıcaklığın çok düşük olması	Yüksekten düşme	3	3	40	360	Yüksek Risk
96	Sağlık kontrollerinin yapılmaması	Meslek hastalığı, iş kazası	3	1	40	120	Önemli risk
97	Yetersiz molalar sonucu dikkatsizlik	Yaralanma, yüksekten düşme, yangın	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk

98	Hafriyat	Çalışanların üzerine kayması sonucu toprak altında kalma	1	2	40	80	Önemli risk
----	----------	--	---	---	----	----	-------------

**7.6 L MATRİS ANALİZİ İLE FINE KINNEY ANALİZİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE- KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE- KINNEY KALAN RİSK
1	Koşuların içinde elektrikli aletlerin kullanılması, sigara kullanımı	20	5	1440	10
2	Yanıcı/parlayıcı malzemelerin depolanması, kaygan zemin	20	5	720	8
3	Acil durum planlarının olmaması	20	5	400	8
4	Yangın söndürme tüplerinin belirlenen noktalarda bulunmaması	20	5	1200	8
5	Yangına hızlı müdahale edememe	20	5	900	8
6	Kaza geçiren kişiye kısa süre içerisinde müdahale edilememesi	20	5	360	10
7	Emniyet kemeri takılmaması	20	5	720	10

8	Kişisel koruyucu donanım kullanmama	20	5	135	3.75
9	Enerji altında bakım onarım yapılması	20	5	720	10
10	Nemli ve ıslak bölgelerde çalışma	20	5	360	8

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
11	Gövde topraklaşmasının olmaması	20	5	360	10
12	Malzemelerin dengesiz bağlanması	20	5	720	8
13	Keskin kenarlı malzemelerin taşınması	20	5	720	8
14	Emniyet mandalının olmaması, hasarlı olması	20	5	720	8
15	Gündüz sevkiyat yapılması	20	5	1800	10
16	Trafik kurallarına uyulmaması	20	5	300	10

17	Sevkiyat protokollerine uyulmaması	20	5	300	10
18	Sevkiyat aracına fazla yaklaşma	20	5	150	10
19	Yüklerin uygun bağlanmaması	20	5	600	10
20	Yük altında insan bulunması, kılavuz kullanılmaması	20	5	1800	10

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
21	Rüzgarın fazla olması	20	5	900	10
22	Acil durumda tahliye	20	5	240	10
23	Yüksekte çalışma eğitimi olmaması	20	5	240	10
24	Dikey yaşam hattının yıpranması	15	5	720	4
25	Yıldırım düşmesi, aşırı gerilim	20	5	240	4
26	Enerji kesilmeden çalışma	20	5	500	10

27	Kazazedeye anında müdahale edememe	20	5	720	8
28	Trafonun bakımlarının yapılmaması	20	5	240	10
29	Kesicilerin arızalanması	20	5	720	10
30	Yangın söndürme tüplerinin çalışmaması	20	5	480	10

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE- KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE- KINNEY KALAN RİSK
31	Yangın başlangıcının farkedilememesi	20	5	240	8
32	Ağır yüklerin yanlış kaldırılması	20	5	27	3
33	Türbin içerisinde sigara içmek	20	5	120	4
34	Nacelle ve hub bölgesinde dış cephede çalışma	20	5	360	10
35	Yüksekte acil durum tahliyesinin zorluğu	20	5	360	10

36	Buzun sahada bulunanların üzerine düşmesi	20	5	600	10
37	Olumsuz hava şartlarında çalışma	15	5	600	10
38	Vinç sepetine fazla kişi bindirilmesi	20	5	900	10
39	Asansörün bozulması	20	5	240	8
40	Malzemelerin düzensiz istiflenmesi	12	4	270	3.75

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
41	Yangın tatbikatının yapılmamış olması	16	4	360	4
42	Acil toplanma noktasının belirlenmemiş olması, bulunmaması	16	4	120	10
43	Acil yönlendirme levhalarının yerleştirilmemiş olması	16	4	120	10

44	Gece yaşanabilecek olaylar	20	4	80	10
45	Kazı bölgesinin girişe kapatılmaması	15	4	270	3.75
46	İniş/çıkış merdivenlerinin bulunmaması	20	4	135	3.75
47	Yangın söndürücü tüplerin çalışmaması	20	4	480	10
48	Kazı çalışması sırasında kullanılan iş makinalarının bakımsız olması	16	4	270	7.5
49	Demirlerin işçiler tarafından taşınması	20	4	270	7.5
50	Kişisel koruyucu donanım kullanmama	20	4	2400	10

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
--	----------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------------------	-------------------------------

51	Yabani hayvan ısırması/sokması	15	4	450	7.5
52	Titreşim	16	4	22,5	7.5
53	Panoların kapaklarının açık olması, yetkisiz kişilerin müdahalesi	16	4	720	10
54	Yalıtkan paspas olmaması	16	4	720	10
55	Yüksekte çalışma	20	4	360	8
56	Vinç operatörünün ehil olmaması	15	4	1800	10
57	Vincin sabitlendiği noktanın engebeli olması	15	4	900	10
58	Vincin şantiye içerisindeki manevraları	15	4	1800	10
59	Hız limitlerine uyulmaması	20	4	300	10
60	Kar/yağmur gibi sebeplerle yolların kayganlaşması	15	4	300	10

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
--	----------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------------------	-------------------------------

61	Sevkiyat Aracının farkedilmemesi	20	4	200	10
62	Sürücünün iş güvenliği eğitiminin olmaması	16	4	200	10
63	Sevkiyat güzergahının taşınacak yüklerin büyüklüğüne uygun olmaması	20	4	200	10
64	Montaj personellerinin haberleşmesinin yetersiz olması	16	4	600	10
65	Yüksekte çalışmaya elverişsiz personel	16	4	1800	10
66	Dar alanlarda gereksiz personel çalışması	16	4	90	7.5
67	Güvenli çalışma koşullarının bilinmemesi	20	4	400	10
68	Kurumuş bitkiler	15	4	300	7.5
69	Yangın söndürücülerin techizata fazla yaklaştırılması	20	4	210	3.75
70	Yangın söndürücü	20	4	400	10

tüplerin yerlerinin bilinmemesi				
---------------------------------	--	--	--	--

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
71	Yetkisiz kişilerin müdahalesi	16	4	240	10
72	Elektromanyetik radyasyona maruz kalma	16	4	900	15
73	Acil aydınlatma sisteminin olmaması	16	4	1200	8
74	Halat kopması, yükün personel üzerine düşmesi, elektrik kaçağı	20	4	360	10
75	Merdivenden tırmanma	20	4	360	10
76	Enerji kesintilerinde türbin içinin aydınlatılmaması	16	4	360	10
77	Vincin periyodik muayenesinin olmaması	15	4	900	10
78	Saha çalışmalarında güvenlik tedbirlerine riayet edilmemesi	20	4	480	10
79	Levha - tabela eksikliği	20	4	75	7.5
80	Gürültü	16	4	180	9

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK

8 1	İlk yardım sertifikalı personel bulunmaması	12	3	240	8
8 2	İlk yardım dolabının bulunmaması	12	3	126	3.5
8 3	Üçüncü şahısların sahaya izinsiz girişi	12	3	120	10
8 4	Şantiye içinde haberleşme eksikliği	8	3	135	7.5
8 5	Kazı araçları	12	3	240	10
8 6	İşçilerin, iş makinası yakınında çalışmaları/bulunmaları, yetersiz görüş alanı	12	3	270	7.5
8 7	İş makinesi operatörlerinin kabinden baret giymeden çıkması	12	3	270	7.5
8 8	Aydınlatmanın yetersiz olması	12	3	126	7
8 9	Şantiye hız limitlerine uyulmaması	12	3	360	10
9 0	Köprülere çarpma, dayanıksız yollardan geçiş	8	3	200	10

	Tehlike	5x5 MATRİS BAŞLANGIÇ RİSK	5X5 KALAN RİSK	FINE-KINNEY BAŞLANGIÇ RİSK	FINE-KINNEY KALAN RİSK
--	----------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------------------	-------------------------------

91	Molaların yetersiz olması	12	3	300	10
92	Telefon ile konuşma	12	3	300	10
93	Eskort araçları ile haberleşmenin yetersiz olması	12	3	300	10
94	Kule çevresinde çalışmaların yapılması	12	3	1800	10
95	Sıcaklığın çok düşük olması	12	3	360	4
96	Sağlık kontrollerinin yapılmaması	12	3	120	10
97	Yetersiz molalar sonucu dikkatsizlik	12	3	720	10
98	Hafriyat	9	3	80	10

Bu bölümde son zamanlarda yükselişe geçen yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş ve rüzgar enerji santralleri için risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Güneş enerjisinde 58 maddeden oluşan bir tablo hazırlanmıştır. L Matris yöntemi ile analiz yapıldığında risklerin büyük bir bölümü derecesi inmiş fakat katlanabilir bir risk unsuru içermektedir. Fine Kinney yöntemi ile bu 58 madde değerlendirildiğinde düşük risk kategorisine geçmekte ve daha güvenli bir ortam olduğu gözlemlenmiştir. Rüzgar enerji santrali güneş enerji santraline göre daha fazla risk ve tehlikeli unsurları içermektedir. Oluşan bu tabloda 98 tane tehlike saptanmıştır. Sebebine ilişkin yerleşim hayatına uzak, ağır yüklerin olması, olumsuz hava şartları ve yüksekte çalışma gibi etkenler neticesinde daha fazla risk teşkil etmektedir. Kurulum aşamasında yaşanan iş kazaları rüzgar enerji sahasında çok daha fazladır. L Matris yöntemi ile herhangi bir tedbir alınmadan başlangıçta büyük bir

bölümü yüksek riskler içermektedir.Bu yöntemde gerekli önlemler alınmasına rağmen risk katlanılabilir düzeye gerilemektedir.Aynı risk ve tehlikeleri Fine Kinney analizi ile yapıldığında başlangıçta çok yüksek olan risk unsurları alınan önlemler neticesinde düşük riske dönüşmektedir.Dolayısı ile risk değerlendirmesinde Fine Kinney metodu tehlikeye maruz kalma sıklığı önemli rol oynadığı için L Matrise göre çok daha güvenilir veri elde etmemizi sağlamıştır.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Genel anlamda enerji, yenilenebilir ve geleneksel enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Geçmişten günümüze temel ihtiyaçların karşılanabilmesi için enerji önemli konuların başında gelmektedir. Enerjinin sürdürülebilirliği, çevreye ve insan sağlığına etkisi uzun yıllardır araştırılmaktadır. Geleneksel enerji kaynaklarının bilinçsiz kullanımı, rezervlerin sınırlı olması, çevreye verdikleri zarar ve ilerleyen süreçte tükenecek olması sebebiyle ülkeler yeni kaynak arayışına başlamışlardır. Ülkeler enerji ihtiyaçlarını büyük oranda fosil enerji kaynaklarından karşılamaktadır. Son zamanlarda sıklıkla duyduğumuz küresel ısınma, iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi kavramlar geleneksel enerji kaynaklarının olumsuz yönlerindedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile fosil enerji kaynakları arasındaki en büyük fark fosil yakıtların tek seferde kullanılabilirliği olmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmayan ülkeler zamanla bağımsızlıklarını ve ekonomik özgürlüklerini kaybedeceklerdir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerjisine yönelme durumu meydana gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke çapında kullanılabilmesi için planlama yapılmalıdır. Bu planlama bölgesel olarak farklı yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımların konusumda kapsamlı bir analiz yapılması gerekmektedir. Güneydoğu ve Akdeniz bölgesinde güneş enerji potansiyeli yüksek olurken, Ege ve Marmara bölgesinde rüzgar enerji potansiyeli yüksek olabilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları doğal kaynak kökenli, güvenilir ve sürdürülebilir olması nedeniyle sürekli artan enerji ihtiyacına cevap verecektir. Türkiye fosil enerji kaynakları bakımından potansiyeli yok denecek kadar az olmakla birlikte yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından diğer ülkelere göre avantajlı konuma sahiptir. Enerji talebinin büyük bir kısmını ithal eden Türkiye sürekli dış ticaret açığı vermekte olup ülke ekonomisini olumsuz etkilemektedir. Türkiye gelişmekte olan ülkeler arasında yer alırken sanayinin gelişmesi ve artan nüfus nedeniyle enerji ihtiyacı sürekli artış göstermektedir. Enerji sektöründe yapılacak her iyileştirme sonucu istihdam yaratılacak olup ekonomik anlamda oluşan yük, azalma

eğiliminde olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ülkeler teşvik mekanizmaları sunmaktadır. Son yıllarda daha fazla gündeme gelen çevre bilinci ile yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi de doğru orantılı bir şekilde artmakta ve doğa ile dost yeni teknolojiler geliştirilmektedir.

Sürekli artan enerji ihtiyacına karşı yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısı da giderek fazla olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılırken risk analizi yapılmalı ve gerekli tüm önlemler alınmalıdır. Türkiye iş kazası istatistiklerinde Avrupa'da birinci Dünya'da üçüncü sırada yer almaktadır. Enerji, elektrik çeşidinin bir formu olurken ülkemizde yaşanan elektrik kazaları oranı azımsanmayacak kadar yüksektir. Bakım-onarım ve işletme aşamalarında önce iş güvenliği parolası ile tüm kişisel koruyucu donanımlar kullanılarak çalışma yapılmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları çok tehlikeli sınıfta yer aldığından dolayı risk analizi ve acil durum eylem planı en geç 2 yılda bir güncellenmelidir. Elektrik çarpması gibi ölümlerle sonuçlanan hayatlar için çalışanlara kesinlikle ilk yardım ve temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilmelidir. Ayrıca uygulamalı olarak bu eğitimler doğrultusunda tatbikatlar gerçekleştirilmelidir. Ülkemizde yeni sayılabilecek bu sektör için Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Çalışma Örgütü iş sağlığı ve güvenliği konusunda detaylı denetim yapan ve veri isteyen kuruluşlardır.

Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği kültürü tam oturmamakla birlikte özellikle enerji sahalarında yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısal olarak ön plana çıkmaktadır. Çalışma kapsamında ülkemizde hızla gelişmekte olan güneş ve rüzgar enerji santralleri risk ve tehlike açısından karşılaştırılmıştır. L Tipi Matris Yöntemi ile Fine Kinney Yöntemi Türkiye'de sıklıkla kullanılan risk analizleridir. Yapılan karşılaştırmanın neticesinde Fine Kinney yönteminin L Matrise göre daha güvenilir sonuç verdiği görülmektedir. Risk ve tehlikelere karşı alınan önlemler sonucu Fine Kinney analizinde risk düzeyinin daha fazla azaltıldığı bilgisi ortaya çıkmaktadır.

L Matris Risk Analizi en basit sistematik tekniğinden dolayı ülkemizde en fazla kullanılan yöntemdir. Özellikle az ve orta dereceli tehlikeler için tercih edilmektedir. Bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi durumunda sonucunun derecelendirilmesi mantığına dayanmaktadır. Bu risk değerlendirmesini yapan kişinin veya ekibin deneyimi ve öngörülü olması önem arz etmektedir. Karmaşık sistemlerin analizi için L Matris Yöntemi tercih edilmemektedir.

Fine Kinney Risk Analizinde bir olayın gerçekleşme ihtimali, tehlikeye maruz kalma sıklığı ve olayın gerçekleşmesi sonucunda meydana geleceği şiddet derecesi gibi üç faktör değerlendirilerek risk ölçüm değeri elde edilmektedir. Bu yöntemde geçmişte yaşanan iş kazalarını ve öngörülerini bir arada kullanma imkanı veren kalitatif bir yöntemdir. Özellikle tehlikeye maruz kalma sıklığı dikkate alındığı için L Matris analizine göre çok daha güvenli bir analiz olduğu bilinmektedir.

Çalışmanın 7.bölümünde Türkiye’de son zamanların popüler yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş ve rüzgar enerjisinin risk analizleri gösterilmektedir. Güneş ve rüzgar enerji kaynağı L Matris ve Fine Kinney Analizi ile ayrı ayrı risk ölçümleri yapılmış olup sonuçlar tablolar halinde gösterilmiştir.

Güneş enerjisinde 58 maddeden oluşan bir tablo hazırlanmıştır. L Matris yöntemi ile herhangi bir tedbir alınmadan, başlangıçta gösterilen ölçümler neticesinde büyük bir bölümü önemli riskler içermektedir. Bu risk ve tehlikelere gerekli önlemleri öngörünce çıkan sonuç istenilen seviyede olmamakla birlikte katlanılabilir risk olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak aynı risk ve tehlikeli olayları Fine Kinney yöntemi ile yapıldığı vakit 58 olayın büyük kısmı başlangıçta çok yüksek ve yüksek risk sonuçlanırken alınan önlemler neticesinde düşük riske geçmeyi başarmıştır.

Rüzgar enerji kaynağı güneş enerjisine göre daha fazla risk ve tehlikeli unsurlar içermektedir. Kurulum aşamasında yaşanan kaza ve meslek hastalıkları sayısı rüzgar enerjisinde çok daha fazladır. Bunun nedeni rüzgar türbini ekipmanlarının büyük ve ağır olması, yüksekte çalışma ve hava koşulları ile ilişkilidir. Rüzgar enerjisinde 98 madden oluşan bir tablo hazırlanmıştır. L Matris yöntemi ile herhangi bir tedbir alınmadan başlangıçta gösterilen ölçümler neticesinde büyük bir kısmı önemli riskler içermektedir. Bu risk ve tehlikelere gerekli önlemleri öngörünce çıkan sonuç istenilen seviyede olmamakla birlikte katlanılabilir risk olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak aynı risk ve tehlikeli olayları Fine Kinney yöntemi ile yapıldığı vakit 98 olayın büyük bölümü başlangıçta çok yüksek ve yüksek risk sonuçlanırken alınan önlemler neticesinde düşük riske geçmeyi başarmıştır. Dolayısıyla Fine Kinney metodu tehlikeye maruz kalma sıklığı ile orantılı bir sistem olduğu için daha güvenilir sonuç elde edilmektedir.

Yapılan bu analizler sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarında yaşanan iş kazaları büyük çoğunlukla işletme kurulma aşamasındayken olduğu anlaşılmaktadır. İşveren sahada iş sağlığı ve güvenliği uzmanı bulundurmalı, çalışanlara gerekli tüm

eğitimler verilmeli ve risk değerlendirmesi yapılmasını sağlamalıdır. Sahada alınması gereken tedbirler dışında kamu tarafından destekleyici bir takım önlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Henüz yeni bir sektör olan yenilenebilir enerji kaynakları için kanun, yönetmelik ve tüzüklerin noksanlıkları

tamamlanarak çalışanlar için hukuksal tedbir alınması gerekmektedir. Böylece iş sağlığı ve güvenliği açısından daha sağlıklı ve güvenilir bir ortam olacaktır. Bu genel çerçeve de yapılan tez çalışmasının yenilenebilir enerji kaynaklarında yaşanan kaza ve meslek hastalıklarına ilişkin farkındalığın artmasına katkı sunacağı düşünölmektedir.



KAYNAKÇA

- [1] BARTİK Ayvaz (2018), *Türkiye'nin Enerji İhtiyacı Ve Bu İhtiyacın Giderilmesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars.
- [2] CENGİZ Ayberk Ömer (2019), *Türkiye'de Enerji Sektöründe Dış Ticaret Açığı Ve Yenilenebilir Enerji* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [3] AYDIN Firdevs (2019), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye'de Kullanımı Ve Sürdürülebilirliği* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [4] AKKURT Şeyma (2016), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Çevresel Etkileri Ve Kayseri Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [5] ÖZUĞURLU Orhan (2019), *Yenilenebilir Enerjinin Türkiye'deki Gelişimi* (Yüksek Lisans Tezi), Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- [6] CAN Hamit (2017), *Yenilenebilir Enerjinin Makroekonomik Etkileri: Türkiye Örneği* (Yüksek Lisans Tezi) , Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tekirdağ.
- [7] BOZKURT Anıl Utku (2008), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [8] TİMUR Mustafa Caner (2017), “Enerji Arz Güvenliğinin Sağlanmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi”, *Uluslararası Enerji, Ekonomi ve Politika Kongresi*, İstanbul.
- [9] ALPTEKİN Gökhan (2015), *Küresel Isınma ve Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji*, Harp Akademileri Stratejik Araştırmalar Enstitüsü Ulusal ve Uluslararası Güvenlik Stratejileri Ana bilim Dalı.

- [10] ÖNAL Müdrike (2020), “Sürdürülebilir Kalkınmada Yenilenebilir Enerjinin Önemi: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme”, *Türk İş Dergisi*, 1 (1), 78-97.
- [11] BATMAZ Türker, BAYRAÇ Hüseyin, GÜLLÜ Mustafa (2019), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Büyüme ve Karbon Emisyonu İlişkisi”, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6 (3), 645-658.
- [12] ARSLAN Erdal , SOLAK Aysun (2019), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin İthalat Üzerindeki Etkisi”, *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10 (17), 1382-1407.
- [13] ÖZCAN Serkan (2020), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Rolü : Çevresel Kuznets Eğrisi Bağlamında Ampirik Bir Analiz* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [14] KURUCU Ahmet Akın (2017), “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Hesaplanması”, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2017 (1), 1-22.
- [15] CANBAY Şerif (2019), “Türkiye’de İktisadi Büyüme ile Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkileri”, *Maliye Dergisi*, Ocak-Haziran 2019, s.140-151.
- [16] AĞPAK Fatma ve ÖZÇİÇEK Ömer (2018), “ Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak Yenilenebilir Enerji”, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (2), 112-128.
- [17] KAYIŞOĞLU Birol ve DİKEN Bahar (2019), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları”, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 15 (2), 61-65.
- [18] GÜNER Esra Deniz ve TURAN Emine Su (2017), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Küresel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi”, *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3 (1), 48-55.
- [19] KENDİRLİ Berna ve ÇAKMAK Belgin (2010), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmasında Kullanımı”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 95-103.
- [20] YÖRÜKOĞLU Hülya (2014), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Risklerinin Fuzzy-Fmea Yöntemi İle Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ,Kocaeli.

- [21] KOLTUKCU Hüseyin (2010), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Swot Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- [22] DURĞUN Burhan ve DURĞUN Funda (2018), “Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi : Türkiye Örneği, *Uluslararası Ekonomi, Siyaset ve Yönetim Sempozyumu*, 6 (1), 1-27.
- [23] ÇITAK Emre ve PALA Pınar Buket (2016), “Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (25), 79-102.
- [24] CİHAN Elif (2019), *Yenilenebilir Enerji Ve Türkiye’de Güneş Enerjisi* (Yüksek Lisans Tezi), Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.
- [25] Muratdağı Tolga (2015), *Rüzgar Türbinlerinin Kurulum ve Bakım Süreçlerindeki Risklerin Tespiti,Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerilerinin Sunulması* (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tez/Araştırma), Ankara.
- [26] ÇELİK Ömer (2015), *Rüzgar Enerji Santrali Risk Analizi Ve Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [27] GÜNEŞ Mehmet Ali (2009), *Türkiye’nin Enerji Sorunu İçin Alternatif Çözüm Önerileri Ve Rüzgar Enerjisinin Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- [28] DÜNDAR Ulvihan Uğur ve ERTEM Mustafa Alp (2017), “Güneş Enerji Santrallerinin Kurulumu İçin Risk Değerlendirme Rehberi” , Makine Mühendisleri Odası.
- [29] KILIÇ Fatma (2015), “Güneş Enerjisi,Türkiye’deki Son Durumu Ve Üretim Teknolojileri” , *Mühendis ve Makine Dergisi*, 56 (671), 28-40.
- [30] KOCAKUŞAK Rüveyda (2018), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin,Türkiye’deki Önemi Ve Ges Kurulum Araştırması* (Yüksek Lisans Tezi), Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [31] TANIŞ Tevfik (2019), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Güneş Enerjidi:Karapınar İlçesi Swot Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

- [32] KANAT Hüseyin (2019), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi Yatırımlarını Etkileyen Faktörler:Konya Güneş Enerjisi Yatırımları Analizi* (Yüksek Lisans Tezi) , Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [33] BOZ Ogün Haziran (2011), *Günümüzün Alternatif Enerji Kaynağı:Fotovoltaik Güneş Pilleri* (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- [34] YILDIZ Emel (2017), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Uygulama: Güneş Enerji Santrali Ve Rüzgar Enerji Santrali Kuruluş Maliyetleri* (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- [35] ÖZCAN Hüseyin (2009), *Bir Hibrid Enerji Sisteminin Modellenmesi Ve Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [36] DEMİRTÜRK Can (2013), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgar Ve Güneş Enerjisi Karşılaştırmalı Yatırım Fizibilitesi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [37] KARATAŞ Süleyman (2009), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Rüzgar Ve Güneş Enerjilerinin Yeri* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [38] GÖKÇINAR Receb Enes (2008), *Rüzgar Enerjisi Fayda-Maliyet Analizi Ve Hibrid Sistemler* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [39] AÇIKALIN Nihal (2018), *Sürdürülebilir Kalkınmada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Rolü:Türkiye Ve Almanya’da Rüzgar Enerjisi Üzerine Yasal Ve Kurumsal Bir Değerlendirme* (Doktora Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- [40] ŞENEL Mahmut Can ve KOÇ Erdem (2015), “Dünyada Ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme”,*Mühendis ve Makine Dergisi*, 56 (663) , 46-56.
- [41] ÖZEN Ahmet ve ŞAŞMAZ Mahmut Ünsal ve BAHTİYAR Ercan (2015), “Türkiye’de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı:Rüzgar Enerjisi”, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17 (28), 85-93.

- [42] KARADAĞ Halil İbrahim (2009), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Rüzgar Enerjisinin Önemi Ve Rüzgar Türbini Tasarımı* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [43] ALTUNTAŞOĞLU Zerrin Taç (2011), “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi, Mevcut Durum, Sorunlar”, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 52 (617), 56-63.
- [44] OSKAY Cansel (2014), “Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Rüzgar Enerjisinin Önemi Ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler”, *Niğde Üniversitedi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7 (1) , 76-94.
- [45] ÇELİK Ömer ve UTLU Zafer (2015), “Rüzgar Enerji Santrallerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamaları”, *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 5 (19), 57-64.
- [46] AKARÇEŞME Yasin (2019), *Hidroelektrik Potansiyelin Türkiye Açısından Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [47] GÜLER Nurhan (2020), *Yerli Kaynaklardan Biyogaz Üretimi Ve Oksi Biyogaz Yanması* (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [48] TUNÇBİLEK Ömer Faruk (2015), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Tarımda Ve Kırsal Kalkınmada Kullanımı: Kütahya Simav Jeotermal Seracılık Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- [49] ÖZEN İbrahim (2019), *Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinde Akdeniz Bölgesindeki Büyük Akarsuların Yeri Ve Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), Bayburt Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Bayburt.
- [50] KOÇAK Mehmet Erdem (2011), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Hidroelektrik Santraller Ve Sıra Konaklar Hes Projesi* (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [51] SAĞIR Hayriye (2012), *Su-Enerji-Çevre İlişkileri Bağlamında Hidroelektrik Santrallerinin (Hes) Ekolojik Ve Ekonomik Etkileri: Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Santralleri Araştırması* (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

- [52] SÖZEN Eser ve GÜNDÜZ Gökhan ve AYDEMİR, Deniz ve GÜNGÖR Ersin (2017), “Biyokütle kullanımının Enerji,Çevre,Sağlık ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 148-160.
- [53] KAPLUHAN Erol (2014), “Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme:Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu”, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı:30, 97-125.
- [54] ŞENOL Halil ve ELİBOL Emre Aşkın ve AÇIKEL Ünsal ve ŞENOL Merve (2017), “Türkiye’de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları”, *Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 81-92.
- [55] GEZER Sibel (2017), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kapsamında Hidroelektrik Santrallerinin Çevre Ve Turizme Etkileri,Norveç Modeli Çakıt Hes Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [56] ERKUL Hüseyin (2012), “Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri:Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği”, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 10(19), 1-30.
- [57] KOLOMOYETS Sergiy (2010), *Hukuki Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Jeotermal Enerji:Avrupa Birliği Ve Türkiye Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [58] ALPER Emir Cihan (2019), *Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli Ve Ekonomik Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- [59] ARSLAN Sinan ve DARICI Mustafa ve KARAHAN Çetin (2001), “Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli”, *V.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildirileri*, 21-28,İzmir.
- [60] DOĞAN Sevgi (2019), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Jeotermal Enerji Ve İstihdam Yaratma Potansiyelinin Değerlendirilmesi:Aydın İli Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- [61] KÜLEKÇİ Özlem Candan (2009), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü*, 1(2), 83-91.

- [62] YILMAZ Salime Sinem (2018), *Türkiye’de Ve Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu* (Yüksek Lisans Tezi), Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [63] GEDİK Özge (2015), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Çevresel Etkileri* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [64] ATAMAN Ayşe Rüya (2007), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları* (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [65] ESKİN Mert Can (2018), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye Ve Ekonomiye Etkisi”, Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara.
- [66] TANRIÖVER Mehmet (2020), *Yenilenebilir Enerjinin Türkiye Ekonomisine Yansımaları* (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- [67] GEZER Emrah Hüseyin (2013), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Türkiye* (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [68] KESKİN Kübra (2012), *Çevre Mühendisliğinde Ar-Ge Uygulamalarının Araştırılması “Yenilenebilir Enerji Örneği”* (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ,Bursa.
- [69] KARACA Celal (2012), *Güneş Ve Rüzgar Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretimi Sistemi Tasarımı* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [70] BÜLBÜL İbrahim (2007), *Tipik Bir Karargâhta Yenilenebilir Enerji Uygulamaları* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [71] KARACA Coşkun ve ERDOĞDU Mustafa (2012), “Türkiye’de Rüzgar Çiftliklerinden Elektrik Üretilmesiyle Sağlanabilecek Çevresel ve Ekonomik Kazançlar”, *Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (23), 156-188.
- [72] ÇELİK Selvi Nur (2012), *Türkiye’nin Enerjide Dışa Bağımlılığının Azaltılmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

- [73] MUTLU Ediz (2013), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Ekonomisi Ve Ankara İline Ait SWOT Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [74] EREN Mehmet Sefa (2019), *Yenilenebilir Enerji İşletmelerinde Çalışan Sorunları Ve Çözüm Öneriler* (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ordu.
- [75] GÜLAY Ahmet Nuri (2008), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği Ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [76] BAYINDIR Muhammet Selçuk (2010), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Avrupa Birliği Ve Türkiye Uygulamaları* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [77] URGUN Nurettin (2015), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bakımından Türkiye’nin Potansiyeli Ve Bu Potansiyelin Harekete Geçirilmesine Yönelik Stratejiler* (Yüksek Lisans Tezi), Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- [78] ALTUN İlknur (2019), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretiminin Belirleyicileri:Türkiye Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- [79] VARINCA Kamil ve GÖNÜLLÜ Talha (2006), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri”, VI.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Isparta.
- [80] BAYRAM Zafer (2020), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyelinin Değerlendirilmesi:Türkiye Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tekirdağ.
- [81] HONÇA Hafize Leyla (2018), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkileri:Türkiye Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Konya Ticaret Odası Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [82] AKKAYA Sibel (2007), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi Ve Bir Rüzgar Enerjisi Uygulaması* (Yüksek Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- [83] AĞAÇBIÇER Gökhan (2010), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı Ve Yapılan SWOT Analizler* (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- [84] KARALI Şule (2017), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ve Dünya Ekonomisine Katkısı* (Yüksek Lisans Tezi), Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [85] AKUSTA Emre (2019), *Yenilenebilir Enerji, Büyüme Ve Çevre İlişkisi: Türkiye Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırklareli.
- [86] ŞANLI İclal (2017), *Sürdürülebilir Kalkınma Perspektifinden Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergisel Teşvikler: Türkiye Ve Avrupa Birliği Karşılaştırması* (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- [87] KINACI Hasan (2016), *Türkiye’de Devlet Teşviklerinin Yenilenebilir Enerji Sektörüne Yansımaları* (Yüksek Lisans Tezi), Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- [88] ALTUNTAŞ Hüseyin (2019), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Hedef Ve Politikaları İle Fotovoltaik Güneş Enerjisinin Gelişimi* (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [89] KOÇ Senem (2018), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Piyasasında Uygulanan Teşviklerin Yatırımcılar Açısından Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- [90] YILMAZ Büşra (2020), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergisel Teşvikler* (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- [91] ÇIRAY Betül (2019), *Türkiye’de Enerji Politikası Ve Yenilenebilir Enerji Üretimine Sağlanan Teşvikler* (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- [92] DAŞTAN Ceyda (2017), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Vergisel Teşvikler: Türkiye Değerlendirmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.

- [93] SÜLÜKÇÜLER Sevgi (2018), *Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Ortaya Çıkmasında Kamu Teşviklerinin Etkisi:OECD Ülkeleri Ve Türkiye Karşılaştırması* (Yüksek Lisans Tezi), Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- [94] ÖZCAN Bilgen (2015), *Yenilenebilir Enerjide Mevzuat:Mevzuat Sorunlarına Yönelik Bir Araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [95] YILMAZ Olcay (2015), *Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler Ve Türkiye* (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- [96] ÇEVİKALP Sedef (2019), *Yeşil Ekonomi Çerçevesinde Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [97] ÜLGEN Anıl (2018), *Yenilenebilir Enerji Kullanımını Teşvik Yolları Üzerine Bir Değerlendirme* (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [98] ÇELİKKAYA Ali (2018), “Dünyada Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Sağlanan Vergi Teşviklerinin Değerlendirilmesi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(1), 357-384.
- [99] YILMAZER Ömer (2016), *Enerji Ekonomi Politikasında Yenilenebilir Enerjinin Değişen Rolü Ve Türkiye Açısından Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [100] ÇAKMAK Münci (2017), “Gelir Vergisi Kanunu’na Göre Binaların Çatı Ve Cephelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektriğe Getirilen Vergi Muafiyeti”, *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 22(4), 173-195.
- [101] BAYRAKTAR Yüksel ve KAYA Halil İbrahim (2016), “Kamu Teşviklerinin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerine Etkisi : Türkiye Örneği” ,*Uluslararası Siyasi,Ekonomik ve Sosyal Çalışmalar Kongresi*, İstanbul.
- [102] ÇEPIK Barış (2015), *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları* (Doktora Tezi), Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- [103] KAYA Halil İbrahim (2017), *Teşvik Mekanizmalarının Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerine Etkisi:AB Ülkeleri Ve Türkiye’de Güneş Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Ampirik Bir Çalışma* (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [104] DEMİR Zafer ve ÇOLAK Nesrin (2015), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimindeki Yeri Ve Devlet Teşvikleri”, *Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu*, (s.806-812), Ankara.
- [105] ERDOĞAN Nurettin (2020), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler İle Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki Etkileşim Ve Finansal Yansımaları* (Yüksek Lisans Tezi), Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- [106] ADIYAMAN Çetin (2012), *Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları* (Yüksek Lisans Tezi), Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- [107] KERİMOĞLU Kamil (2020), *Yenilenebilir Enerji İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki Bağlamında Türkiye’nin Enerji Politikalarının Değerlendirilmesi* (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [108] YENİLMEZ Gözde (2010), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Teşvik Politikalarının Karşılaştırması* (Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- [109] ULUSOY Ahmet ve DAŞTAN Ceyda (2018), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi”, *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 7(17), 123-160.
- [110] BAYRAKTAR Yüksel ve KAYA Halil İbrahim (2016), “Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Rüzgar Enerjisi Açısından Bir Karşılaştırma : Çin, Almanya ve Türkiye Örneği”, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2(4), 1-18.
- [111] KÖLE Seda (2019), *Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Kamusal Teşvikler* (Yüksek Lisans Tezi), Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- [112] SAMANCI Muhammed (2020), “Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Arttırılmasına Yönelik Vergisel Teşvikler:Türkiye Ve Seçilmiş Bazı Ülkeler Arasında Karşılaştırma”, *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, 3(1), 55-69.

- [113] AKDOĞAN Dilek (2018), *Yenilenebilir Enerjide Kamu Politikaları Ve Türkiye* (Doktora Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [114] ÇELİKKAYA Ali (2017), “Yenilenebilir Enerjinin Teşvikine Yönelik Uluslararası Kamu Politikaları Üzerine Bir İnceleme”, *Maliye Dergisi*, Ocak-Haziran 2017, s. 52-84.
- [115] KARADAĞ Ebubekir (2018), *Muğla Bölgesindeki Güneş Enerjisi Santrallerinin İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden L Tipi Matrisle Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- [116] KAYA Sıla (2017), *Türkiye Rüzgar Enerji Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamalarının Yeterliliğinin Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [117] ÇERİBAŞI Vildan (2018), *Bir Hidroelektrik Santralin İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [118] TOSUN Samet (2020), *Elektrikle Çalışmalarda İş Sağlığı Ve Güvenliği Üzerine Risk Analizi Ve Değerlendirme* (Yüksek Lisans Tezi), Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- [119] BİLİCİ Elif Nur (2019), *İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinin Biyogaz Tesisinde Uygulanması* (Yüksek Lisans Tezi), Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [120] ŞAHİN Emre (2020), *Jeotermal Çalışanlarının İş Sağlığı Ve Güvenliği Farkındalığının Hata Türü Ve Etkileri Analizi İle Birlikte Değerlendirilmesi: İzmir Jeotermal A.Ş. Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- [121] GÜR Müslimhan (2020), *İş Sağlığı Ve Güvenliği Üzerine Hidroelektrik Santrallerde Eğitim Parkuru Uygulaması* (Yüksek Lisans Tezi), Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [122] ÖZTAŞ Sabahattin (2016), *Toros HES Projesinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Risklerinin Sorgulama Metoduyla Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- [123] ERASLAN Melek (2020), *Türkiye’de Elektrik İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Çalışmalarının Teknik Ve İdari Açısından İncelenmesi : Hidroelektrik Santral Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Esenyurt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [124] TEPE Tuğba (2018), *Antalya Kemer Bölgesinde Bulunan Göynük DM-06 TR-01 Dağıtım Merkezinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Risklerinin Tespiti Ve Alınacak Önlemler* (Yüksek Lisans Tezi), Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [125] DOSUN Ramazan İlker (2018), *Çelik Konstrüksiyon İmalatı Yapan Bir İşyerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Ve Risk Analiz Çalışması* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [126] ÇİÇEK Özal ve ÖÇAL Mehmet (2016), “Dünyada Ve Türkiye’de İş Sağlığı Ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi”, *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 5(11), 106-129.
- [127] POLATCI Mahmut (2015), *Rüzgar Enerji Santrallerinde İş Güvenliği Ve Sağlığı Yönetimi* (Yüksek Lisans Tezi), Gediz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- [128] BİLGİR İsmail Onur (2018), *Elektrik Dağıtım Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği Mevzuatının Ve Uygulamalarının İncelenmesi Ve İrdelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Çankaya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [129] SARI Mustafa (2019), *Elektrik Tesislerinde Topraklamanın İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Esenyurt Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [130] ÇIKMAN Serkan (2020), *Elektrik Üretim Dağıtım Tesislerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Değerlendirmesi Ve Çözüm Önerileri* (Yüksek Lisans Tezi), Esenyurt Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [131] AYDENİZ Sarp Utku (2020), *Elektrikle Çalışmalarda İş Sağlığı Ve Güvenliği* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- [132] AYDIN Merve Seda (2018), *Elektrikle İlgili Çalışmalarda İş Sağlığı Ve Güvenliği* (Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Sivas.

- [133] SARIALTUN Liyaddin (2018), *İnşaatta Elektrikle Çalışmalarda İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamaları Ve Elektrik İle Çalışanların Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [134] ALATAŞ Can (2007), *İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metotları Ve Risk Yönetimi* (Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
- [135] ÖZKILIÇ Özlem (2005), *İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.
- [136] AY Fayık (2016), *İş Sağlığı Ve Güvenliğinde Eğitimin Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [137] DÖNMEZ Burcu (2015), *Türkiye Ve Dünyada İş Sağlığı Ve Güvenliği* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [138] SÜN BÜL Abdullah Ufuk (2015), *Türkiye'de İş Sağlığı Ve Güvenliği Eğitimi* (Yüksek Lisans Tezi), Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [139] GİR GİN Mehmet Harun (2011), *Bir Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santralinin Fizibilitesi, Karaman Bölgesinde 5MW'lık Güneş Enerjisi Santrali İçin Enerji Üretim Değerlendirmesi Ve Ekonomik Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- [140] ABLABEKOVA Altyn (2008), *İktsadi Etkinlik Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Fosil Yakıtlar İle Karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [141] ALBAYRAK Kemal (2019), *Türkiye'nin Enerji Ekonomisi Ve Cari Açık İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi* (Yüksek Lisans Tezi), KTO Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [142] CİNGİL İbrahim (2008), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Ekonomik Etüdü* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [143] BOZDOĞAN Hasan (2018), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretim Maliyetlerinin Hesaplanması* (Yüksek Lisans Tezi), Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Burdur.

- [144] SAVRUL Mesut (2010), *AB İlişkileri Çerçevesinde Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının İktisadi Açısından Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- [145] ALTINTAŞ Aygen (2012), *Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Elektrik Üretimi Açısından Ekonomik Etkileri: Avrupa Birliği Ve Türkiye Uygulamaları* (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [146] ALBAYRAK Berat (2011), *Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Finansmanı: Bir Uygulama* (Doktora Tezi), Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [147] YILMAZ Bülent (2014), *Yenilenebilir Enerji (Rüzgar Enerjisi) Üreten İşletmelerin Türkiye Muhasebe Standartları Açısından Değerlendirilmesi* (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [148] GÖKPINAR Nigar (2010), *Yenilenebilir Enerji Ekonomisi: Türkiye (Modelleme), İsrail Ve İspanya Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- [149] YILMAZ Derya Deniz (2015), *Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Rüzgar Ve Hidroelektrik Enerji Üretiminde Birim Maliyetlerin Karşılaştırmalı Analizi Ve Türkiye Uygulaması* (Doktora Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [150] ERGÜN İsmail (2020), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Mali Ve Ekonomik Boyutu: Avrupa Birliği Ve Türkiye Karşılaştırması* (Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [151] SARAY Esin (2019), *Yenilenebilir Enerji Üretim Ve Yatırım Maliyetleri Karşılaştırması : Ege Bölgesi Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- [152] GEDİZ Burcu ve FAZLILAR Tuğba (2016), “Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanında Kamu-Özel Sektör İşbirlikleri : Rüzgar Enerjisi Santralleri Örneği”, *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 99-115.
- [153] TMMOB, Makine Mühendisleri Odası, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Oda Raporu, Yayın No: MMO/290, 2012

- "https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/isg_raporu_2015.pdf"
ET:05.06.2021
- [154] <https://www.bsigroup.com/tr-TR/iso-45001-is-sagligi-ve-guvenligi-yonetimi>
ET : 05.06.2021
- [155] AKÇIN Nuri Ali (2001), *İş Kazaları Nedenleri ve Önlenmesi*, Adana: TMMOB Yayınları,2001.
- [156] ÖZKAN Yılmaz (2005), *Toplam Kalite*,Sakarya Kitabevi,Sakarya.
- [157]http://www.ilo.org/wcmsp5/idcplg?IdcService=GET_DOC_PAGE&Action=GetTemplatePage&Page=HOME_PAGE, ET:05.06.2021
- [158] <https://silo.tips/download/nsz-kbra-afar-emre-zbek>, ET:05.06.2021
- [159] <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331.pdf>, ET:15.07.2021
- [160]https://isgk.sakarya.edu.tr/sites/isgk.sakarya.edu.tr/file/g__Risk_Degerlendirmesi.pdf, ET : 19.07.2021
- [161] KUŞ Emre (2019), *Elektrik Panolarında Yangınlara Karşı Fine Kinney Yöntemi İle Risk Analizi Yapılması* (Yüksek Lisans Tezi),Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [162] Ünlü Bahar (2010), *İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Çevre Projelerin Risk Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimler, Enstitüsü, İstanbul.
- [163] <http://mmoizmir.org/wp-content/uploads/2018/11/risk.pdf>,ET : 10.07.2021
- [164] <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>, ET:10.07.2021
- [165]<http://evanergy.com.tr/detay/407-dunya-gunes-enerjisi-verimlilik-haritasi>,ET: 10.07.2021
- [166]<https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-ruzgar-enerjisi.html>,
ET:10.07.2021
- [167]<https://www.sabah.com.tr/ekonomi/2017/03/26/dunyada-hidroelektrik-enerjide-kurulu-guc-artti>, ET :12.07.2021
- [168]<https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-jeotermal-enerji.html>, ET: 12. 07. 2021
- [169] <https://www.enerjiportali.com/>, ET:10.07.2021
- [170] https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye_Cumhuriyeti_Enerji_ve_Tabii_Kaynaklar_Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1, ET: 10.07.2021

- [171] <https://www.solarbaba.com/wp-content/uploads/bilgi054-cati-hasar-sigorta.pdf>,
ET:10.07.2021
- [172] <https://docplayer.biz.tr/48153076-Saha-denetimlerindeki-uygulama-ornekleri-1-bolum.html>, ET:10.07.2021
- [173] <https://docplayer.biz.tr/15443293-Risk-degerlendirme-bulteni.html>, ET: 10.07.2021
- [174] Hasanoba Rüzgar Enerji Santrali,Teknik Olmayan Özet,Akfen Yenilenebilir Enerji.
- [175] Çevresel Etkiler ve alınacak önlemler kılavuzu,Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi.
- [176] <http://www.caithnesswindfarms.co.uk/WindDevs.htm> , ET : 21.07.2021
- [177] http://www.anadoluisagligi.com/img/file_2134.pdf, ET:21.07.2021
- [178]<https://peyzax.com/heslerin-cevreye-zararlari-hes-oncesi-sonrasi/>. E
- [179] <https://www.yesilist.com/hesten-once-hesten-sonra/>, ET: 25.07.2021
- [180] <https://docplayer.biz.tr/48296081-Risk-degerlendirme-bulteni.html>, ET:25.07.2021
- [181]<https://www.evrensel.net/haber/432182/afyonkarahisarda-biyoenenerji-tesisi-deposundaki-yangin-saatlerce-sondurulemedi>, ET:25.07.2021
- [182]<https://www.isgnedir.com/hidrojen-sulfur-h2s-icin-is-sagligi-ve-guvenligi/>
ET:25.07.2021
- [183] KUYUCU Merve (2016), Jeotermal Türbinlerinin Kurulum ve Bakım Süreçlerindeki Risklerin Tespiti,Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerilerinin Sunulması (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tez/Araştırma), Ankara.