

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AFŞİN-ELBİSTAN B TERMİK SANTRALİ'NİN YAKMA VE BUHAR ÜNİTE
SİSTEMLERİNİN BAZI BÖLÜMLERİNDE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülşah ÇETİN

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüseyin KARACA

OCAK 2022

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AFŞİN-ELBİSTAN B TERMİK SANTRALİ'NİN YAKMA VE BUHAR ÜNİTE
SİSTEMLERİNİN BAZI BÖLÜMLERİNDE RİSK DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülşah ÇETİN
(36183627010)

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüseyin KARACA

OCAK 2022

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemedi beni her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hüseyin Karaca'ya,

Çalışmalarında ayrıca tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmalarım süresince benden her türlü desteklerini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşime,

Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nde saha incelemesi yapmamda bana yardımcı olan tüm Afşin-Elbistan B Termik Santrali personeline,

Tezin uygulama aşamasında vermiş oldukları maddi ve manevi destekten dolayı, İnönü Üniversitesi BAP birimine

teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Afşin-Elbistan B Termik Santrali’nin Yakma Ve Buhar Ünite Sistemlerinin Bazı Bölümlerinde Risk Değerlendirmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Gülşah ÇETİN



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ.....	i
ONUR SÖZÜ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLOLAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1.GİRİŞ	1
2. TERMİK SANTRAL	3
2.1. Termik Santral Nedir?.....	3
2.2. Hammadde Kaynakları.....	4
2.3. Enerji Üretiminde Termik Santrallerin Rolü.....	4
2.4. Türkiye’deki Termik Santraller.....	5
2.5. Termik Santrallerin Çevre Üzerindeki Etkileri.....	8
2.6. Termik Santrallerde Tehlike Kaynakları.....	9
2.7. Afşin-Elbistan B Termik Santrali.....	11
2.7.1. Santralde kullanılan teknoloji.....	13
2.7.2. Santralde kullanılan linyit türü ve özellikleri.....	14
2.7.3. Afşin-Elbistan B Termik Santralinin çevre üzerindeki etkisi.....	15
2.7.4. İş sağlığı ve güvenliği birimi.....	16
3. TERMİK SANTRALLERDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.....	17
3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği.....	17
3.1.1. Fiziksel risk etmeni.....	17
3.1.2. Kimyasal risk etmeni.....	18
3.1.3. Biyolojik risk etmeni.....	18
3.1.4. Ergonomik risk etmeni.....	18
3.2. Termik Santrallerde Tehlikelerin Sınıflandırılması.....	18
3.2.1. Kömür depolama alanındaki tehlikeler.....	19
3.2.2. Kömür taşıma bandındaki tehlikeler.....	19
3.2.3. Kazan bölümündeki tehlikeler.....	20
3.2.4. Jeneratör ve türbindeki tehlikeler.....	20
3.2.5. Şalt sahasındaki tehlikeler.....	21
3.2.6. Santralin genelinde oluşabilecek diğer tehlikeler.....	22
3.3. Termik Santrallerde İş Kazaları Ve Meslek Hastalıkları.....	22
4. RİSK DEĞERLENDİRMESİ VE RİSK ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	27
4.1. Risk Değerlendirmesi Kavramı.....	27
4.2. Risk Analiz Yöntemleri.....	28
4.2.1. Risk haritası.....	29
4.2.2. Tehlike ve işletilebilme çalışma metodolojisi (HAZOP).....	29
4.2.3. Olursa ne olur? (What If?).....	30
4.2.4. Ön tehlike analizi (PHA).....	30
4.2.5. İş güvenlik analizi (JSA).....	30
4.2.6. Birincil risk analizi (PRA).....	31
4.2.7. Olası hata türleri ve etki analizi metodolojisi (FMEA).....	31
4.2.8. Hata ağacı analizi (FTA).....	31
4.2.9. Olay ağacı analizi (ETA).....	32
4.2.10. Neden-sonuç analizi	32

4.2.11. Risk değerlendirme karar matrisi.....	32
4.2.11.1. Çok değişkenli x tipi matris yöntemi.....	33
4.2.11.2. L tipi matris risk analiz yöntemi.....	33
4.2.12. Fine-Kinney risk analizi.....	33
5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	34
5.1. Afşin-Elbistan B Termik Santralindeki Tehlike Kaynakları.....	34
5.2. Risk Analizi.....	39
6. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	42
6.1. Cebri Çekme Fanı Bakımı Risk Değerlendirmesi.....	42
6.2. Brüden Fan Bakımı Risk Değerlendirmesi.....	46
6.3. Taze Hava Fanı Bakımı Risk Değerlendirmesi.....	50
6.4. Kazan Bölümü Risk Değerlendirmesi.....	53
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ.....	61



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1: Türkiye’deki termik santraller.....	7
Tablo 2.2: Afşin-Elbistan B Termik Santrali.....	12
Tablo 2.3: Afşin-Elbistan linyiti özellikleri.....	15
Tablo 3.1: 2011 yılında EÜAŞ’a bağlı termik santrallerde meydana gelen kazaların nedenleri.....	25
Tablo 3.2: 2011 yılında EÜAŞ’a bağlı termik santrallerde meydana gelen kazaların işin niteliğine göre dağılımı	25
Tablo 4.1: Olursa ne olur yönteminde kullanılan tablo.....	30
Tablo 5.1: Olasılık tablosu.....	40
Tablo 5.2: Olayın şiddeti.....	40
Tablo 5.3: L tipi matris yönteminde risk derecelendirmesi.....	41
Tablo 6.1: Cebri çekme fanı bakımı risk değerlendirmesi.....	44
Tablo 6.2: Brüden fan bakımı risk değerlendirmesi.....	48
Tablo 6.3: Taze hava fanı bakımı risk değerlendirmesi.....	51
Tablo 6.4: Kazan bölümü risk değerlendirmesi.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Termik santral akış şeması.....	3
Şekil 2.2: Türkiye'nin kurulu gücünün enerji kaynaklarına göre gelişimi.....	5
Şekil 2.3: Türkiye'deki termik santraller haritası.....	6
Şekil 2.4: Afşin-Elbistan B Termik Santrali organizasyon şeması.....	11
Şekil 2.5: Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nin bir görünümü	12
Şekil 2.6: Afşin-Elbistan B Termik Santrali akım şeması.....	13
Şekil 3.1: Kömür taşıma bandı.....	19
Şekil 3.2: Termik santralde türbin.....	20
Şekil 3.3: Jeneratör.....	21
Şekil 3.4: Şalt sahası.....	21
Şekil 3.5: Hastalıklar ve etkilenen işçi sayısı.....	23
Şekil 3.6: Termik santrallerde meydana gelen kazaların gösterimi.....	24
Şekil 4.1: Risk değerlendirme süreci.....	28
Şekil 4.2: Olay ağacı analizinde izlenilen adımlar.....	32
Şekil 5.1: Kömür depolama alanının şematik gösterimi.....	34
Şekil 5.2: Kömür taşıma bantları.....	35
Şekil 5.3: Türbin	35
Şekil 5.4: Şalt sahası görünümü.....	36
Şekil 5.5: Termik santraldeki kazan görünümü.....	37
Şekil 5.6: Bir termik santraldeki ID fanı.....	38
Şekil 5.7: Bir termik santraldeki FD fanı.....	38

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CO₂	: Karbondioksit
VOC	: Volatile organic compound (Uçucu organik bileşikler)
NO_x	: Azot Oksit
SO₂	: Kükürtdioksit
MW	: Mega Watt
GWh	: Giga Watt Saat
kV	: Kilo Volt
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
HAZOP	: Hazard and Operability
PHA	: Preliminary Hazard Analysis
JSA	: Job Safety Analysis
PRA	: Preliminary Risk Analysis
FMEA	: Failure Mode Effect Analysis
FTA	: Fault Tree Analysis
ETA	: Event Tree Analysis
ID	: Induced Draft
FD	: Forced Draft
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AFŞİN-ELBİSTAN B TERMİK SANTRALİ'NİN YAKMA VE BUHAR ÜNİTE SİSTEMLERİNİN BAZI BÖLÜMLERİNDE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

GÜLŞAH ÇETİN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

61 + ix sayfa

2022

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin KARACA

Bu çalışmada, Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nin kazan bölümünün iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu kapsamda, öncelikle kazan bölümündeki tehlike kaynakları belirlenmiştir. Daha sonra, bu tehlike kaynaklarının neden olabileceği risklerin belirlenmesi için risk değerlendirmesi yapılmıştır. Risk değerlendirmesinde risk değerlendirme karar matrisi yöntemlerinden biri olan L Tipi Matris yöntemi kullanılmıştır. Söz konusu santralin kazan bölümünde toplam 26 farklı tehlike kaynağı belirlenmiştir. Bunlardan 14 tanesinin kabul edilemez risk seviyesinde, 12 tanesinin ise orta seviye risk grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Risk derecelerinin yüksek seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. Kabul edilemez risk ve orta seviye risk grubunda yer alan derecelerin kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmesi için alınması gereken önlemler ve yapılması gereken çalışmalar risk değerlendirmesi sonucunda belirlenmiştir. Yapılan risk değerlendirmesi sonucunda, düşme, çarpma, yanma, yaralanma ve zehirlenme gibi risklerin olduğu belirlenmiştir. Risk değerlendirmesi sonucunda elde edilen risk skorlarına göre, bu risklerin yaralanma, meslek hastalığı ve ölüm gibi istenmeyen sonuçlara neden olabileceği gözlemlenmiştir. Alınması gereken önlemler ise, özellikle çalışılan alana uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılması, ekipman kontrolleri ve bakımların düzenli olarak yapılması, çalışılan alan etrafında gerekli güvenlik önlemlerin alınması, gürültü ve aydınlatma seviyelerinin standartlarda belirtilen değerlere uygun hale getirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Termik Santral, İş Sağlığı Ve Güvenliği, Kazan Bölümü, Tehlike Kaynağı, Risk, Risk Değerlendirmesi

ABSTRACT

Master Thesis

RISK ASSESSMENT IN SOME SECTIONS OF COMBUSTION AND STEAM UNIT SYSTEMS OF AFŞİN-ELBİSTAN B THERMAL POWER PLANT

GÜLŞAH ÇETİN

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Occupational Health And Safety

61+ ix pages

2022

Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin KARACA

In this study, the boiler section of Afşin-Elbistan B Thermal Power Plant was evaluated in terms of occupational health and safety. In this context, first of all, the sources of danger in the boiler section were determined. Then, a risk assessment was carried out to determine the risks that these sources of danger may cause. L Type Matrix method, which is one of the risk assessment decision matrix methods, was used in risk assessment. A total of 26 different sources of danger were identified in the boiler section of the mentioned power plant. It was determined that 14 of them were at the unacceptable risk level and 12 of them were in the medium risk group. It has been observed that the risk levels are at high levels. The measures to be taken and the work to be done in order to reduce the degrees in the unacceptable risk and medium risk groups to the acceptable risk level were determined as a result of the risk assessment. As a result of the risk assessment, it was determined that there are risks such as falling, hitting, burning, injury and poisoning. According to the risk scores obtained as a result of the risk assessment, it has been observed that these risks may cause undesirable consequences such as injury, occupational disease and death. The precautions to be taken are the use of personal protective equipment suitable for the working area, regular equipment checks and maintenance, taking the necessary safety precautions around the working area, and bringing the noise and lighting levels to the values specified in the standards.

Keywords: Thermal Power Plant, Occupational Health and Safety, Boiler Section, Source of Hazard, Risk, Risk Assessment

1.GİRİŞ

Dünya genelinde teknolojinin gelişmesi ve nüfusun artması ile birlikte enerji ihtiyacı da artmaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanmasında çeşitli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Günümüzde halen enerji kaynağı olarak önemli ölçüde fosil enerji kaynakları kullanılmaktadır. Enerji üretiminde en çok kömür ve doğal gaz kullanılmaktadır. Enerji üretiminde yoğun bir şekilde kömür kullanılmasının çeşitli nedenleri vardır. Bunlar, kömür rezervlerinin diğer enerji kaynaklarına göre daha çok olması, dünyadaki birçok ülkenin kendisine yetecek düzeyde kömür rezervlerine sahip olması ve aynı zamanda diğer enerji kaynaklarına göre daha ucuz olması olarak değerlendirilebilir [1].

Dünyada kömür kullanarak enerji üretimi yapan sistemlerin başında termik santraller gelmektedir. Türkiye’de de enerji ihtiyacının büyük bir kısmı termik santrallerden karşılanmaktadır [2]. Termik santrallerde üretim yapılırken büyük sistemler, ekipmanlar kullanılmasından dolayı ve de kullandığı yakıtlardan dolayı çok tehlikeli işletmeler olarak adlandırılmaktadır. Bu işletmelerin çok tehlikeli sınıfta yer almasından dolayı iş sağlığı ve güvenliği açısından da izlenilmesi, takip edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Termik santraller, bünyesinde birçok tehlike barındırmaktadır. Bu tehlikeler sadece santral çalışanlarını etkilememektedir. Aynı zamanda, yerel, bölgesel ve küresel olarak da çeşitli tehlikelere neden olmaktadır. Termik santrallerin neden olduğu tehlikeler santralin inşa, kurulum ve üretim aşamalarında ortaya çıkabilmektedir. Termik santrallerde kullanılan yakıt türü ve yakma teknolojisine göre, bu tehlikeler değişebilmektedir. Özellikle, yakıt türü olarak kömür kullanılan santrallerde gerekli önlemler alınmadığı takdirde, atmosfere salınan ağır elementler, uçucu kül, SO₂, NO_x, CO₂ gibi gazlar yerel, bölgesel ya da küresel açıdan önemli tehlike kaynaklarına neden olabilmektedir [3].

İş sağlığı ve güvenliği açısından bu santrallerde gerekli tedbirlerin alınmasıyla birlikte hem oluşabilecek iş kazaları hem de meslek hastalıkları en aza indirgenmiş olacaktır. Aynı zamanda çevre sağlığı için de bu çok önemli bir etkidir. Santralden salınan baca gazı emisyonlarını önlemek amacıyla kaliteli yakıtların kullanılması ve gerekli arıtma işlemlerinin yapılması yerel, bölgesel ya da küresel açıdan oluşabilecek tehlikeler en düşük seviyeye azaltılmış olacaktır.

Bu çalışmada, Türkiye’nin en büyük termik santrallerinden birisi olan Afşin- Elbistan B Termik Santrali iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmiştir. Bu kapsamda, söz konusu

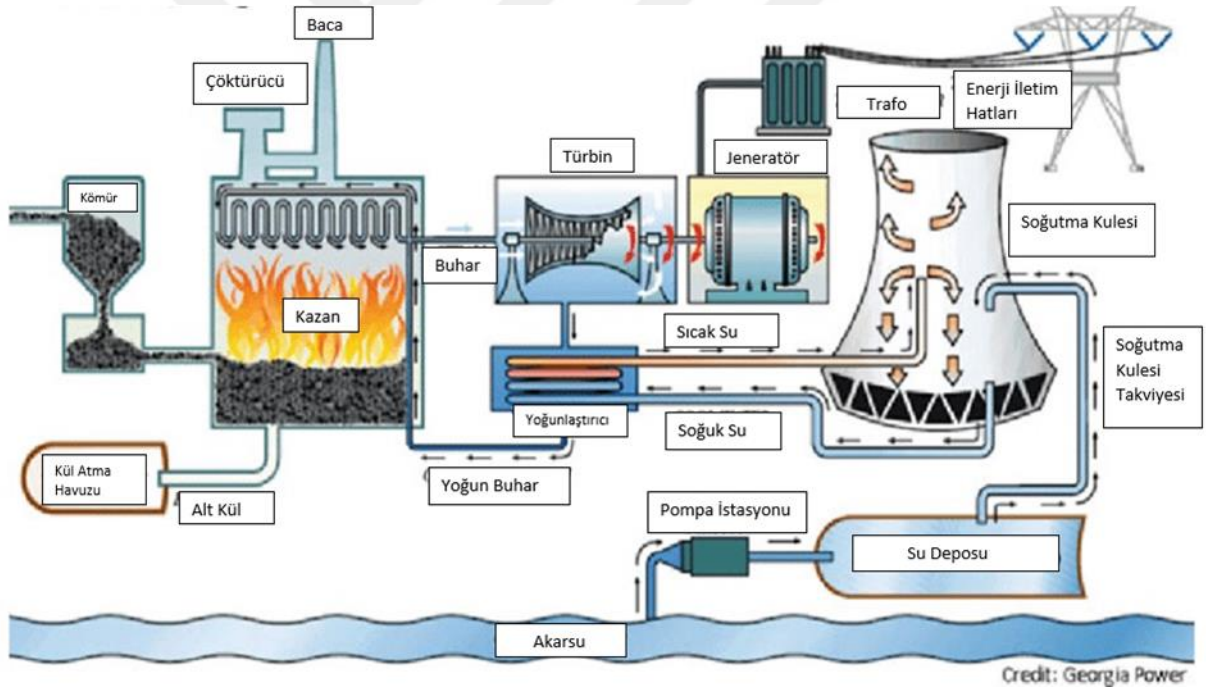
termik santralin kazan bölümündeki potansiyel tehlike kaynakları tespit edilmiş ve daha sonra bu tehlike kaynaklarının neden olduğu olası riskler belirlenerek gerekli risk değerlendirmeleri yapılmıştır.



2. TERMİK SANTRAL

2.1. Termik Santral Nedir?

Termik santral en basit şekilde, kullanılan yakıtın yanmasıyla ortaya çıkan ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren işletme olarak tanımlanabilir. Daha ayrıntılı bir şekilde açıklamak gerekirse; kazan veya buhar üreticinde yanma olayının gerçekleşmesiyle su buhara dönüştürülür ve yüksek basınç ve yüksek sıcaklıkta ısıtılarak türbinin yüksek basınçlı bölümüne gönderilir. Daha sonra türbinin orta ve alçak basınçlı bölümlerinde genişletilerek ısı enerjisi mekanik enerjiye dönüştürülür. Bu mekanik enerji de jeneratörde elektrik enerjisine dönüştürülür. Aynı zamanda kondensede buhar soğutularak tekrar su haline dönüştürülür ve türbinden çekilen buharla su yeniden ısıtılarak kazana gönderilir. Su ve buhar bir kapalı sistem içinde dolaştığı için bu döngü sürekli tekrarlanır. Şekil 2.1’de bir termik santralin akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 2. 1: Termik santral akış şeması [4].

Termik santralleri, kullanılan türbin ve yakıt türlerine göre sınıflandırmak gerekirse; buhar türbinli linyit santralleri, gaz türbinli santraller, kombine (gaz ve buhar türbinli) santraller, dizel veya fuel-oil santralleri, jeotermal santraller ve nükleer santraller olarak sınıflandırılabilir [5]

2.2. Hammadde Kaynakları

Termik santrallerde genellikle kömür, doğal gaz ve fuel-oil gibi fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Dünya geneline bakıldığında ise çoğunlukla yakıt olarak kömür kullanıldığı görülmektedir [1].

Dünyada termik santrallerde kömür türü olarak önemli ölçüde linyit ve taş kömürü kullanılmaktadır. Ülkemizde ise yoğun bir şekilde düşük kaliteli linyitler (düşük ısı değer, yüksek kül, nem, uçucu madde ve kükürt) kullanılmaktadır. Ancak ithal kömür, doğalgaz, fuel-oil gibi yakıtlar da kullanılmaktadır.

Dünyada elektrik enerjisi üretmek amacıyla termik santrallerde yakıt olarak kullanılan kömürlerin ısı değerleri 800 kcal/kg'dan 7000 kcal/kg seviyelerine kadar çıkmaktadır. Bu kömürlerin içerdikleri kül oranı ise ağırlık olarak %6'dan %40'a kadar çıkmaktadır. Taş kömürü olarak adlandırılan kömürlerin ısı değerleri 5000-7000 kcal/kg arasında bir değer alırken, içerdikleri kül oranı ise ağırlık olarak %6-12 aralığında değişmektedir. Linyitlerin ısı değerleri ise 1000-4000 kcal/kg, kül içerikleri %20-40 aralığında değişmektedir [6]. Türkiye'deki termik santrallerde yakıt olarak genellikle linyit, doğal gaz ve taş kömürü kullanılmaktadır. Kullanılan bu linyitlerin ısı değerleri 1000- 4200 kcal/kg, kül içerikleri ise %20-40 aralığında değişmektedir [7].

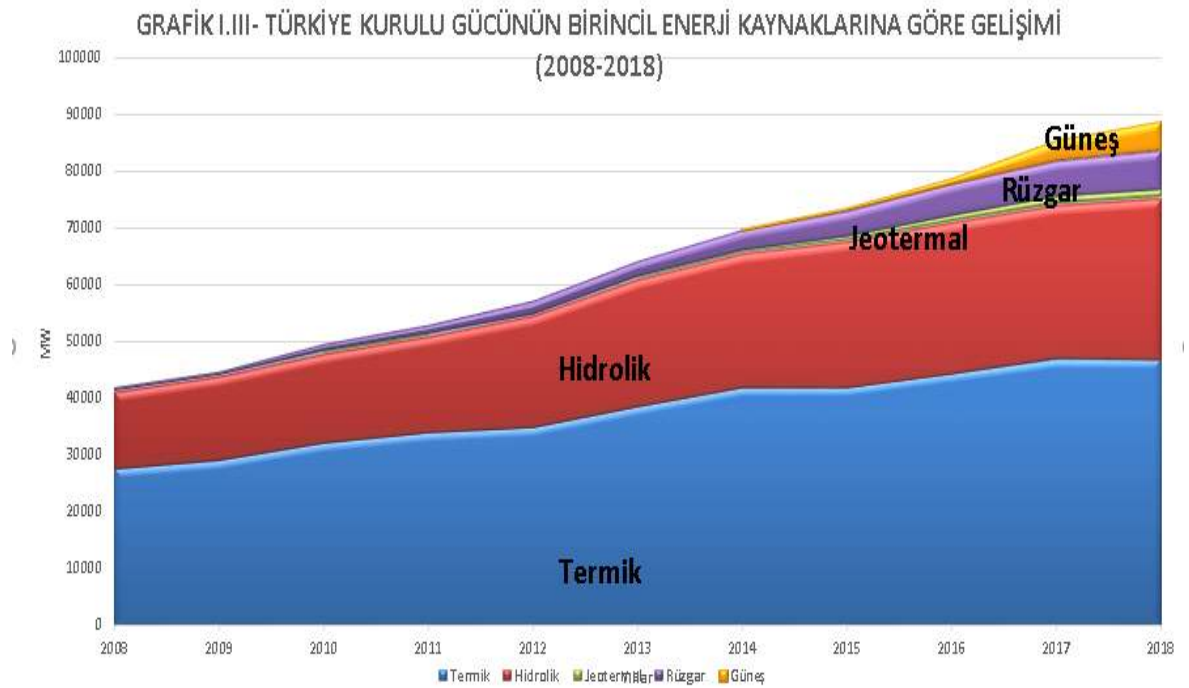
2.3. Enerji Üretiminde Termik Santrallerin Rolü

Günümüz dünyasında ekonomik kalkınma ve ülkeler arasında ekonomik açıdan güç elde edebilmek için en önemli etkenlerin başında enerji gelmektedir. Enerji bakımından dışa bağımlı olmayan ülkeler aynı zamanda hem kendi özgürlüklerini hem de toplumsal anlamda gelişmelerini sağlamaktadırlar. Dünya geneline bakıldığında enerji ihtiyacını büyük ölçüde fosil yakıtlar karşılamaktadır. Bu yakıtlardan ise en çok kömür, doğalgaz ve fuel-oil kullanılmaktadır. Bu yakıtları kullanarak enerji üreten sistemlerin başında ise termik santraller gelmektedir. Kurulum maliyetinin düşük olması ve en çok kullanılan yakıt türünün dünya genelinde çok büyük rezervlere sahip olan kömür olmasından dolayı yatırımcılar için ilk seçenek olarak termik santraller gelmektedir.

Dünyada enerji üretiminde en çok termik santral kullanan ülkelerin başında ABD, AB ülkeleri ve Çin gelmektedir. Çin hariç diğer ülkelere bakıldığında son 4 yıl içerisinde kömür yakıtlı termik santrallerin sayısında önemli bir azalma göstermektedir. Bu azalmanın sebebi de son yıllarda ABD ve AB ülkelerinde birçok kömür yakıtlı termik santralin teknolojik

olarak eskimesi sonucunda kapatılması ve bu ülkelerde yeni kurulan termik santrallerin sayısının da kapatılan santrallerden az olması nedeniyle dünya genelinde termik santrallerin sayısında kısmi bir azalma kaydedilmiştir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkelerine bakıldığında ise kömüre dayalı santrallerin kapasitesinde 2011 yılı itibari ile düşüş görülmektedir [8]. Aslında bu düşüşlerin sebebi termik santrallerin çevreye verdiği zararlar olarak düşünülmektedir.

Türkiye genelinde ise elektrik enerjisi üretmek için kullanılan sistemlerin başında termik santraller gelmektedir. Ülkemizde son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim olsa da termik santrallere oranla bu değerler oldukça düşüktür (Şekil 2.2).

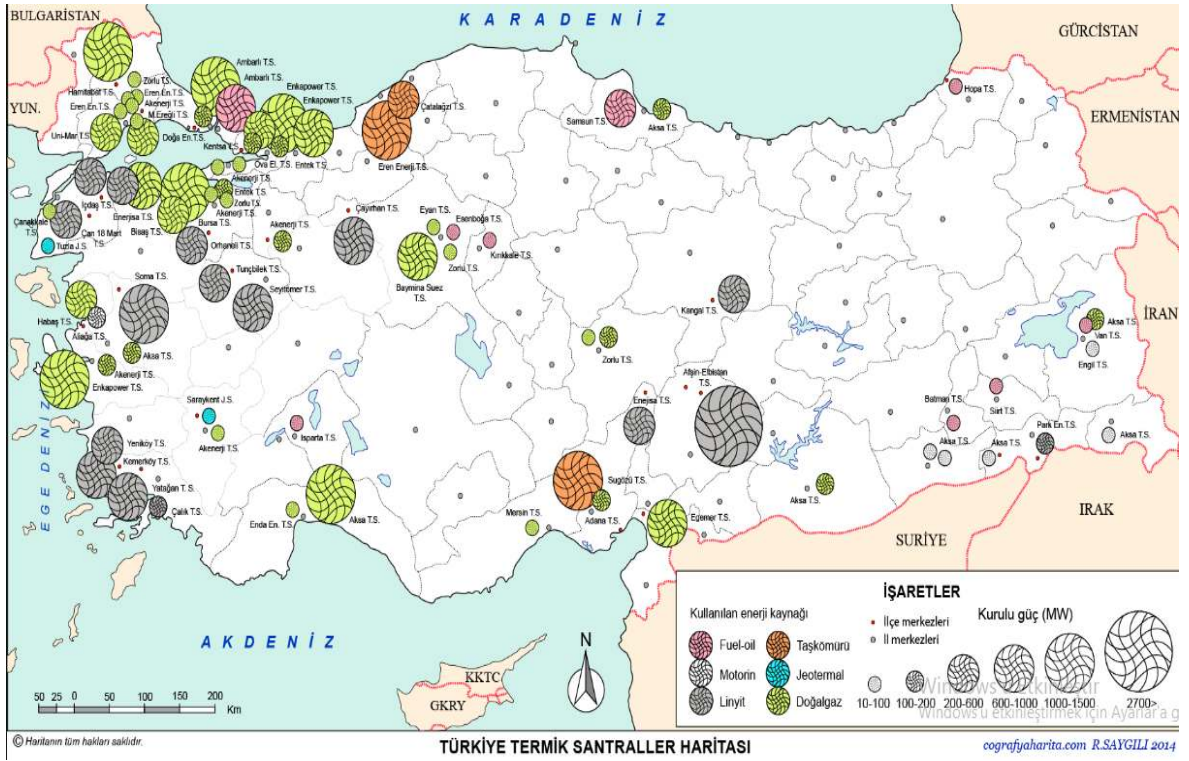


Şekil 2. 2: Türkiye'nin kurulu gücünün enerji kaynaklarına göre gelişimi [9].

2.4. Türkiye'deki Termik Santraller

Türkiye genelinde termik santrallerden yakıt olarak; yerli kömür kullananların sayısı 34, ithal kömür kullananların sayısı 10, fuel-oil kullananların sayısı 24 ve doğalgaz kombine çevrim santrallerin sayısı 252 (104 tanesi 10 MW'ın üzerindedir.) adettir [10]. TEİAŞ' ın 2018 yılı verilerine göre, bu santrallerden elde edilen toplam enerji 46908.6 MW' tır. Bu da enerji üretiminin yaklaşık olarak % 53' ünün termik santraller tarafından karşılandığını göstermektedir [9]. Türkiye'deki termik santrallerin listesi Tablo 2.1 ve dağılımı ise Şekil

2.3’de gösterilmiştir. Şekil 2.3’de görüldüğü üzere, santraller daha çok Marmara bölgesinde ve kıyı bölgelerde bulunmaktadır. Bunun sebebi ise hem limanlara yakın olması hem de sanayileşmenin bu bölgelerde daha çok gelişmesidir. Harita incelendiğinde termik santrallerin en fazla yakıt olarak linyit kömürü ve doğalgaz kullanıldığı görülmektedir. Linyit yakıtlı santrallerin çoğu linyit rezervlerinin olduğu bölgenin yakınına ya da ulaşım maliyetinin az olduğu bölgeye kurulmaktadır.



Şekil 2. 3: Türkiye'deki termik santraller haritası [11].

Tablo 2.1: Türkiye'deki termik santraller.

Santralin Adı	İşletmeye Alınma Tarihi	Kurulu Güç (MWe)	Kullanılan Yakıt Türü	Yıllık Elektrik Üretimi
Afşin-Elbistan Termik Santrali B	2004	1440	Linyit Kömürü	4328 GWh
Afşin-Elbistan Termik Santrali A	1984	1355	Linyit Kömürü	2782 GWh
Soma B Termik Santrali	1981	990	Linyit Kömürü	4505 GWh
Kemerköy Termik Santrali	1994	630	Linyit Kömürü	2642 GWh
Yatağan Termik Santrali	1983	630	Linyit Kömürü	2759 GWh
Çayırhan Termik Santrali		620	Linyit Kömürü	3533 GWh
Seyitömer Termik Santrali	1973	600	Linyit Kömürü	3380 GWh
Kangal Termik Santrali	1989	457	Linyit Kömürü	2115 GWh
Tufanbeyli Termik Santrali	2015	450	Linyit Kömürü	2257 GWh
Yeniköy Termik Santrali	1986	420	Linyit Kömürü	1917 GWh
Tunçbilek Termik Santrali	1966	365	Linyit Kömürü	1605 GWh
18 Mart Çan Termik Santrali	2003	320	Linyit Kömürü	
Orhaneli Termik Santrali	1992	210	Linyit Kömürü	
Çatalağzı Termik Santrali	1989	300	Taş Kömürü	
Zonguldak Eren Termik Santrali	2010	2790	İthal Kömür	13720 GWh
İSKEN Sugözü Termik Santrali	2004	1310	İthal Taş Kömürü	9240 GWh
İÇDAŞ Bekirli Termik Santrali	2011	1200	İthal Kömür	8547 GWh
Atlas İskenderun Termik Santrali	2014	1200	İthal Kömür	8837 GWh
İÇDAŞ Biga Termik Santrali		405	İthal Kömür	2885 GWh
İzdemir Enerji Aliğa Termik Santrali	2014	350	İthal Kömür	2562 GWh
İskenderun Demir Çelik Termik Santrali		220,40	İthal Kömür	767 GWh
Çolakoğlu Termik Santrali		190	İthal Kömür	1425 GWh
Enka Gebze Doğal Gaz Santrali	2002	1540	Doğal Gaz	11311 GWh
Enka İzmir Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali	2003	1520	Doğal Gaz	10865 GWh
Bursa Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali	1998	1432	Doğal Gaz-Atık Isı	5637 GWh
Ambarlı Doğal Gaz Santrali	1988	1350	Doğal Gaz-Atık Isı	
Hamitabat Termik Santrali	1985	1120	Doğal Gaz-Atık Isı	4209 GWh
Ali Metin Kazancı Antalya Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali	2008	1150	Doğal Gaz	5359 GWh
Enerjisa Bandırma Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali	2010	930,80	Doğal Gaz	6427 GWh
Erzin Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali	2014	904	Doğal Gaz	4825 GWh
OMV Samsun Doğal Gaz Santrali	2013	886,92	Doğal Gaz	6000 GWh
Yeni Elektrik Doğal Gaz Çevrim Santrali	2013	865	Doğal Gaz	6500 GWh
Cengiz Enerji Samsun Termik Santrali	2010	848,90	Doğal Gaz	6822 GWh
İç Anadolu Kırıkkale Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali	2016	840	Doğal Gaz	6300 Gwh
Ambarlı Fuel-Oil Santrali	2013	816	Doğal Gaz-Atık Isı	
Baymina Ankara Doğal Gaz Santrali	2004	798	Doğal Gaz	5376 Gwh

Tablo 2.1 (Devam).

RWE & Turcas Denizli Doğal Gaz Kombine Çevrim Elektrik Santrali	2013	775	Doğal Gaz	6167 GWh
Adapazarı Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali		770	Doğal Gaz	5658 GWh
Bursa Doğal Gaz Termik Santrali		486	Doğal Gaz	1788 GWh
Unimar Marmara Ereğlisi Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali	1999	478	Doğal Gaz	3411 GWh

2.5. Termik Santrallerin Çevre Üzerindeki Etkileri

Enerji üretiminde termik santrallerin yoğun bir şekilde kullanılması çevre kirliliği açısından önemli tehlike kaynaklarına neden olabilmektedir. Bu tehlike kaynakları yakıtın türüne göre değişkenlik göstermektedir. Dünya genelinde termik santrallerde en çok kullanılan yakıt türünün kömür olduğu dikkate alınırsa daha fazla risk ortaya çıkmaktadır. Bu santrallerin çevreye verdiği zararlar sadece bölgesel değil aynı zamanda küresel açıdan da değerlendirilmelidir.

Kömür yakıtlı santrallerden atmosfere partikül madde, uçucu organik bileşikler (VOC), sera gazı, azot oksit (NO_x), karbon dioksit (CO_2) ve kükürt dioksit (SO_2) v.b. gibi maddeler salınmaktadır. Belirtilen bu baca gazı emisyonlarını azaltmakta her bir zararlı madde için farklı arıtma sistemleri kullanılmaktadır. Aslında bu emisyonları azaltmak için alınması gereken en önemli tedbirlerin başında kükürt, kül, nem, uçucu madde içeriği düşük, ısı değeri yüksek kömür kullanmaktır. Termik santrallerde hava kirliliğine sebep olan bu maddelerin bölgesel etki alanı rüzgar yönüne ve gücüne göre değişiklik göstermektedir [3]. Bu maddelerin bölgesel ve küresel olarak ortaya çıkardığı sorunların en başında yaşanan iklim değişiklikleri gelmektedir.

Uluslararası Enerji Ajansının 2017 yılında yayımlanan raporundaki verilere göre; sadece 2016 yılı içerisinde kömür kullanan termik santrallerden atmosfere toplam 9.5 milyar ton CO_2 salınımı gerçekleştiği görülmektedir. Bu değer ise sektör için salınması gereken toplam emisyonun %70'ine denk gelmektedir [12].

Termik santraller sadece hava kirliliği değil aynı zamanda su kirliliği ve toprak kirliliğine de yol açmaktadır. Santrallerde soğutma suyuna ihtiyaç duyulmasıyla; kullanılan suyun sıcak bir şekilde ve arıtılma işlemi gerçekleştirilmeden boşaltılmasıyla hem yeraltı sularına hem de çevreye büyük zarara sebep olmaktadır. Aynı zamanda kömür kullanılan santrallerde

küllerin depolamasının yapılmamasıyla çıkan rüzgarla yine çevre açısından büyük tehlikelere neden olmaktadır [13].

Termik santrallerde hava, su ve toprak kirliliğine yol açan en önemli etken maddelerinden bir tanesi de cıva kirliliğidir. Santralden salınan cıva rüzgarla birlikte etrafa taşınabilir. Ayrıca, atmosfere salınan cıva yaklaşık olarak 2 yıl atmosferde kaldıktan sonra yağışlarla birlikte hem toprağa hem de suya karışabilir. Bu cıvanın havadan sonra toprağa ve suya karışmasıyla birlikte birçok çevresel sorun ve hastalıklara sebep olabilmektedir [3].

2.6. Termik Santrallerde Tehlike Kaynakları

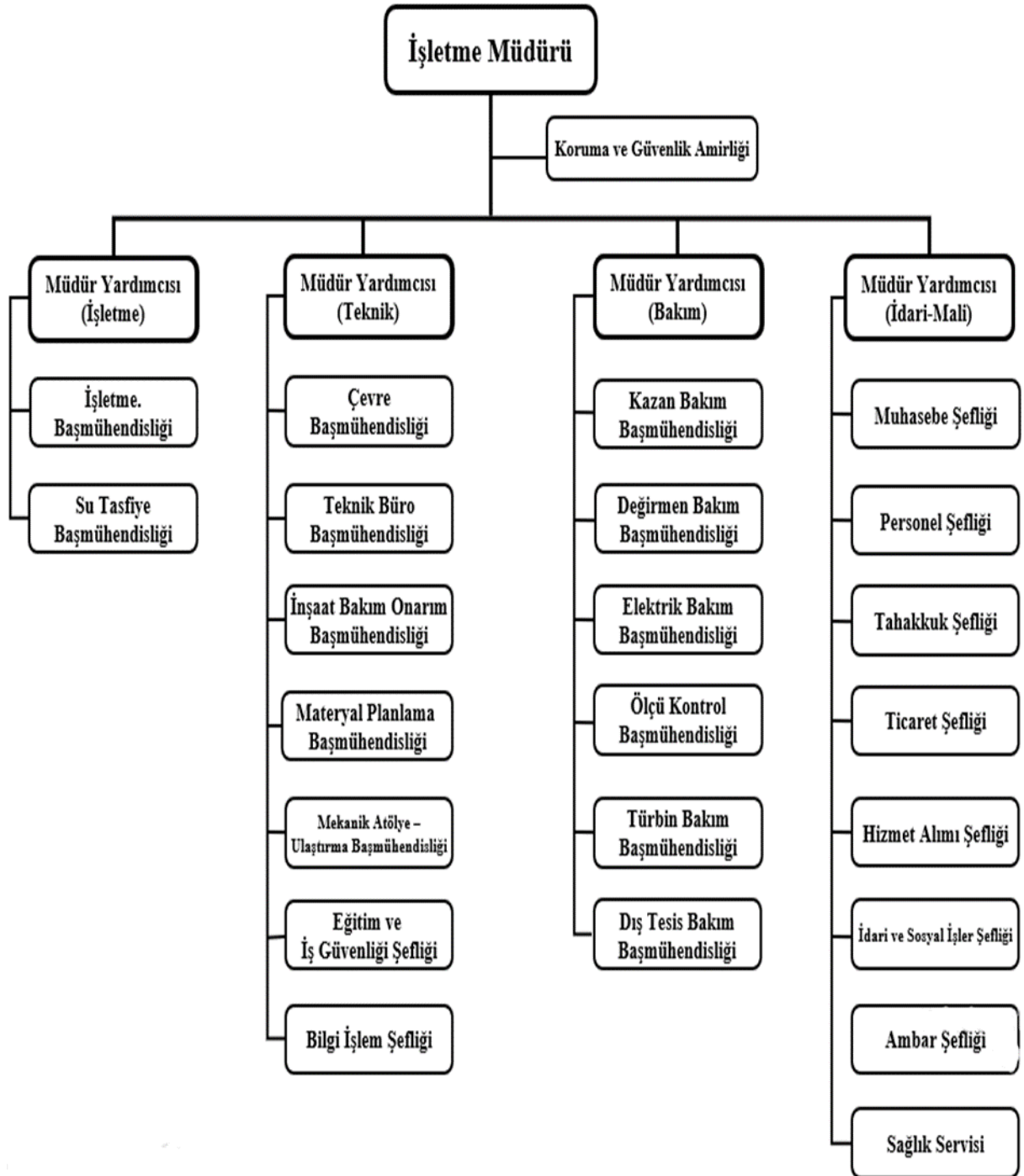
Dünyada enerji ihtiyacının büyük bir kısmının termik santrallerden karşılanması beraberinde birçok tehlike ve bunlara neden olan riskleri getirmektedir. Termik santraller inşa aşamasından üretim aşamasına kadar bünyesinde birçok tehlike barındırmaktadır. Santrallerin inşa aşamasında oluşan tehlikeler; yüksekte ve kapalı alanlarda çalışma, malzemeleri elle kaldırma ve taşıma, kimyasallar ile çalışma ve sahadaki temizlik ve düzen olarak sınıflandırılabilir. Üretim aşamasında ise en büyük tehlikeyi yangınlar oluşturmaktadır. Özellikle trafolarla oluşabilecek yangınlar santralin neredeyse tamamına yayılabileceğinden tehlike kaynaklarının ilk sırasında yer alabilir. Yine türbinde ve yakıt tankında oluşabilecek yangınlar, elektrik yangınları ve eğer santralde yakıt olarak kömür kullanılıyorsa; kömürün taşınmasında ve kömürün depolandığı kömür stok sahalarında oluşabilecek yangınlar kontrol altına alınması oldukça zor olan yangınlardır. Santralde diğer bir tehlike kaynağını ise patlamalar oluşturmaktadır. Bu patlamaları da; oluşabilecek arızalar sonucunda türbinde patlama, ark patlamaları, yine yakıt olarak kömür kullanılıyorsa kömür tozu patlamaları ve santralde yüksek basınçlarda çalışıldığı için basınç patlamaları oluşturmaktadır. Termik santrallerde tehlike kaynaklarından birini de santralde meydana gelebilecek büyük arızalar oluşturmaktadır. Bu arızalar; türbinin cebren soğutulması sırasında kırılması, serbest kalan türbinin fırlaması, yağlama sisteminde oluşabilecek arızalara bağlı olarak türbinde ve jeneratörde meydana gelen arızalardır. Santralde bir başka tehlike kaynağını da orada çalışanların ekipmanlara bağlı olarak çalışma ortamında meydana gelebilecek olumsuzluklar ve kazalar oluşturmaktadır. Bunlardan ilki kapalı alan olan kazanın içinde çalışmaktır. Ayrıca tanklarda çalışma, gaz tüpleri ve azotla çalışma, yine çalışılan ortamda meydana gelebilecek kontrol dışı buhar çıkışlarına maruz kalma, sıcak yüzeylere temas etme, ortamdaki kimyasallara maruz kalma ve elektrikli işlerle uğraşılması sonucu meydana gelebilecek kazalar tehlike kaynaklarındandır [10].

Yukarıda belirtilen tehlike kaynaklarına ek olarak; santralde çalışan kişilerin çalıştıkları ortamdaki ısı, gürültü, titreşim, gaz, toz ve sıvı salınımları, radyasyon, sıcaklık, nem aydınlatma ve kullanılan kimyasallara bağlı olarak oluşabilecek zehirlenmeler gibi etkenlere maruz kalmaları da tehlike kaynaklarını oluşturmaktadır [14]. Bu etkenler ve tehlike kaynakları sonucunda birçok meslek hastalığı ve iş kazası meydana gelebilmektedir.



2.7. Afşin-Elbistan B Termik Santrali

Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nin organizasyon şeması Şekil 2.4'de ve santral görüntüsü Şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 4: Afşin-Elbistan B Termik Santrali organizasyon şeması.



Şekil 2. 5: Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nin bir görünümü [15].

Afşin – Elbistan B Termik Santrali Türkiye' nin her geçen yıl artan enerji ihtiyacına destek sağlamak için kurulmuştur. Toplamda 4 üniteden oluşan bu santralin toplam kurulu gücü 1440 MWe' dir. 2006 yılında işletmeye alınan santral Türkiye'nin en büyük linyit termik santralidir. Bu santralin yıllık elektrik üretimi yaklaşık olarak 9360 GWh'tir [15]. Tablo 2.2'de termik santral hakkında bazı bilgilere yer verilmiştir.

Tablo 2.2: Afşin-Elbistan B Termik Santrali.

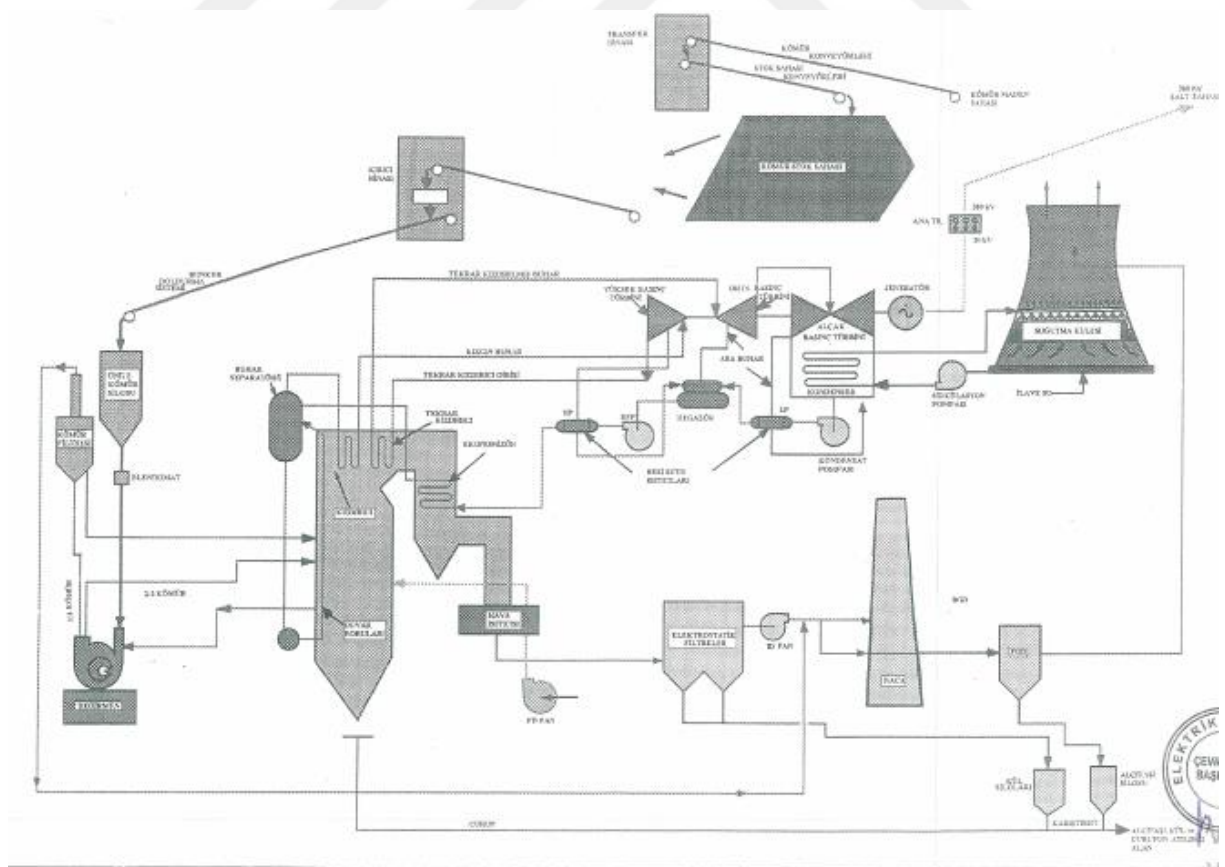
Bulunduğu Yer	Afşin/Kahramanmaraş
İşletmeye Alınma Tarihi	2006
İşletmeci Firma	EÜAŞ
Kurulu Güç	1440 MW
Ünite Adedi	4
Yıllık Üretim Kapasitesi	9360 GWh
Kullanılan Yakıt Türü	Linyit
Kömür Tüketimi	2250 g/kWh

2.7.1. Santralde kullanılan teknoloji

Santralde 4 tane toplam kapasitesi 1.000.000 ton olan kömür istifleme alanı bulunmaktadır. Stok sahasında kömürün harmanlanması ve depolanması için 2 adet istifleyici, ayrıca yüklenmesi için de 3 adet yükleyicisi bulunmaktadır.

Santrale gelen kömürün daha küçük parçalara ayrılması için kırıcı bina mevcuttur. Bu bina içinde, gelen kömürün depolanmasında kullanmak için 3000 ton kapasiteli kömür bunkeri mevcuttur. Kömür bu binada oldukça küçük parçalara ayrıldıktan sonra kazan yakıcılarına gönderilerek kullanılmaktadır.

Santralde kullanılan kazan Benson kule tipi kazandır. Yaklaşık 110 m yüksekliğinde olan bu kazan ana konstrüksiyona yukardan montajlı olarak asılı durmaktadır. Her kazan içerisinde ayrı ayrı 1 evaporatör, 2 ekonomizer, 4 kızdırıcı ve 2 tane de tekrar kızdırıcı paketleri mevcuttur. Bu paketler kazan içindeki yanma sonrası ortaya çıkan gazların ısısını kullanıp çevrim suyunun ısıtılmasına fayda sağlamaktadır. Benson kule tipi bu kazan 177 bar ve 538 °C sıcaklıkta en fazla 1037,4 ton/saat buhar üretme kapasitesine sahiptir. Termik santralin akım şeması Şekil 2.6’da gösterilmiştir.



Şekil 2. 6: Afşin-Elbistan B Termik Santrali akım şeması.

Santraldeki türbin MITSUBISHI marka türbindir. Bu türbin yüksek, orta basınç tek rotor ve alçak basınç rotor olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. Türbine kazandan gelen buhar 177 bar ve 538 °C sıcaklıkta girmekte ve burada basınç ve sıcaklığı düşen buhar tekrar kazana gönderilmektedir. Kazandaki kızdırıcılardan 40 bar ve 538 °C sıcaklıkta çıkan buhar türbinin orta basınç bölümüne gönderilerek burada tekrar genleşen buhar, türbinin alçak basınç bölümüne gönderilir. Buradan çıkan buhar ise kondensere gönderilir.

Santralde dolaylı temaslı tip yoğuşturucu (kondenser) kullanılmaktadır. Bu kondenser iki bölümden oluşmaktadır. Kondenserde alüminyum ve bakırdan yapılan tüpler kullanılmaktadır. Türbinden gelen buhar kondenser içerisinde soğutma suyu ile soğutulurak yoğuşturulduktan sonra tekrar çevrimde kullanılmaktadır.

Santralde kullanılan jeneratör MITSUBISHI markadır. 2 kutuplu, rotor dönüş hızı 3000 d/dk, stator gerilimi 20 kV ve çıkış gücü 362.7 MW' tır ve toplam çıkış gücü kapasitesi 403 MVA' dır. Jeneratörün soğutmasında ise hidrojen kullanılmaktadır.

Bu termik santralde kullanılan diğer bir teknoloji ise baca gazı arıtma sistemidir. Bu sistem çift akış temaslı ve ıslak karıştırıcı tiptir. 2 tane 150 m yüksekliğinde baca bulunmaktadır. Kükürt giderme (Desülfürizasyon) işlemi kireç taşı kullanılarak yapılmaktadır. Bu kireç taşı öğütülerek suyla karıştırılır ve bir kireç sütü elde edilir. Kazanda kömürün yanması ile ortaya çıkan kükürt dioksit ile kireç sütünün reaksiyona girmesi sonucunda ise atık olarak alçıtaşı elde edilir. Baca gazı arıtma sisteminin çalışması için bazı şartları vardır. Bu şartların bir tanesi bile sağlanmasa sistem kendini korumaya almakta ve devre dışı kalmaktadır. Bunun sonucunda da baca gazı doğrudan bacadan havaya gönderilir.

2.7.2. Santralde kullanılan linyit türü ve özellikleri

Santralde yakıt olarak Afşin-Elbistan havzasında bulunan linyit kullanılmaktadır. Afşin – Elbistan linyit havzası 4.6 milyar ton ile Türkiye' nin toplam linyit rezervinin %35'ini oluşturmaktadır [16]. Bu havzada çıkarılan kömürden 2015 yılına kadar 405 milyon ton kömür Afşin-Elbistan A ve B termik santralleri tarafından yakılmıştır [17]. Türkiye'deki linyitlerin ısı değerleri 1000-4200 kcal /kg arasında değişirken, Afşin-Elbistan linyitlerinin ısı değeri ise 1000-1400 kcal/kg arasında değişmektedir. Benzer şekilde, Afşin-Elbistan linyitlerinin kül, kükürt ve uçucu madde içerikleri de Türkiye ve dünyadaki linyitlerin çok üzerindedir. Bundan dolayı, yakıt kalitesi dünya standartlarının altında olan bu tür bir kömürün Türkiye'nin en büyük termik santrallerinin bulunduğu Afşin-Elbistan Termik

Santrali A ve B’de kullanılmasının iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Afşin-Elbistan linyitlerine ait bazı özellikler Tablo 2.3’te verilmiştir.

Tablo 2.3: Afşin-Elbistan linyiti özellikleri [18].

Kısa Analizler	Bileşim (% , hkt)
Kül	19.76
Nem	26.60
Uçucu Madde	36.29
Sabit Karbon*	17.35
Elementel Analiz	Bileşim (% , kkt)
C	41.66
H	3.99
N	0.96
S	3.19
O*	50.20
Isıl değer (kcal/kg)	1000-1400

*: Farktan hesaplanmıştır, hkt: Havada kurutulmuş temel, kkt:Kuru külsüz temel

2.7.3. Afşin-Elbistan B Termik Santralinin çevre üzerindeki etkisi

Termik santrallerin genelinde olduğu gibi Afşin-Elbistan B Termik Santralinin de çevreye olumsuz etkileri vardır. Ancak bu etkileri en az seviyeye indirmek için birçok çalışma yapılmaktadır. Santraldeki emisyon değerleri yakıt olarak linyit kullanan diğer santrallerden daha yüksektir. Ancak, bu santralde baca gazı arıtma sistemi bulunmasından dolayı emisyonların %95’i bu arıtma sisteminde tutularak havaya verilmemektedir. Fakat santraldeki katı atıkların açık bir alan üzerinde biriktirilmesinden dolayı bu atıklar içerisinde bulunan küller; meydana gelen rüzgarlar sonucunda hem havaya hem de santral çevresindeki topraklara karışarak ciddi anlamda çevreye zarar vermektedir [13]. Santralde kül depolanması daha önce vahşi depolama şeklinde yapılırken şimdi düzenli depolama sahasına dönüştürmek için saha çalışmaları devam etmektedir. Santralde baca gazı arıtma sistemi ve elektro filtre kullanılmaktadır. Aynı zamanda evsel ve endüstriyel arıtma sistemleri de mevcuttur.

2.7.4. İş sağlığı ve güvenliği birimi

Termik santralde İSG biriminde üç kişi iş sağlığı ve güvenliği uzmanı olarak çalışmaktadır ve ayrıca tam zamanlı bir işyeri hekimi bulunmaktadır. İSG biriminde;

- Tüm bölümlerin risk analizi yapılmaktadır.
- Kimyasal maddelerin depolanması, taşınması ve kullanılması ile ilgili risk analizi yapılmaktadır.
- Patlayıcı ortamda patlamadan korunma dokümanları hesaplanmaktadır.
- Her ay iş güvenliği kurulu toplantısı yapılmaktadır.
- Yılda bir defa sağlık taraması yapılmaktadır.
- Yılda bir defa çalışanlara yapılan işe yönelik eğitim verilmektedir.
- Tehlikeler belirlenerek çalışanlara bildirilip buna göre önlem alınması sağlanmaktadır.

3. TERMİK SANTRALLERDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği

Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili daha önce çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak, 2012 yılında çıkarılan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu ile daha yoğun bir şekilde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği kavramının temel amacı çok yönlü araştırmalar ve çalışmalar yaparak, işçinin güvenliğini, üretimin güvenliğini ve de işletmenin güvenliğini sağlamaktır [19]. Bunları yaparken en önemli etken aslında insandır. Yani bir işletme, tesis kurulmadan önce iş sağlığı ve güvenliği açısından; çalışanlara ve işletmeye zarar verebilecek her türlü risk etmenlerini ve tehlike kaynaklarını tespit edip bunlara göre çalışmalar yaparsa oluşabilecek olayları en aza indirmiş olur. Bu çalışmaları yaparken fizik, biyoloji, tıp, psikoloji, ergonomi, sosyoloji kimya ve matematik gibi birçok bilim dalından yararlanılır.

İş sağlığı ve güvenliği çalışmaları az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli iş yerlerinde yapılmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği kanununa göre iş verenler; çalışanları iş yerinde var olan tehlikeler ve alınması gereken önlemler hakkında bilgilendirmeli, çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri almasını sağlamalıdır [20].

Ülkemizde son yıllarda her ne kadar iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalar yapılsa da, iş kazaları ve meslek hastalıkları önemli bir sorun olarak devam etmektedir. İş kazalarının oluş sebepleri ile ilgili bilgi ve verilere sahip olabilme imkanı meslek hastalıklarına göre daha kolay olduğu söylenebilir. Çalışma koşullarının meslek hastalığı üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi uzun bir süreci kapsadığından dolayı bu konu ile ilgili verilerin de elde edilmesi oldukça zordur.

Termik santraller çok tehlikeli sınıfta yer alan iş yeri olduğundan iş sağlığı ve güvenliği oldukça önem arz etmektedir. Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında işletmenin kurulum aşamasından üretim aşamasına kadar pek çok tehlike ve tehlikeye yol açan risk etmeni vardır.

3.1.1. Fiziksel risk etmeni

Çalışanların sağlığını ve güvenliğini aynı zamanda işyeri güvenliğini fiziksel olarak olumsuz yönde etkileyen parametrelere fiziksel risk etmenleri denir. Fiziksel risk etmenlerini çalışılan ortamdaki gürültü, nem, sıcaklık, aydınlatma, radyasyon, titreşim ve basınç oluşturmaktadır.

Çalışanların sağlığını önemli derecede etkileyen bu risk etmenlerinin her iş yeri için ayrı sınırları vardır. Termik santrallerde özellikle sıcak ortamda çalışma, basınç ve gürültüye maruz kalınması risk etmenleri arasında en çok etkileyen faktörlerdendir.

3.1.2. Kimyasal risk etmeni

İşyerinde kullanılan yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddeler ve kullanılan gazlar sonucu oluşturabilecek tüm olumsuzluklar kimyasal risk etmeni olarak adlandırılabilir. Kimyasal risk etmenlerini kullanılan kimyasal maddeler, yangın ve patlama tehlikeleri, tozlar olarak sıralanabilir. Bu risk etmenlerinin genel olarak hepsi termik santrallerde en çok tehlike barındıran parametrelerdir.

3.1.3. Biyolojik risk etmeni

Biyolojik risk etmenlerini virüsler, bakteriler, parazitler ve mantarlar oluşturmaktadır. Bu risk etmeni her ne kadar termik santrallerdeki risk etmenleri arasında çok önemli bir risk etmeni olmasa da santral çalışanlarının ortak kullandığı yemekhane, lavabo, banyo ve tuvaletlerde risk oluşturmaktadır.

3.1.4. Ergonomik risk etmeni

Ergonomi alanı iş ve insan arasındaki uyumu ele almaktadır. Bu nedenle işyerinde iş ve insan uyumsuzlukları sonucu oluşabilecek olumsuzluklar ergonomik risk etmenlerini oluşturmaktadır. Aslında her iş yeri için ergonomik risk etmenleri değişiklik göstermektedir. Ancak genel bir sıralama yapmak gerekirse çalışma ortamının sıcaklığı, ortamda bulunan nem miktarı, gürültü seviyesi, aydınlatma seviyesi olarak sıralanabilmektedir. Termik santrallerde ergonomik risk etmenleri de fiziksel risk etmenleri gibi özellikle sıcaklık ve gürültü tehlike bakımından en büyük paya sahiptir denilebilir.

Bir iş yerinde bu risk etmenlerini önlemeye yönelik çalışmalar yapılmadığı takdirde hem çalışanların sağlığı olumsuz yönde etkilenir ve iş kazası ve meslek hastalıklarına yol açabilir hem de iş yerinin verimi düşer. Yani aslında bu çalışmalar sadece çalışanları korumaya yönelik değil aynı zamanda işvereni de korumaya yöneliktir.

3.2. Termik Santrallerde Tehlikelerin Sınıflandırılması

Termik santrallerin çok geniş bir prosese sahip olmaları beraberinde birçok tehlikeyi de getirmektedir. Bu tehlikeleri belirlerken kullanılan yakıt türü en önemli parametredir. Yakıt

olarak kömür kullanan santraller, doğalgaz ve fuel-oil kullanan santrallere göre bünyesinde daha fazla tehlike barındırmaktadır.

3.2.1. Kömür depolama alanındaki tehlikeler

Santralde kömür stok sahalarının kontrolü büyük önem arz etmektedir. Bunun nedeni ise, santral için gerekli yakıtın çok büyük bir alanı kapsayarak depolanmasıdır. Bu alan için meydana gelebilecek en büyük tehlike kaynağının yangın olduğu söylenebilir. Oluşabilecek bir yangının kontrol altına alınması çok zordur [10]. Özellikle yaz aylarında sıcaklıkların da artması sonucunda bu alanda yangın ve patlama tehlikeleri meydana gelebilmektedir [21]. Depolama alanında karşılaşılabilecek diğer tehlikeler ise, alana kömürün taşınması sırasında meydana gelebilecek yaralanmalar, kömürün harmanlanması sırasında ortaya çıkan tozun solunması ve ortamda meydana gelen gürültüdür [22].

3.2.2. Kömür taşıma bandındaki tehlikeler

Kömür taşıma bantları, kömürün çıkarıldığı alan ile santral arasında kömürü taşımak için kurulmaktadır. Oldukça uzun mesafeleri kapsayan bu bantlarda oluşabilecek tehlikeler ise şu şekilde sınıflandırılabilir; bantların hasar görmesi, bu hasarlar sonucu oluşabilecek yaralanmalar, taşınma sırasında meydana gelen toz, makine arızaları ve gürültülü ortamda çalışma [22]. Şekil 3.1’ de bir termik santralde yer alan kömür taşıma bandına ait bir görsele yer verilmiştir.



Şekil 3. 1: Kömür taşıma bandı [23].

3.2.3. Kazan bölümündeki tehlikeler

Santralde bünyesinde en çok tehlike barındıran bölümlerden bir tanesi de kazan bölümüdür. Yine bu bölüm içerisinde de yangın riski mevcuttur. Ayrıca kazan içerisindeki basınç ve sıcaklık değişimleri, kazanda oluşabilecek çatlaklar sonucunda meydana gelen kaçaklar ve kullanılan yakıtın ateşlenmesi esnasında oluşabilecek tehlikeler ise kazan bölümündeki diğer tehlikeleri oluşturmaktadır [21]. Aynı zamanda kazan da belirli periyotlarla yapılan bakımlar esnasında çalışan kişilerin hem kapalı alanda çalışmakta olması hem de bakım yapıldığı sırada gerekli önlemlerin tam olarak alınmadan çalışmaların başlatılması önemli tehlike kaynaklarına neden olabilmektedir.

3.2.4. Jeneratör ve türbindeki tehlikeler

Bu bölümdeki tehlikeleri sıralamamız gerektiğinde yine ilk sırada yangın yer alabilir. Soğutma sisteminde oluşabilecek arıza sonucunda türbinde patlama veya yangın meydana gelebilir. Jeneratörde ise gerekli bakımların ve kontrollerin yapılmaması sonucunda hasar meydana gelebilir. Bu bölümlerde çalışan kişilerin yüksek ısı, gürültü ve titreşime maruz kalmaları da tehlikeler arasındadır [21]. Aynı zamanda elektrik çarpması ve ortamdaki zararlı gazların solunması sonucunda meydana gelebilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarına sebep olabilecek durumlar önemli tehlike kaynakları olarak değerlendirilebilir [22]. Şekil 3.2 ve 3.3 'te termik santrallerde bulunan türbin ve jeneratörler gösterilmiştir.



Şekil 3. 2: Termik santralde türbin [24].



Şekil 3. 3: Jeneratör [25].

3.2.5. Şalt sahasındaki tehlikeler

Saha içerisindeki trafoda meydana gelebilecek yangınlar, bakım ve onarım esnasında; elektrik çarpması ve yüksekte çalışma sonucu oluşabilecek yaralanmalar bu bölümdeki tehlike kaynaklarını oluşturmaktadır. Şekil 3.4'te şalt sahasına ait bir görüntü gösterilmiştir.



Şekil 3. 4: Şalt sahası [26].

3.2.6. Santralin genelinde oluşabilecek diğer tehlikeler

Bu bölümde santralin sadece özel bir bölümü değil de her alanında oluşabilecek tehlikelerden bahsedilmektedir. Santralde çalışılırken, insan gücü kullanarak ağır yüklerin kaldırılması, yüksekte çalışmak, basınçlı kaplar ile çalışmak, kimyasallarla çalışmak, ortamdaki toza maruz kalmak, kapalı alanlarda çalışmak, aşırı nem ve sıcak ortam koşullarında çalışmak, çok gürültülü alanlarda çalışmak, titreşime maruz kalmak, aydınlatma koşullarının tam sağlanmaması, elektrikli aletlerle çalışmak ve çalışılan ortamlarda ergonomik etmenlere gerekli önemin verilmemiş olması ile birçok tehlike meydana gelebilmektedir. Bu tehlike kaynakları da çok sayıda iş kazası ve meslek hastalıklarına yol açmaktadır.

3.3. Termik Santrallerde İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları

İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 3. Maddesine göre ;

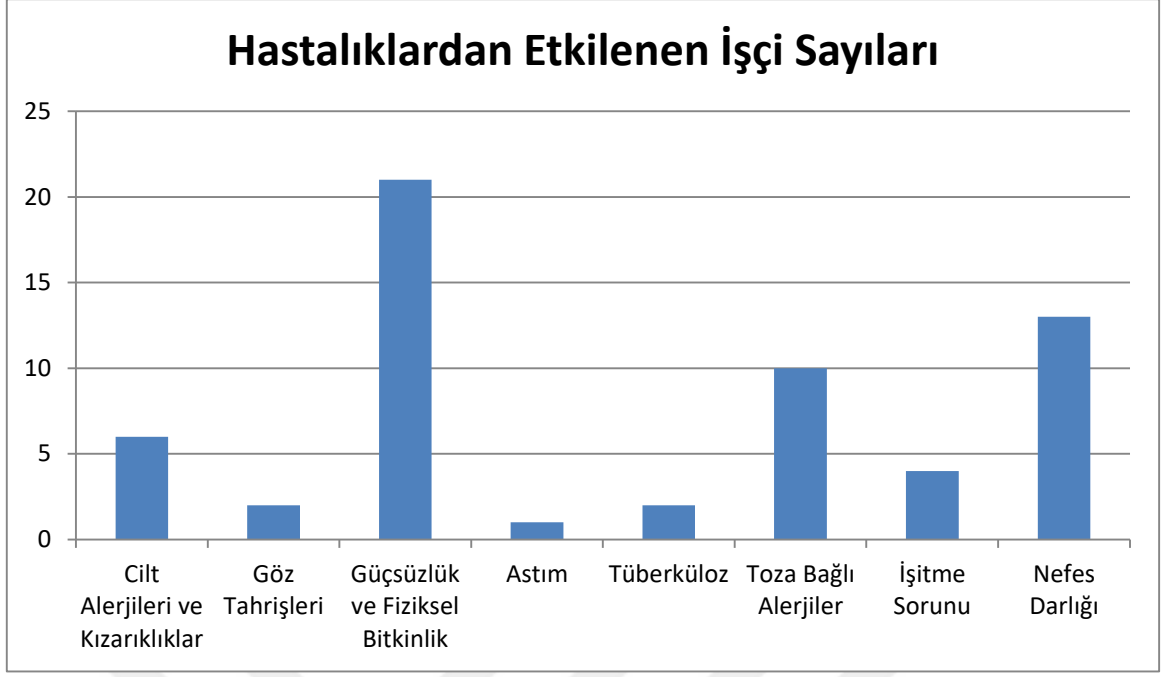
İş kazası: İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hale getiren olayı,

Meslek Hastalığı: Mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalığı ifade eder [20].

Termik santraller hem bünyesinde çalışan kişilerde hem de çevresinde yaşayan kişilerde birçok hastalığa sebep olmaktadır. Santrallerin sebep olduğu kirliliklere uzun süre maruz kalınması solunum yolu hastalıklarına ve kalp damar hastalıkları riskini arttırmaktadır. Santralde meslek hastalığı olarak nitelendirebilecek hastalıklar [27];

- Astım,
- KOAH,
- Kronik Bronşit,
- Pnömokonyoz,
- Amfizem,
- Cilt Hastalıkları,
- Kalp Hastalıkları,
- Kanseri olarak sıralamak mümkündür.

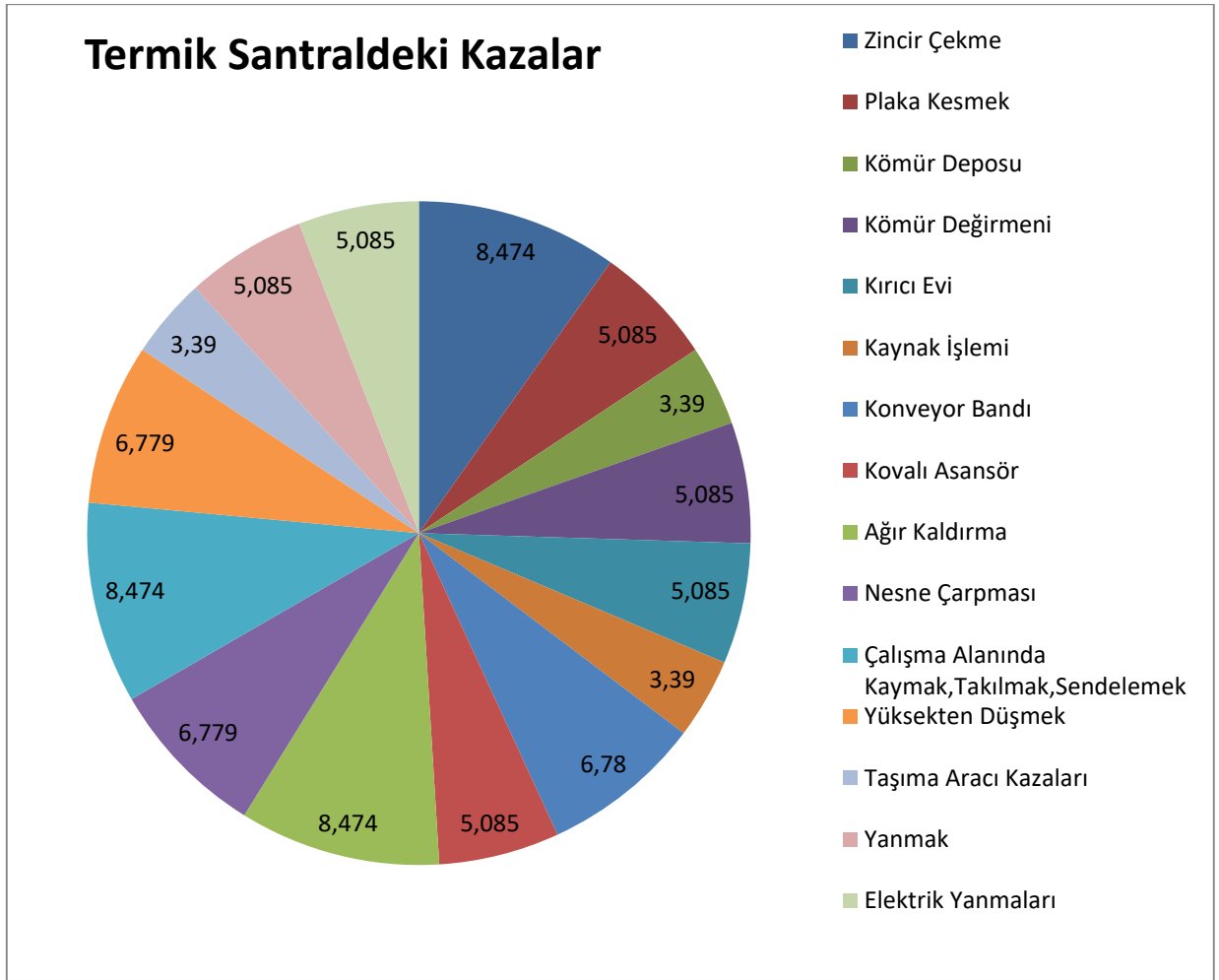
Kumar ve diğ. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, termik santrallerde çalışan farklı yaş grubundan kişiler ile görüşülmüş ve çalışanlarda hangi hastalıkların görüldüğü belirlenmiştir. Bu çalışmada 100 kişi ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 3.5'de gösterilmiştir [28].



Şekil 3. 5: Hastalıklar ve etkilenen işçi sayısı.

Şekil 3.5’de görüleceği üzere, görüşme yapılan çalışanların yarısından fazlasında meslek hastalığı olduğu görülmektedir. Çalışanların yaş aralıkları ve bu iş yerinde çalıştıkları süre hastalıkların tespit edilmesinde oldukça önemlidir. Daha uzun vadede sağlık taramaları yapılması gerekmektedir. Meslek hastalıklarının tespit edilmesinde geriye dönük sağlık kontrollerinin de incelenmesi büyük önem arz etmektedir.

Termik santraller çok tehlikeli iş yerleri olduğundan dolayı, gerekli önlemler alınmadığı takdirde çok büyük iş kazaları meydana gelebilmektedir. Termik santraller genellikle sistem üzerinden kontrol edildiği ve sürekli izlenildiği için makine arızalarından ya da sistem sorunlarından oluşabilecek iş kazaları oldukça düşüktür. Özellikle, düzenli olarak kontrol edilip, bakımları yapıldığında beklenmedik bir durum oluşmadığı sürece kazaya sebebiyet verecek risk oldukça azdır. Santralde risk analizi yapılarak kazalara sebep olabilecek olayların, tehlikelerin belirlenerek; alınması gereken önlemlerin her bir bölümdeki çalışanlara bildirilmesi risk seviyesini en aza indirmektedir. Ancak yapılan bu çalışmalara rağmen, bakım yapılırken iş kazası sayısı artmaktadır. Çünkü, çalışanların çalışma talimatlarına uymaması, önlem almaması, KKD kullanmaması ve bana bir şey olmaz düşüncesi sonucunda kazalar meydana gelebilmektedir.



Şekil 3. 6: Termik santrallerde meydana gelen kazaların gösterimi [28].

Termik santrallerde meydana gelen iş kazalarının meydana gelme oranları Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Şekil 3.6'da görüldüğü üzere, ağır kaldırma, çalışma alanında kaymak veya bir şeye takılmalar sonucu yaralanmaların en fazla kaza sebebi olduğu görülmektedir. Daha sonra bu kazaları; yüksekten düşmek, bir nesne çarpması ve konveyör bandında meydana gelen yaralanmalar takip etmektedir. Kaynak işlemi esnasında oluşabilecek yaralanmalar, santral içinde sıcak yüzeylerle temas halinde meydana gelen yanıklar ve elektrik yanıklarının ise daha az görülen iş kazaları olduğu tabloda gösterilmiştir. Şekil 3.6 incelendiğinde, yukarıda da bahsedildiği gibi meydana gelen kazaların sebeplerine bakıldığında bu kazaların çalışanların gerekli önlemi almayıp dikkat etmediği görülmektedir. Eğer, çalışanlar tedbir alıp KKD kullanmış olsalardı bu kazalar daha düşük yüzdelere sahip olacaktı.

Tablo 3.1: 2011 yılında EÜAŞ' a bağlı termik santrallerde meydana gelen kazaların nedenleri [29].

Kaza Nedenleri	Kaza Sayısı	Kaza Yüzdesi (%)
Kişisel Hatalar ve Yetersizlikler (Dikkatsizlik, tedbirsizlik vb.)	37	69,8
Ergonomik Uygunsuzluk	1	1,9
Güvenlik Teçhizatı Kullanmamak	4	7,5
Bilgi Eksikliği	1	1,9
İş Yerinde Tertip Düzen Bozukluğu	0	0
İletişim, Haberleşme Yetersizliği	3	5,7
İmalat ve Malzeme Hataları	1	1,9
Trafik Kurallarının İhlali	0	0
Diğer Nedenler	6	11,3
TOPLAM	53	100

Tablo 3.2: 2011 yılında EÜAŞ' a bağlı termik santrallerde meydana gelen kazaların işin niteliğine göre dağılımı [29].

Kazanın Niteliği	Kaza Sayısı	Kaza Yüzdesi (%)
Düşme	12	22,6
Düşen Cismin Çarpması	3	5,7
Yüksek Gerilim	0	0
Alçak -Orta Gerilim	0	0
Darbeleri İşler	0	0
Mekanik İşler	14	26,4
Kimyasal Maddeler	2	3,8
Zehirlenme	0	0
Yangın	0	0
Boğulma	0	0
Sıkışma	1	1,9
Cisim Sıçraması	2	3,8
Trafik Kazası	4	7,5
Diğer	15	28,3
TOPLAM	53	100

Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 incelendiğinde, sadece 2011 yılında Türkiye’ de EÜAŞ’ a bağlı termik santrallerde 53 iş kazasının meydana geldiği görülmektedir. Kaza nedenlerine bakıldığında bu kazaların yaklaşık % 70’ inin kişisel hatalardan kaynakladığı görülmektedir. Bu da aslında ne kadar iş güvenliği eğitimleri verilse de çalışanların gerekli önemi verip tedbir almadığını göstermektedir. Kazanın oluş şekilleri incelendiğinde, düşme ve mekanik işler büyük bir orana sahiptir. Trafik kazası, kimyasal maddeler, cisim sıçramaları ve çarpmaları da her ne kadar az bir orana sahip olarak görünse de dikkate değer riskler arasında yer almaktadır.



4. RİSK DEĞERLENDİRMESİ VE RİSK ANALİZ YÖNTEMLERİ

4.1. Risk Değerlendirmesi Kavramı

20.06.2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğine göre;

Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini,

Risk değerlendirme: İş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirmesi ve kontrol tedbirlerinin karşılaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları,

Kabul edilebilir risk seviyesi: Yasal yükümlülöklere ve iş yerinin önleme politikasına uygun, kayıp veya yaralanma oluşturmıyacak risk seviyesini,

Tehlike: İş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya iş yerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini, ifade eder [30].

Bir iş yerinde risk analizi yapılmasının sebebi; meslek hastalıkları ve iş kazalarına neden olan veya olabilecek faktörlerin belirlenerek meydana gelebilecek her türlü olumsuzluklara karşı bir güvenlik sistemi oluşmasının sağlanmasıdır [31].

Risk analizinin yapılması belirli bir süreç gerektirmektedir. Şekil 4.1' de bu sürecin nasıl ilerlemesi gerektiği gösterilmektedir [31].



Şekil 4. 1: Risk değerlendirme süreci.

1.Risk analizi yapılırken ilk önce iş yerinde çalışanların zarar görebileceği tüm tehlikeler belirlenmelidir. Bunu yaparken hem daha önce iş yerinde meydana gelen kazalar ve meslek hastalıkları incelenmeli hem de çalışanların görüşleri alınarak daha ayrıntılı bir şekilde tehlike kaynakları belirlenmelidir.

2.Bu kısımda tehlikelerin, çalışanlara nasıl zarar verebileceği ve ne tür hasarlara yol açabileceği belirlenir.

3.Bu bölümde 1.bölümde belirlenen tehlikelerin, olası bir kaza anında çalışanın, işin ve iş yerinin ne derece hasar alabileceği belirlenir ve ne tür önlemler alınması gerektiği belirtilir.

4.Bu bölümde daha önce risklerin derecelendirilmesi ile alınması gereken önlemlerin belirlenmesi sonucu, risklerin ortadan kaldırılması ya da ortadan kaldırılamıyor ise kabul edilebilir risk seviyesine getirilmesi amaçlanmaktadır.

5. Risk analizinin son aşaması olan bu bölümde alınan önlemlerin denetlenmesi, izlenmesi ve ortaya çıkabilecek herhangi bir riskten sonra gözden geçirilmesi gerekmektedir.

4.2. Risk Analiz Yöntemleri

Risk analizi yapılırken, kullanılan iki ana yöntem vardır bunlardan biri sayısal değerler yerine tanımlayıcı değerler kullanan kalitatif risk analizi, diğeri ise sayısal değerler kullanan

kantitatif risk analiz yöntemleridir. Bu risk analiz yöntemlerinden en yaygın kullanılanları aşağıda verilmiştir.

- Risk Haritası
- Tehlike ve İşletilebilme Çalışma Metodolojisi (HAZOP)
- Olursa Ne Olur? (What If)
- Ön Tehlike Analizi (PHA)
- İş Güvenlik Analizi (JSA)
- Birincil Risk Analizi (PRA)
- Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi (FMEA)
- Hata Ağacı Analizi Metodolojisi (FTA)
- Olay Ağacı Analizi (ETA)
- Neden-Sonuç Analizi
- Risk Değerlendirme Karar Matrisi - L Tipi Matris / Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı
- Fine-Kinney Risk Analizi

4.2.1. Risk haritası

Risk haritası yöntemi kullanılırken, makro ve mikro ayrıştırma algoritmaları hazırlanmalıdır. Bunun sebebi ise işletmelerde her alanda tehlikelerin yüzdelerinin farklı olmasıdır. Risk haritası kullanacak olan işletmelerin öncelikle bölümlerinin tehlike derecelerine göre ayrılması gerekmektedir. Mikro ayrıştırma algoritması hazırlanırken, işletmenin tüm verilerini içeren bilgi bankaları kullanılmaktadır. Bu bilgi bankaları ile algoritmalar oluşturulmaktadır [32].

4.2.2. Tehlike ve işletilebilme çalışma metodolojisi (HAZOP)

İlk kez 1960'lı yıllarda kimyasal madde üreten yerlerin tasarlanması aşamasında kullanılmıştır. Bu yöntem kurulumu tamamlanmış işletmelerde ve kimyasal madde üreten fabrikaların ve benzeri işletmelerin tasarımı aşamasında da kullanılmaktadır [33]. Kalitatif risk analiz yöntemlerinden biri olan bu yöntem bir ekip tarafından; kaza sebeplerinin belirlenip analiz edilmesi ve ortadan kaldırılması için yapılan bir çalışmadır. Bu çalışmada anahtar kelimeler (hiç, az, fazla, kısmen vb.) ve kılavuz kelimeler (basınç, sıcaklık, yoğunluk, akış vb.) kullanılarak tehlikeli sapma belirlenir. Daha sonra belirlenen bu tehlikeli sapma için neden ve sonuç araştırmaları yapılmaktadır. Tehlikeli sapmaların oluşmaması için alınması gereken önlemler belirlenmeli ve bu önlemler sonucunda geriye kalan riskin

kabul edilebilir olup olmadığına bakılmalıdır. Eğer bu risk hala kabul edilemez seviyede ise ek önlemler alınmalıdır [32].

4.2.3. Olursa ne olur? (What If?)

Kalitatif risk analiz yöntemleri arasında yer almaktadır. Bu yöntemle potansiyel tehlikelerin tespit edilmesi oldukça yüksektir. Bu risk analizi uygulanırken ilk olarak “Olursa Ne Olur?” sorusu sorulur ve soruların cevaplarına göre tehlike kaynaklarının belirlenmesi ile devam eder. Bu yöntem Tablo 4.1 kullanılarak uygulanmaktadır. Tesis de ki risklerin belirlenmesinde tek başına etkili bir yöntem değildir. Bu yöntem tek bir analist tarafından yapılabilir [32].

Tablo 4.1: Olursa ne olur yönteminde kullanılan tablo.

Soru	Sonuç	Tavsiye	Sorumlu Personel	Alınan Eylemin Zamanı
1)..... olursa ne olur?				
2)..... olursa ne olur?				
3)..... olursa ne olur?				
4)..... olursa ne olur?				

4.2.4. Ön tehlike analizi (PHA)

Ön tehlike analizi kalitatif yöntemler arasında yer almaktadır. Bir işletmenin son tasarım aşamasında oldukça hızlı bir şekilde hazırlanabilen bir risk analiz yöntemidir. Bu yöntemde önce olası tehlikeler tanımlanır. Daha sonra bu tehlikelerin her biri için önleyici tedbirler belirlenir. Bu analiz yöntemi sonucunda işletmede bir tehlikenin hangi sıklıkla meydana geldiği tespit edilir ve işletme için hangi analiz yönteminin kullanılmasının doğru olduğu belirlenir. Daha detaylı analiz yöntemlerine zemin hazırlamak için de kullanılmaktadır. Ön tehlike analizi tek başına kullanılabilecek yeterli bir analiz yöntemi değildir [32].

4.2.5. İş güvenlik analizi (JSA)

Kalitatif risk analiz yöntemlerinden bir tanesidir. Bu analiz yöntemi bir ekip çalışması gerektirmektedir. İş ve görev tanımlarının çok iyi bir şekilde yapıldığı iş yerlerinde bu yöntemi kullanmak mümkündür [32].

4.2.6. Birincil risk analizi (PRA)

Bir işi yerine getirirken meydana gelebilecek kazaları belirlemek için kullanılan sistematik bir yöntemdir. Meydana gelebilecek her türlü potansiyel risk için ayrı ayrı önlemler belirlenmektedir. Bu risk analizi yapılırken bazı sorular sorularak bu soruların cevaplarına göre bir yol izlenmektedir. İş yapılırken hangi potansiyel kazaların meydana gelebileceği belirlenir. Sonra bu kazaların oluşmasının en önemli sebebi ortaya çıkarılır. Yani bu kazaların çalışanların hataları, sistem kaynaklı sorunlar ya da yönetimden kaynaklanan hatalardan dolayı mı meydana geldiği araştırılır. En son adım ise bu kazaları önlemek veya en aza indirmek için hangi yöntemlerin kullanılacağı ya da nasıl bir yol izleneceği belirlenir [32].

4.2.7. Olası hata türleri ve etki analizi metodolojisi (FMEA)

FMEA kantitatif risk analiz yöntemleri arasında yer almaktadır. Yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Birçok sektörde uygulanmaktadır. Ancak özellikle kimya ve otomobil sanayisinde oldukça yaygındır. Bu analiz bir ekip tarafından uygulanmaktadır. Tek bir analist tarafından hazırlaması yeterli değildir [32]. Bu yöntem sistemin tamamına ya da bir bölümüne uygulanarak ekipmanlarda meydana gelebilecek arızaların, bölümler ve sistem üzerinde nasıl bir etki yaratacağı belirlenir [34]. Bu yöntem üç aşamada gerçekleştirilir. Önce proses tanımlanır. Daha sonra analiz yapılır ve en son sonuçlar belgelenir [35]. FMEA yönteminin dört farklı çeşidi vardır. Bunlar:

- a) Proses FMEA
- b) Sistem FMEA
- c) Tasarım FMEA
- d) Servis FMEA

4.2.8. Hata ağacı analizi (FTA)

Hata ağacı analizi hem kalitatif hem de kantitatif yöntemlerin kullanıldığı karma bir yöntemdir. Her sektörde uygulanabilen bu analiz bir takım çalışması gerektirmektedir. Hata ağacı yönteminde sistemden kaynaklanan hata ile sistemin diğer parçaları arasındaki ilişki gösterilmektedir. Bu analiz uygulanırken sistem ayrıntılı bir şekilde incelenir. İncelemelerden yola çıkılarak olumsuzluklar tespit edilir. Bu incelemeler sonucunda bir hata ağacı oluşturulur. Hata ağacındaki veriler değerlendirilir. FTA yönteminde sisteme tümden gelim mantığı ile bir yaklaşım uygulanarak analiz yapılmaktadır [32,35].

4.2.9. Olay ağacı analizi (ETA)

4.2.11.1. Çok değişkenli x tipi matris yöntemi

X Tipi Matris Yöntemi kantitatif risk analiz yöntemlerinden bir tanesidir. Bu analizin uygulanması için işletmeyle ilgili çok fazla dokümana ihtiyaç vardır. Tek bir analist tarafından analizin yapılması zor olduğundan ekip çalışması gerekmektedir. Risk değerlendirmesi yapılırken işletmede meydana gelen bir olay belirlenir, bu olayın 5 yıllık kaza geçmişı incelenerek bir yol izlenir. Ayrıca değerlendirme yapıldıktan sonra en son riskin ortadan kaldırılması için alınması gereken önlemlerin maliyeti ve riskin maliyeti hesaplanarak bir karşılaştırma yapılır [32].

4.2.11.2. L tipi matris risk analiz yöntemi

L Tipi (5x5) Matris diyagramı sebep sonuç ilişkisine bağlı olarak yapılan risk analiz yöntemidir. Tek bir kişı tarafından yapılması mümkün olan bu yöntemin diğer analiz yöntemlerine göre daha basit olduğu düşünölmektedir. Bu yöntemin başarısı analizi yapan kişinin o alandaki birikimine göre değişmektedir [32].

4.2.12. Fine-Kinney risk analizi

Fine- Kinney yönteminde analiz yapılırken riskler derecelendirilmekte ve daha sonra bu risk derecelerinin sonuçlarına göre bir yol izlenilmektedir. Bu sonuçlara göre hangi riskin öncelikli olduğu belirlenmekte ve kaynaklar o bölümde kullanılmaktadır. Analiz yapılırken iş yerinin daha önceki verileri de kullanılmaktadır. Verilerin kullanılması risk analiz yönteminin daha sağlıklı sonuçlar vermesini sağlamaktadır. Risk derecesi hesaplanırken; olasılık, şiddet ve frekans değerleri kullanılmaktadır [36].

$$\text{Risk Derecesi} = \text{Olasılık} * \text{Şiddet} * \text{Frekans}$$

5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1. Afşin –Elbistan B Termik Santralindeki Tehlike Kaynakları

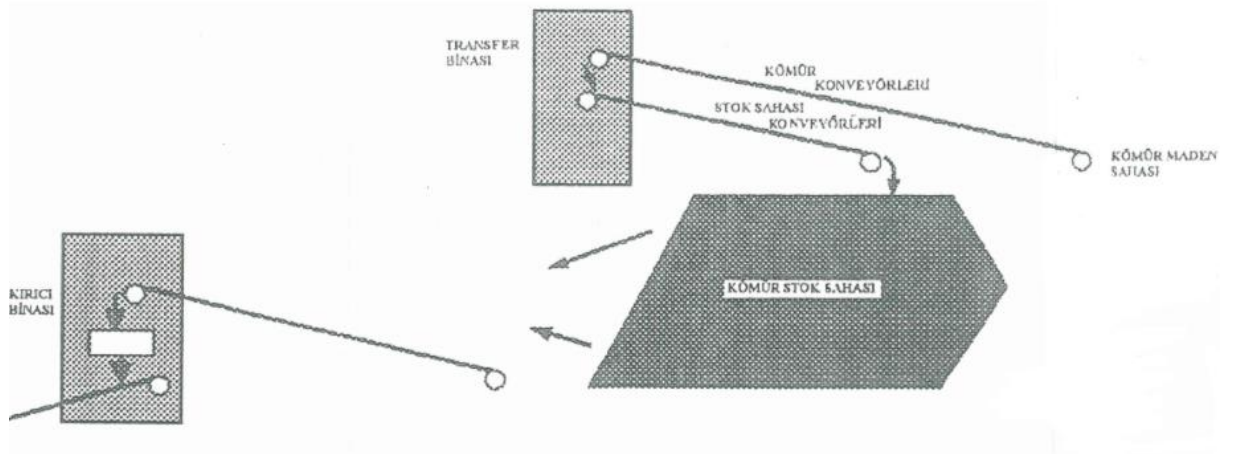
Tez çalışması kapsamında Türkiye'nin en büyük termik santrallerinden birisi olan Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nin iş sağlığı ve güvenliği açısından, kazan bölümünün risk analizi ve değerlendirmesi yapılmıştır. Risk analiz tekniği olarak L Tipi Matris Risk Analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz yönteminin seçilmesinin temel nedeni risk analizinin tek bir analist tarafından yapılabilmesinin daha kolay olmasından kaynaklanmaktadır.

Afşin –Elbistan B Termik Santraline yapılan ziyaretler ve oradaki görüşmeler sonucunda santraldeki tehlikeler belirlenmiş ve aşağıda listelenmiştir.

a) Kömür depolama alanındaki tehlikeler

- Yanma
- Ortamdaki tozun solunması
- Depolama alanına kömür taşınırken meydana gelebilecek yaralanmalar.

Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nde bulunan kömür depolama alanı Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5. 1: Kömür depolama alanının şematik gösterimi.

b) Kömür taşıma bandındaki tehlikeler



Şekil 5. 2: Kömür taşıma bantları [37].

Afşin-Elbistan B Termik Santrali'ndeki kömür taşıma bantları Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

- Acil durdurma şalterlerinin (switchler) çalışmaması
- Bant çalışırken rulo değişimi yapmak
- Herhangi bir döner aksama müdahale etmek
- Yangın.

c) Türbin ve jeneratörde tehlikeler



Şekil 5. 3: Türbin [38].

- Türbinin (Şekil 5.3) izolesi açık kısmına yağ gelmesi ve bu yağın metale denk geldiği anda yangın çıkması
- Bakımları yapılırken kapalı alanlarda çalışmak.

d) Şalt sahasındaki tehlikeler



Şekil 5. 4: Şalt sahası görünümü [39].

Şekil 5.4’ te bir şalt sahasına ait görüntüye yer verilmiştir.

- Elektrik çarpması
- Yangın
- Yüksekte çalışma

e) Kazandaki tehlikeler

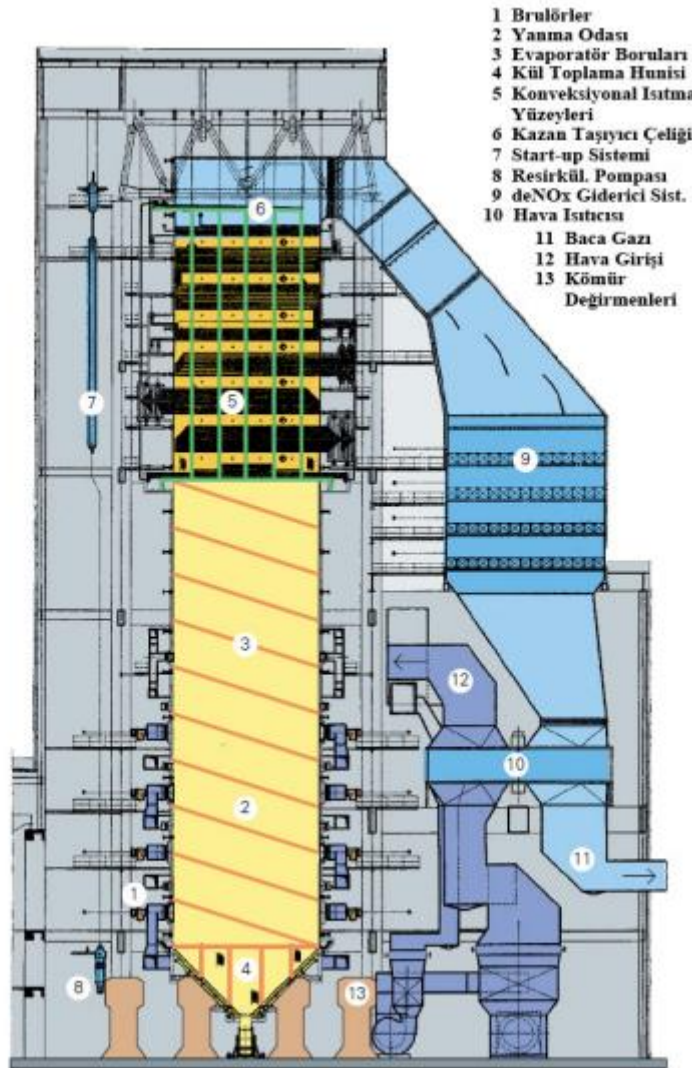
- Kömür tozu patlamaları
- Yardımcı yakıt olarak kullanılan fuel-oil in sıcak bir yüzeye temas etmesi yangın riski oluşması
- Özellikle bakım çalışmalarının yapılması esnasında çalışma talimatlarına uymamak
- Kapalı alanlarda çalışmak
- Yüksekte çalışmak
- Basınç ve sıcaklık değişimleri

Kazan

Afşin-Elbistan B Termik Santrali’nde Benson tipi kazan kullanılmaktadır. Benson tipi kazanlar tek geçişli boru sisteminden oluşmaktadır. Kazana bağlı olan kızdırıcı, ekonomizer ve buharlaştırıcı bölümleri seri olarak sıralanmaktadır. Benson tipi kazanlarda suyun aynı

boru içerisinde birçok işlemten geçmesinden dolayı yani, aynı boru içinde ısıtılması, kızdırılması, buharlaştırılması mümkün olmasından dolayı bu tip kazanlarda yüksek basınçlara kadar buhar üretimi yapılabilmektedir. Şekil 5.5'te bir termik santralindeki Benson tipi kazana ait bir görüntü gösterilmiştir.

Santraldeki kazan yaklaşık 110 metre yüksekliğindedir. Kazan ana yapıya yukardan asılı bir şekilde durmaktadır. Kazan içerisinde 1 evaporatör, 2 ekonomizer, 4 kızdırıcı ve 2 tanede tekrar kızdırıcı paketi bulunmaktadır. Bu paketlerin amacı, kazan içerisindeki ısıyı kullanarak çevrim suyunun da ısıtılmasını sağlamaktır.



Şekil 5. 5: Termik santraldeki kazan görünümü [40].

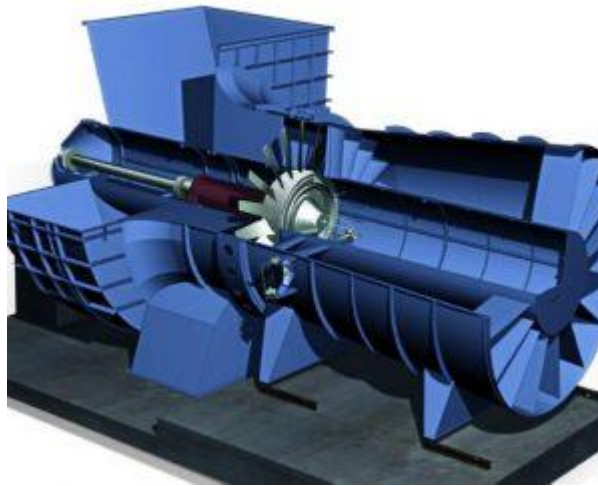
Cebri Çekme (ID) Fanı



Şekil 5. 6: Bir termik santraldeki ID fanı [41].

- Şekil 5.6’ da görüntüsü verilen cebri çekme fanları kızdırıcı ve ekonomizer gibi bölümlerden çıkan gazları emmektedirler.
- Bu fanlar genellikle bacanın tabanına yerleştirilmektedir.
- Düşük yoğunluklu sıcak hava almaları gerekmektedir. Bu nedenle daha büyük hacimlerde havayı işlemektedirler. Bu da bakım ve işletme maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.

Taze Hava (FD) Fanı



Şekil 5. 7: Bir termik santraldeki FD fanı [42].

- Şekil 5.7’de de gösterilen FD fanlar kazanın hava girişinde bulunmaktadır.
- Atmosferdeki hava emilmekte ve soğuk hava işlenmektedir.
- Soğuk havanın yoğunluğunun yüksek olmasından dolayı işletme maliyeti düşüktür.
- Daha az güç tüketirler.

Brüden Fanı

Santralde kullanılan kömürün nem oranını düşürmek için kurulan sisteme Brüden Sistemi denir. Bu sistem içerisinde bulunan fan ise Brüden fanı olarak adlandırılmaktadır.

Yukarıda belirtilen tehlike kaynaklarından kazan bölümündeki tehlike kaynağının diğer tehlike kaynaklarına göre daha önemli olduğu ileri sürülebilir. Özellikle, kazan bölümünün kompleks bir mekaniksel donanıma sahip olması tehlike kaynağı açısından daha önemli yapmaktadır. Bundan dolayı, bu tez çalışması kapsamında kazan bünyesinde bulunan fanların bakım çalışmalarının ve kazan bölümünün risk değerlendirmesi yapılmıştır.

5.2. Risk Analizi

Bu çalışmada risk analiz yöntemi olarak L Tipi (5x5) Matris diyagramı seçilmiştir. L Tipi (5x5) Matris diyagramı sebep sonuç ilişkisine bağlı olarak yapılan risk analiz yöntemidir. Tek bir kişi tarafından yapılması mümkün olan bu yöntemin diğer analiz yöntemlerine göre daha basit olduğu düşünülmektedir. Bu yöntemin başarısı analizi yapan kişinin o alandaki birikimine göre değişmektedir [32].

L Tipi Matris yöntemi ile risk hesaplanırken, bir olayın meydana gelme olasılığı ve olayın şiddeti riskin derecesini belirlemektedir.

$$\text{Risk} = \text{Olasılık} * \text{Şiddet}$$

Risk analizi yapılırken bir olayın gerçekleşme olasılığını belirlemek için Tablo 5.1 kullanılmaktadır.

Tablo 5.1: Olasılık tablosu.

KAZA MEYDANA GELME OLASILIĞI		
DEĞERLER		OLAYIN ORTAYA ÇIKMA SIKLIĞI
1	Çok Küçük	Hemen hemen hiç
2	Küçük	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
3	Orta	Az (yılda birkaç kez)
4	Yüksek	Sıklıkla (ayda bir)
5	Çok Yüksek	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

L Tipi Matris Yöntemi uygulanırken bir olayın meydana gelme olasılığı ve şiddeti çarpılarak risk derecesi belirlenmektedir. Olayın şiddetini belirlemek için ise Tablo 5.2 kullanılmaktadır. Daha sonra Tablo 5.3’de yer alan risk derecelendirme matrisinde bu risklerin seviyesine bakılmaktadır. Riskin derecesi kabul edilebilir seviyede ise herhangi bir ek önlem almaya gerek kalmadan mevcut olan kontroller izlenmeli ve denetlenmelidir. Risk derecesi orta seviyede ise bu riskler dikkate değer riskler olduğundan derecesinin düşürülmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Kabul edilemez risk seviyesinde ise hemen iş durdurulmalı ve kabul edilebilir seviyeye indirilene kadar başlatılmamalıdır. Gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler alındıktan sonra hala risk devam ediyorsa o çalışma faaliyeti gerçekleştirilmemelidir.

Tablo 5.2: Olayın şiddeti.

ŞİDDET(ETKİ)		
SONUÇ		DERECELENDİRME
1	Çok hafif	İş saati kaybı yok, hemen giderilebilen, ilk yardım gerektiren
2	Hafif	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan, ayakta tedavi edilebilen
3	Orta	Hafif yaralanma, yatarak tedavi/yaralanma
4	Ciddi	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
5	Çok ciddi	Ölüm, sürekli iş göremezlik

Tablo 5.3: L tipi matris yönteminde risk derecelendirmesi.

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



Kabul Edilebilir Riskler



Orta Seviye Risk



Kabul Edilemez Risk

Bu tez çalışması kapsamında yapılan risk analizinde kullanılan olasılık ve şiddet değerleri termik santrale yapılan yerinde incelemeler ve çalışanlarla yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

6.1. Cebri Çekme Fanı Bakımı Risk Değerlendirmesi

Cebri çekme fanı bakımı risk değerlendirmesinde elde edilen sonuçlara göre, yüksekte çalışma, çalışma yapılırken yüksekte malzeme düşmesi, sıcak gaza maruz kalma ve çalışma yapılacak olan alandaki enerjinin kesilmemesi yaralanma ve ölüm gibi sonuçlara sebebiyet vereceğinden dolayı kabul edilemez risk kategorisinde yer almaktadır (Tablo 6.1). Özellikle, kabul edilemez risk seviyelerinde yer alan çalışmalarda risk seviyesi kabul edilebilir risk seviyesine düşünceye kadar çalışma başlatılmamalıdır. Tablo 6.1'den görüleceği üzere, diğer riskler incelenecek olursa, ağır parçaların kaldırılması ve taşınması sırasında oluşabilecek riskler, gürültü, yetersiz aydınlatma ve kaygan zemin gibi riskler ise orta seviye risk kategorisinde yer almaktadır. Orta seviye risklerde iş durdurulmaz ancak Tablo 6.1'den de görüleceği üzere, alınması gereken önlemler yerine getirilerek risk seviyesinin düşürülmesi sağlanır.

Cebri çekme fanındaki risk değerlendirmesi ile ilgili olarak aşağıda verilen durumlar genel değerlendirme hakkında daha açıklayıcı bilgi verecektir.

Yer çekimi bir tehlikedir ve bu tehlike yüksekte malzeme düşmesi gibi bir risk oluşturmaktadır. Bahsedilen bu risk yaralanma, ölüm gibi istenmeyen şekilde sonuçlanabilir. Kabul edilemez risk seviyesindeki bu tehlikeyi kabul edilebilir risk seviyesine düşürmek için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler ise; çalışma esnasında bakım talimatlarına göre çalışılmalı, diğer bölümler ile iletişim halinde olunmalı ve en önemlisi KKD' ler kullanılmalı şeklinde sıralanabilir.

Gürültülü ortamlarda çalışmak işitme kaybı ve meslek hastalığı gibi risklerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu risk yine işitme kaybı ve meslek hastalığı ile sonuçlanmaktadır. Orta seviye risk grubunda yer alan bu tehlike gerekli önlemlerin alınmasıyla birlikte kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmelidir. Alınması gereken en önemli önlem ise çalışma ortamında oluşacak gürültüye karşı uygun KKD'nin kullanılmasıdır.

Caraskal kopmasıyla birlikte kopan caraskalın bir yere çarpması risk oluşturur. Bu risk yaralanma ve ölümle sonuçlanabilir. Kabul edilemez seviyedeki bu risk düşürülmelidir. Bunun için, çalışmaya başlamadan önce vinç halatı ve kaldırma işlemi için kullanılan ekipmanlar kontrol edilerek önlem alınmalıdır.

Çalışma ortamında kaygan zeminin bulunması bir tehlikedir. Bu tehlike düşme riskini oluşturmaktadır. Düşme ise yaralanma gibi istenmeyen olumsuz durumlarla sonuçlanmaktadır. Orta seviye risk grubunda yer alan tehlike kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmelidir. Çalışmaya başlamadan önce zemin yağ ve külden arındırılırsa, gerekli önlemler alınarak risk seviyesi kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmüş olacaktır.

Basınçlı yağa maruz kalma tehlikesi yaralanma riskini oluşturmaktadır. Bunun sonucunda ise ciddi yaralanmalar meydana gelmektedir. Orta seviye risk grubunda yer alan bu tehlikenin risk seviyesi düşürülmelidir. Alınması gereken önlemler; bakım talimatlarına göre çalışılması ve uygun KKD kullanılması olarak sıralanabilir.



Tablo 6.1: Cebri çekme fanı bakımı risk değerlendirmesi.

No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Sonuç	Olasılık	Şiddet	Skor	Önem Derecesi	Alınması Gereken Önlemler	Sorumlu
1	Cebri Çekme Fanı (ID Fan) Bakımı	Yer Çekimi	Yüksekten Malzeme Düşmesi	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Bakım yapılırken bakım talimatlarına göre çalışılmalı, diğer bölümlerle iletişim halinde olunmalı, gerekli KKD'ler kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
2		Fanın Taşınması	Yaralanma	Yaralanma	3	4	12	Orta Seviye Risk	Fan taşınırken taşıyacak olan araca sabitlenmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
3		Gürültü	İşitme Kaybı, Meslek Hastalığı	İşitme Kaybı, Meslek Hastalığı	3	4	12	Orta Seviye Risk	Çalışma ortamında oluşacak gürültüye karşı uygun KKD kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
4		Yüksekte Çalışma	Düşme	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Yüksekte çalışırken gerekli emniyet tedbirleri alınmalı ve başta tüm vücut emniyet kemeri olmak üzere gerekli tüm KKD'ler kullanılmalıdır..	İşveren/ İşveren Vekili
5		Yetersiz Aydınlatma	Düşme	Yaralanma	3	4	12	Orta Seviye Risk	Aydınlatma iyileştirilmeli ve çalışma standartlarına uygun hale getirilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
6		Döner Aksam	Döner Aksama Kapılma	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Bakım yapılırken çalışılacak alan devre dışı kalmadan çalışma yapılmamalı ve çalışanlar arasında ki iletişim iyi kurulmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
7		Caraskal Kopması	Çarpma	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Çalışmaya başlamadan önce vinç halatı ve kaldırma işlemi için kullanılan ekipmanlar kontrol edilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili

Tablo 6.1 (Devam).

8	Cebri Çekme Fanı (ID Fan) Bakımı	Kaygan Zemin	Düşme	Yaralanma	3	3	9	Orta Seviye Risk	Çalışmaya başlamadan önce zemin yağ ve külden arındırılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
9		Basınçlı Yağ	Yaralanma	Yaralanma	3	3	9	Orta Seviye Risk	Bakım talimatlarına göre çalışılmalı, uygun KKD kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
10		Vinçle Parça Kaldırılması	Parça Düşmesi	Yaralanma,Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Vinç halatı kontrol edilmeli, kaldırılacak olan parça tüm önlemler alındıktan sonra kaldırılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
11		Sıcak Gaz	Yanma	Yaralanma,Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Sıcaklığa dayanıklı elbise ve gaz maskesi kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
12		Ağır Parça Kaldırılması	Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları, Sıkışma	Yaralanma, Meslek Hastalığı	3	4	12	Orta Seviye Risk	Ağır parçalar elle taşınmamalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili

6.2. Brüden Fan Bakımı Risk Değerlendirmesi

Brüden fan bakımı risk değerlendirmesinde elde edilen sonuçlara göre, enerjinin kesilmemesi, topraklama yapılmaması, vinçle taşıma yapılırken caraskal kopması ve fanın içinde kömür kalması ciddi yaralanmalara ve ölüme sebep olacağından kabul edilemez risk seviyesinde yer aldığı görülmektedir (Tablo 6.2). Tablo 6.2’de bu risklerin her biri için gerekli olan önlemlere yer verilmiştir. Tablo 6.2’de yer alan Brüden fan bakımı risk değerlendirmesinde diğer riskler incelendiğinde gaz-toz gibi solunabilir parçacıkların solunması ve gürültüye maruz kalınması gibi durumlar meslek hastalıklarına yol açabileceğinden dolayı orta seviye risk kategorisinde yer almaktadır. Ayrıca, yüksek sıcaklık ve sıcak buhara maruz kalmak yaralanmalara sebep olacağından orta seviye risk kategorisinde yer almaktadır.

Brüden içinde kömür kalması yanma riskini oluşturmaktadır. Bu risk yaralanma ve yangın gibi olumsuzluklarla sonuçlanmaktadır. Kabul edilemez risk seviyesindeki bu tehlike kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmelidir. Fan içindeki kömür boşaltılmadan çalışmaya başlanılmazsa, önlem alınmış ve risk seviyesi kabul edilebilir risk düzeyine düşürülmüş olacaktır.

Sıcak buhardan yanma riski meydana gelmektedir. Bu risk yaralanma gibi istenmeyen durumlarla sonuçlanmaktadır. Orta seviye risk grubunda yer alan tehlikenin risk seviyesi düşürülmelidir. Bakım yapılırken, sıcaklığa dayanıklı elbise kullanılırsa, gerekli önlem alınmış olacaktır.

Enerjinin kesilmemesi ciddi tehlikeler arasındadır. Bu tehlike yaralanma riski oluşturmaktadır. Yaralanma ve ölüm gibi istenilmeyen şekilde sonuçlanmaktadır. Kabul edilemez risk seviyesindeki tehlikenin kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmesi için alınması gereken önlemler; çalışmaya başlamadan önce çalışma alanı devre dışı bırakılmalıdır ve devre dışı kaldığından emin olduktan sonra çalışmaya başlanmalıdır şeklinde sıralanabilir.

Gaz- toz- solunabilir parçacıklardan solunum sistemi rahatsızlıkları riski meydana gelmektedir. Bunun sonucunda ise meslek hastalığı oluşmaktadır. Orta seviye risk grubunda yer alan tehlikenin risk seviyesi düşürülmelidir. Çalışma yaparken, başta gaz maskesi olmak üzere bütün KKD’ler kullanılarak risk seviyesinin düşürülmesi sağlanmaktadır.

Topraklama yapılmaması elektrik akımına kapılma riskini oluşturmaktadır. Bu risk ise yaralanma ve ölüm gibi istenmeyen durumlarla sonuçlanmaktadır. Kabul edilemez risk seviyesindeki bu tehlikenin kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmesi gerekmektedir. Bunun

için, çalışma yapılacak alanda topraklama yapılp yapılmadığı kontrol edilmeden ve gerekli önlemler alınmadan çalışmaya başlanmayarak risk seviyesinin dūřürölmesi sağlanır.



Tablo 6.2: Brüden fan bakımı risk değerlendirmesi.

No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Sonuç	Olasılık	Şiddet	Skor	Önem Derecesi	Alınması Gereken Önlemler	Sorumlu
1	Brüden Fan Bakımı	Brüden İçinde Kömür Kalması	Yanma	Yaralanma, Yangın	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Fan içindeki kömür boşaltılmadan çalışmaya başlanılmamalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
2		Sıcaklık	Yanma	Yaralanma	3	3	9	Orta Seviye Risk	Sıcaklığa dayanıklı elbise kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
3		Sıcak Buhar	Yanma	Yaralanma	3	3	9	Orta Seviye Risk	Sıcaklığa dayanıklı elbise kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
4		Yetersiz Aydınlatma	Düşme	Yaralanma	3	4	12	Orta Seviye Risk	Aydınlatma iyileştirilmeli ve çalışma standartlarına uygun hale getirilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
5		Enejinin Kesilmemesi	Yaralanma	Yaralanma,Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Çalışma yapılacak alanın devre dışı kaldığından emin olunmadan çalışmaya başlanmamalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
6		Caraskal Kopması	Çarpma	Yaralanma,Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Çalışmaya başlamadan önce vinç halatı ve kaldırma işlemi için kullanılan sapanlar kontrol edilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili

Tablo 6.2 (Devam).

7	Brüden Fan Bakımı	Gaz-Toz-Solunabilir Parçacıklar	Solunum Sistemi Rahatsızlıkları	Meslek Hastalığı	3	4	12	Orta Seviye Risk	Çalışma yapılırken ortamdaki gaz veya toza uygun maske olmak üzere bütün KKD'ler kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
8		Gürültü	İşitme Kaybı, Meslek Hastalığı	İşitme Kaybı, Meslek Hastalığı	3	4	12	Orta Seviye Risk	Çalışma ortamında oluşacak gürültüye karşı uygun KKD kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
9		Vinç Kontrolü	Yaralanma	Yaralanma	3	4	12	Orta Seviye Risk	Çalışmaya başlamadan önce vinç halatı ve kaldırma işlemi için kullanılan ekipmanlar kontrol edilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
10		Topraklama Yapılmaması	Elektrik Akımına Kapılma	Yaralanma,Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Çalışma yapılacak alanda topraklama yapıp yapılmadığı kontrol edilmeden ve gerekli önlemler alınmadan çalışmaya başlanmamalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili

6.3. Taze Hava Fanı Bakımı Risk Değerlendirmesi

Taze hava fanı bakımı risk değerlendirmesi sonuçları Tablo 6.3’de verilmiştir. Tablo 6.3’den görüleceği üzere, Tablo 6.1 ve Tablo 6.2’den elde edilen sonuçlarla benzerlikler görülmektedir. Bakım yapılırken, bakım talimatlarına uygun şekilde çalışıldığı takdirde risk seviyelerini düşürmek mümkündür. KKD kullanmak, bakım talimatlarına uymak ve çalışma yapılırken diğer bölümlerle iletişimi koparmamak riski düşürecek temel faktörlerdendir. Ancak, bazı durumlarda gerekli önlemler alınsa dahi sistemdeki beklenmeyen durumlardan kaynaklı iş kazaları meydana gelebilmektedir.

Vinç kontrolünün sağlanamaması veya sorun yaşanması yaralanma riski oluşturmaktadır. Bu risk yine yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Orta seviye risk grubunda yer alan bu tehlikenin risk seviyesini düşürmek için çalışmaya başlamadan önce vinç halatı ve kaldırma işlemi için kullanılan ekipmanlar kontrol edilmelidir.

Yüksekte çalışma düşme riskini meydana getirmektedir. Bu risk ise yaralanma ve ölüm gibi istenmeyen sonuçlara sebebiyet vermektedir. Kabul edilemez risk seviyesinde yer alan bu tehlikenin kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmesi gerekmektedir. Risk seviyesini düşürmek için alınması gereken önlemler; yüksekte çalışırken gerekli emniyet tedbirleri alınmalı, tüm vücut emniyet kemeri ve gerekli diğer KKD’ler kullanılmalı şeklinde sıralanabilir.

Yetersiz aydınlatma düşme riskini oluşturmaktadır ve yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Orta seviye risk grubunda yer almaktadır. Kabul edilebilir seviyeye düşürmek için çalışma ortamındaki aydınlatma iyileştirilmeli ve çalışma standartlarına uygun hale getirilmelidir.

FD fanın taşınmasında yaralanma riski meydana gelmektedir. Bu risk yine yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Orta seviye risk grubundaki tehlikenin seviyesinin düşürülmesi için fan taşınırken taşıyacak olan araca sabitlenerek önlem alınmalıdır.

Ağır parçaların kaldırılması kas- iskelet sistemi rahatsızlıkları ve sıkışma gibi riskleri meydana getirmektedir. Bu riskler yaralanma ve meslek hastalığı gibi istenmeyen durumlarla sonuçlanmaktadır. Orta seviye risk grubundaki tehlikenin kabul edilebilir risk seviyesine düşürülmesi gerekmektedir. Bunun için ise ağır parçaların elle kaldırılmaması gerekmektedir.

Tablo 6.3: Taze hava fanı bakımı risk değerlendirmesi.

No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Sonuç	Olasılık	Şiddet	Skor	Önem Derecesi	Alınması Gereken Önlemler	Sorumlu
1	Taze Hava Fanı (FD Fan) Bakımı	Yer Çekimi	Yüksekten Malzeme Düşmesi	Yaralanma,Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Bakım yapılırken bakım talimatlarına göre çalışılmalı, diğer bölümlerle iletişim halinde olunmalı, gerekli KKD'ler kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
2		Caraskal Kopması	Çarpma	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Çalışmaya başlamadan önce vinç halatı ve kaldırma işlemi için kullanılan sapanlar kontrol edilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
3		Vinç Kontrolü	Yaralanma	Yaralanma	3	3	9	Orta Seviye Risk	Çalışmaya başlamadan önce vinç halatı ve kaldırma işlemi için kullanılan ekipmanlar kontrol edilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
4		Toz- Solunabilir Parçacıklar	Solunum Sistemi Rahatsızlıkları	Meslek Hastalığı	3	4	12	Orta Seviye Risk	Çalışma yapılırken başta toz maskesi olmak üzere bütün KKD'ler kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
5		Sıcak Gaz	Yanma	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Sıcaklığa dayanıklı elbise kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili

Tablo 6.3 (Devam).

6	Taze Hava Fanı (FD Fan) Bakımı	Yüksekte Çalışma	Düşme	Yaralanma,Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Yüksekte çalışırken gerekli emniyet tedbirleri alınmalı ve başta tüm vücut emniyet kemeri olmak üzere gerekli tüm KKD'ler kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
7		Yetersiz Aydınlatma	Düşme	Yaralanma	3	4	12	Orta Seviye Risk	Aydınlatma iyileştirilmeli ve çalışma standartlarına uygun hale getirilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
8		FD Fanın Taşınması	Yaralanma	Yaralanma	3	4	12	Orta Seviye Risk	Fan taşınırken taşıyacak olan araca sabitlenmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
9		Ağır Parçaların Kaldırılması	Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları, Sıkışma	Yaralanma, Meslek Hastalığı	3	4	12	Orta Seviye Risk	Ağır parçalar elle taşınmamalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili

6.4. Kazan Bölümü Risk Değerlendirmesi

Kazan bölümüne ait risk değerlendirmesi sonuçları Tablo 6.4’de verilmiştir. Tablo 6.4’den görüleceği üzere, bu bölümdeki tehlike kaynakları Tablo 6.1 – 6.3’de yer alan bakım çalışmaları sırasında oluşan tehlikelerden farklıdır. Tablo 6.4’den görüleceği üzere, gaz kaçakları, buhar kaçakları, yağ ve malzeme atıkları, ızgaraların yerinde olmaması ve Brüden fan ortamı zehirlenme, ölüm ve yaralanmalara sebep olacağı için kabul edilemez risk seviyesi kategorisinde yer almaktadır. Gürültü, yetersiz aydınlatma ve bakım atıkları gibi tehlikeler ise tablodan da görüldüğü üzere orta seviye risk kategorisindedir. Gaz kaçaklarından solunum sistemi rahatsızlıkları meydana gelmektedir. Bunun sonucunda ise zehirlenmeler, meslek hastalıkları ve ölüm gibi olumsuzluklar oluşmaktadır. Kabul edilemez risk seviyesindeki bu tehlikeyi kabul edilebilir seviyeye düşürmek için bazı önlemler alınmalıdır. Bunlar; çalışanların KKD kullanmaları, özellikle gaz maskesi kullanmaları, gaz kaçaklarının giderilmesi ve işletme talimatlarına göre çalışılması şeklinde sıralanabilir.

Bakım atıklarından, yanma, düşme ve takılma gibi riskler oluşmaktadır. Bunun sonucunda ise yaralanma ve yangın meydana gelebilmektedir. Orta seviye risk grubunda yer almaktadır. Risk seviyesini düşürmek için ise yapılan bakımlar sonrası oluşan atıklar toplatılmalıdır.

Izgaraların yerinde olmaması düşme riskini oluşturmaktadır. Yaralanma ve ölüm gibi istenmeyen durumlarla sonuçlanmaktadır. Kabul edilemez risk seviyesinde yer alan tehlikenin kabul edilebilir seviyeye düşürülmesi gerekmektedir. Alınması gereken önlemler; ızgaraların sökülmesini gerektiren durumlarda etrafında güvenlik önlemleri alınmalı ve yapılması gereken çalışma bittikten sonra ızgaralar tekrar kapatılmalı şeklinde sıralanabilir.

Vanalardan buhar kaçakları olması durumunda buhara temas etme riski meydana gelmektedir. Bu da yaralanma ve ölümle sonuçlanabilmektedir. Kabul edilemez risk seviyesindedir ve düşürülmesi gerekmektedir. Vanaların bakımları düzenli periyotlarla yapılmalı, herhangi bir kaçak olması durumunda vananın etrafı güvenlik şeridi ile kapatılmalı ve ünite durana kadar alana girişler engellenerek önlem alınmalıdır.

Bazı çalışmalar için kullanılan iskeleler yaralanma riski oluşturmakta ve yine yaralanma ile sonuçlanabilmektedir. Orta seviye risk grubunda yer alan tehlike kabul edilebilir seviyeye düşürülmelidir. Risk seviyesinin düşürülmesi için işletme talimatlarına göre çalışılmalı, standartlara uygun iskeleler kurulmalı ve çalışma bittikten sonra iskeleler hemen kaldırılmalıdır.

Tablo 6.4: Kazan bölümü risk değerlendirmesi.

No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Sonuç	Olasılık	Şiddet	Skor	Önem Derecesi	Alınması Gereken Önlemler	Sorumlu
1	Kazan Bölümü	Gaz Kaçakları	Solunum Sistemi Rahatsızlıkları	Zehirlenme, Meslek Hastalığı, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Çalışanlar kişisel koruyucu donanımları kullanmalı, özellikle gaz maskesi kullanmalı, gaz kaçakları giderilmeli, işletme talimatlarına göre çalışılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
2		Bakım Artıkları	Takılma, Düşme, Yanma	Yaralanma, Yangın	3	4	12	Orta Seviye Risk	Yapılan bakımlar sonrası oluşan atıklar toplatılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
3		Yetersiz Aydınlatma	Düşme	Yaralanma	3	4	12	Orta Seviye Risk	Aydınlatma iyileştirilmeli ve çalışma standartlarına uygun hale getirilmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
4		Izgaraların Yerinde Olmaması	Düşme	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Izgaraların sökülmesi gereken anlarda etrafında güvenlik önlemleri alınmalı ve yapılması gereken çalışmalar bittikten sonra tekrar kapatılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
5		Brüden Fan Ortamı	Solunum Sistemi Rahatsızlıkları	Zehirlenme, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı, ortam havalandırması sağlanmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili

Tablo 6.4 (Devam).

6	Kazan Bölümü	Vanalardan Buhar Kaçakları	Buhara Temas Etme	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Vanaların bakımları düzenli periyotlarla yapılmalı, herhangi bir kaçak olması durumunda vananın etrafı güvenlik şeridi ile kapatılmalı ve ünite durana kadar alana girişler engellenmelidir.	İşveren/ İşveren Vekili
7		Bazı Çalışmalar İçin Kurulan İskeleler	Yaralanma	Yaralanma	3	4	12	Orta Seviye Risk	İşletme talimatlarına göre çalışılmalı, standartlara uygun iskeleler kurulmalı ve çalışmalar bittikten hemen sonra iskeleler kaldırılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
8		Eşanjör Sistemindeki Yağ ve Malzeme Atıkları	Düşme, Yanma	Yaralanma, Yangın, Ölüm	3	5	15	Kabul Edilemez Risk	Çalışma ortamındaki atıklar kaldırılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili
9		Gürültü	İşitme Kaybı, Meslek Hastalığı	İşitme Kaybı, Meslek Hastalığı	3	4	12	Orta Seviye Risk	Çalışma ortamında oluşacak gürültüye karşı uygun KKD kullanılmalıdır.	İşveren/ İşveren Vekili

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, enerji üretiminde önemli bir yere sahip olan termik santrallerin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmada örnek olarak Türkiye'nin en büyük termik santrallerinden biri olan Afşin-Elbistan B Termik Santrali iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmiştir. Çalışma kapsamında öncelikle termik santraller hakkında genel bilgilere yer verilmiş ve sektördeki tehlike kaynakları belirlenmiştir. Daha sonra, Afşin-Elbistan B Termik Santralindeki tehlike kaynakları ve santralin en önemli bölümlerinden biri olan kazan bölümündeki tehlike kaynakları tespit edilmiş ve bu tehlike kaynaklarına neden olan riskler hesaplanarak risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Risk değerlendirmesinde Risk Değerlendirme Karar Matrisi yöntemlerinden biri olan L Tipi Matris yöntemi kullanılmıştır.

Söz konusu santralin kazan bölümünde toplam 26 farklı tehlike kaynağı belirlenmiştir. Bunlar; yüksekte çalışma, döner aksam, caraskal kopması, sıcak gaz, brüden içinde kömür kalması, yerçekimi, enerjinin kesilmemesi, topraklama yapılmaması, gaz kaçakları, ızgaraların yerinde olmaması, brüden fan ortamı, vanalardan buhar kaçakları, yağ ve malzeme atıkları, vinçle parça kaldırılması, bakım yapılan fanın taşınması, gürültü, yetersiz aydınlatma, kaygan zemin, basınçlı yağ, ağır parçaların kaldırılması, sıcak buhar, gaz-toz-solunabilir parçacıklar, vinç kontrolü, bakım atıkları, sıcaklık ve bazı çalışmalar için kurulan iskeleler'dir.

Bunlardan 14 tanesinin kabul edilemez risk seviyesinde, 12 tanesinin ise orta seviye risk grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Risk derecelerinin yüksek seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir.

Termik santral kazan bölümünde yapılan risk değerlendirmesi sonucunda elde edilen sonuçlar kısaca aşağıda özetlenmiştir:

Risk değerlendirmesi sonucunda, meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıklarının sebebinin genellikle yapılan işe uygun KKD kullanılmamasından kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle öncelikle çalışanlara KKD kullanımı ile ilgili eğitimler belirli aralıklarla verilmelidir.

Yapılan risk değerlendirmesinde gürültünün önemli bir tehlike kaynağı olduğu belirlenmiştir. Gürültüye maruz kalmanın etkilerinin hemen ortaya çıkmadığı ancak uzun vadede işitme kayıplarına yol açarak meslek hastalıklarına sebep olduğu saptanmıştır. Bu nedenle çalışma ortamında kulak tıkacı veya kulaklık takılmasının önemi büyüktür.

Gazlar, toz ve solunabilir parçacıklar önemli tehlike kaynağıdır. Özellikle, santralde düşük kaliteli Elbistan linyiti kullanıldığından, toz ve uçucu maddelere çok fazla miktarda maruz kalındığında pnömokonyoz ve astım vb. gibi solunum rahatsızlıklarına yol açmaktadır. Bundan dolayı, santraldeki gaz veya toz türlerine uygun maske kullanılmalıdır. Ayrıca ortamdaki gaz, toz ve solunabilir parçacıklar için gerekli ölçümler yapılmalı ve havalandırma sisteminin uygunluğu kontrol edilmelidir.

Sıcak gaz veya buhara maruz kalmanın ya da temas etmenin ciddi iş kazalarına yol açacağı görülmüştür. Bu nedenle sıcağa dayanıklı elbise ve eldiven gibi kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Ayrıca, yüksek sıcaklıktaki bölümlere uyarı levhaları konulmalıdır.

Yüksekte çalışmanın da önemli bir tehlike kaynağı ve iş kazalarına sebep olduğu saptanmıştır. Bu iş kazalarının ise ciddi yaralanmalara ve ölüme neden olabileceği belirlenmiştir. Çalışma alanının etrafında güvenlik ağıları, bariyerler vb. emniyet tedbirleri alınmalıdır. Ancak, tek başına bu tedbirler yeterli olmayacağından, çalışanların da tüm vücut kullanılan emniyet kemerlerinden kullanmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Bir diğer önemli tehlike kaynağı ise, yetersiz aydınlatma olarak belirlenmiştir. Bu tehlike kaynağı her ne kadar orta seviye risk grubunda yer alsada düşme riski oluşturarak iş kazalarına sebep olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, çalışma ortamındaki aydınlatma iyileştirilmeli ve standartlara uygun hale getirilmelidir.

Bakım çalışmaları yapılırken, birçok iş kazasının meydana gelebileceği tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise hem çok fazla ekipman bulunması hem de yüksek ve kapalı alanlarda çalışmalar yapılmasından kaynaklanmaktadır. Bu kapsamda, bakım çalışmaları esnasında öncelikle çalışma yapılacak olan ünitenin devre dışı bırakılması ve enerjinin kesilmesi gerekir. Bakım yapacak olan çalışanların önceden bilgilendirilmesi ve bakım yapılacak alanda gerekli bakım talimatlarının yazılı bir şekilde bulunması gerekir. Ayrıca, bakım atıkları da çalışma bittikten hemen sonra toplanmalı ve herhangi bir kazanın meydana gelmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Bir işletmede tehlike kaynaklarını önlemeye yönelik tedbirler alınmadığı takdirde, hem iş kazaları ve meslek hastalıklarının meydana gelmesine hem de iş yeri veriminin düşmesine neden olabilmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmalar sadece çalışanların sağlığını korumak için değil aynı zamanda işveren ve işletmeyi korumak için de son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- [1] Özdemir, M. B., Menlik, T., Variyenli, H. İ. ve Sevin L. (2017). Bir termik santralin performans analizi ve rehabilitasyon metotları, *Politeknik Dergisi*, 20 (4), 971-978.
- [2] Ilgar, R. (2008). Çan termik santral projesi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 17, 154-171.
- [3] Karaca, Z. (2019). *Termik Santrallerin Çevresel Etkileri Üzerine Bir Araştırma* (Yüksek lisans tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [4] <https://www.muhendisbeyinler.net/termik-santraller-nedir/> . (Erişim tarihi: 06 Ağustos 2021).
- [5] http://deneysan.com/Content/images/documents/es-02_67338194.pdf . (Erişim tarihi: 03 Mayıs 2021).
- [6] ASLAN, H. (1996). Kömüre Dayalı Termik Elektrik Santrallerinde Verim ve Kapasite Kullanım Düşüklüğünün Nedenleri ve Bunların Yükseltilmeleri İçin Alınması Gereken Tedbirler. *TMMOB 1. Enerji Sempozyumu*, (s.148-149). Ankara: TMMOB, 12-14 Kasım.
- [7] <https://www.maden.org.tr/resimler/ekler> . (Erişim tarihi: 15 Ekim 2019).
- [8] Shearer, C., Myllyvirta, L., Yu, A., Aitken, G., Mathew-Shah, N., Dallos, G. ve Nace, T. (2020). Boom and Bust 2020 Tracking The Global Coal Plant Pipeline. Global Energy Monitor, Sierra Club, Greenpeace, CREA.
- [9] <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> . (Erişim tarihi: 15 Kasım 2021).
- [10] MMO, 2017. Türkiye’de Termik Santraller, Yayın No: MMO/668. Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası.
- [11] <http://cografyaharita.com/haritalarim/4eturkiye-termik-santraller-haritasi.png> . (Erişim tarihi: 1 Aralık 2021).
- [12] Kalkan, E. ve Baysal Çiftçi, T. (2018). Kömür yakıtlı santrallerden kaynaklanan emisyonlar üzerine bir değerlendirme. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi.
- [13] Özdemir, Y. (2013). *Afşin-Elbistan Termik Santrallerinin Çevresel Etkileri: Mesafe Tabanlı Algı Analizi* (Yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- [14] National Institute of Occupational Health, *Environment Health and Safety Issues in Coal Fired Thermal Power Plants*, Ahmedabad-380016. http://www.nioh.org/dissemination/publications/pdf/1_Environment,%20Health%20and%20Safety%20Issues%20in%20Coal%20Fired%20Thermal%20Power%20Plants.pdf . (Erişim tarihi: 8 Şubat 2020).
- [15] <https://www.euas.gov.tr/tr-TR/santraller/afsin-elbistan-b> . (Erişim tarihi: 19 Kasım 2020).
- [16] <https://mta.gov.tr/v3.0/komur-arama-arastirmalari> . (Erişim tarihi: 5 Haziran 2020).

- [17] Algedik, Ö., *Afşin-Elbistan Termik Santralleri Raporu*, Erişim tarihi: 10 Haziran 2020, <https://www.onderalgedik.com/2015/11/26/afsin-elbistan-termik-santrali-raporu/> .
- [18] Karaca, H., Acar, M., Yılmaz, M. Ve Keklik, İ. (2009). Co-liquefaction of the Elbistan Lignite and Poplar Sawdust. Part 1: The Effect of the Liquefaction Parameters, *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 31:1, 31-38.
- [19] Horozoğlu, K. (2017). İş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından analizi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 265-281.
- [20] Resmi Gazete (2012). 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (Sayı: 28339). Erişim tarihi: 20 Ocak 2020, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>
- [21] Rathod, R., Gidwani, G. D. ve Solanky, P. (2017). Hazard Analysis and Risk Assessment in Thermal Power Plant, *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 6(7), 177-185.
- [22] Kurul, M. ve Şen, S. (2017). Kömür Yakan Termik Santrallerde Tehlikelerin Belirlenmesi. Altınar, M., Özdemir, A. C. & Yılmaz, M. (Ed.), *Uluslararası Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, (s. 853-865). Adana: Çukurova Üniversitesi, 2-3 Kasım.
- [23] <http://www.tureminsaat.com.tr/termiksantal.htm> . (Erişim tarihi: 6 Aralık 2021).
- [24] <https://muhendishane.org/kutuphane/termodinamik/termik-santral/>. (Erişim tarihi: 6 Aralık 2021).
- [25] <http://upload.turkcewiki.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Turbogenerator01.jpg/300px-Turbogenerator01.jpg> . (Erişim tarihi: 6 Aralık 2021).
- [26] <https://emtaenergy.com/wp-content/uploads/2019/02/AIS-substation.jpg> . (Erişim tarihi: 6 Aralık 2021).
- [27] HEAL (2015). Ödenmeyen sağlık faturası: Türkiye’ deki termik santraller bizi nasıl hasta ediyor, (Erişim tarihi: 18 Nisan 2021), https://env-health.org/IMG/pdf/03072015_heal_odenmeyensaglikfaturasi_tr_2015_final.pdf .
- [28] Kumar, A., Shrivastava, S. M., Jain, N. K. ve Patel, P. (2015). Identification of Occupational Diseases, Health Risk, Hazard and Injuries Among the Workers Engaged in Thermal Power Plant, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 4(1), 149-156.
- [29] EÜAŞ, Eğitim ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, İş Güvenliği ve Bilgi Yayın Müdürlüğü. (2012). *Kişisel Koruyucu Donanımlarının Kullanımı* [PowerPoint Sunumları]. http://www.hisam.hacettepe.edu.tr/sempozyum_sunum/MuzafferTani.pdf
- [30] Resmi Gazete (2012). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği (Sayı: 28512). (Erişim tarihi: 20 Ocak 2020), <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm> .
- [31] Ulucan, H. F. (2016). *Metal Sektöründeki İşyerlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Ekonomik Analizi* (İş sağlığı ve güvenliği uzmanlık tezi). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

- [32] Özkılıç, Ö. (2005). *İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*. Ankara: Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.
- [33] EMO (2014). *İşçi Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirme Üzerine Notlar-1*. Ankara: EMO Yayınları.
- [34] Seber, V. (2012). İşçi Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Analizleri Nasıl Yapılır?. *Elektrik Mühendisliği*, 445, 30-34.
- [35] Khalilov, A. (2015). *An Investigation on Risk Analysis Methods to be Used for the Prevention of Major Industrial Accidents* (M. Sc. Thesis). Istanbul Technical University, Graduate School of Science Engineering and Technology, Istanbul.
- [36] Özgür, M. (2013). *Metal Sektöründe Risk Analizi Uygulaması* (İş sağlığı ve güvenliği uzmanlık tezi). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, İzmir.
- [37] <https://www.enka.com/portfolio-item/afsin-elbistan-b-1440-mw-thermal-power-plant/>. (Erişim tarihi: 29 Ocak 2021).
- [38] <https://www.enerjisistemlerimuhendisligi.com/buhar-turbini.html>. (Erişim tarihi: 29 Ocak 2021).
- [39] <http://www.protonenerji.com.tr/enerji-nakil-hatti-direkleri/>. (Erişim tarihi: 29 Ocak 2021).
- [40] Şahin, H. E. (2012). *Kritik-Üstü Tip Bir Buharlı Güç Santralinin Enerji ve Ekserji Analizi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- [41] <https://ilkerenergy.com/urunler/fanlar/id-cebri-cekme-fanlar/>. (Erişim tarihi: 28 Ocak 2021).
- [42] <https://ilkerenergy.com/urunler/fanlar/fd-taze-hava-fanlar/>. (Erişim tarihi: 28 Ocak 2021).

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Gülşah ÇETİN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2017, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2019-... İnönü Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

