



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN NİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**YENİLENEBİLİR ENERJİ**  
**KAYNAKLARI KULLANIMINDA İŞ SAĞLIĞI**  
**VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARININ**  
**ARAŞTIRILMASI**

**Fatih GÜL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ekim-2018**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Fatih GÜL tarafından hazırlanan “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımında İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Araştırılması” adlı tez çalışması 18/10/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Doç.Dr. Mustafa ALTIN

.....

#### Danışman

Prof. Dr. Hidayet OĞUZ

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Fatih AYDIN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet AVCI  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Fatih GÜL

Tarih: 18/10/2018

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIMINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARININ ARAŞTIRILMASI

**Fatih GÜL**

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Hidayet OĞUZ**

**2018, 70 Sayfa**

**Jüri**

**Prof. Dr. Hidayet OĞUZ**

**Doç. Dr. Mustafa ALTIN**

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih AYDIN**

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ile günümüzde dünyada ve ülkemizde rüzgar türbinleri ve güneş panellerinde enerji üretimi her geçen gün artış göstermektedir. Bu santrallerin artması iş istihdamını artırmak ile birlikte bu sektörde çalışanların sayısını artırmıştır. Rüzgar ve güneş enerji sektöründe çalışanların iş kazalarından korunmaları İş Sağlığı ve Güvenliği yönünden kontrol altına alınması için çıkartılmış özel bir mevzuat bulunmamaktadır. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları ve İş Sağlığı ve Güvenliği yönünden çıkartılmış mevzuatlar irdelenip, yenilenebilir enerji kaynaklarında uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulumun hangi aşamalardan gerçekleştiği ve işletmeye alınana kadar geçen sürede görülen risklerin değerlendirmesini içermektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından Türkiye’de Tekirdağ ilinin Saray ilçesinde bulunan Beşiktepe Rüzgar Enerji Santralinde saha incelemesi yapılmıştır. Bu saha incelemesinde santralde İş Sağlığı ve Güvenliği yönünden yapılmış olan çalışmaların neler olduğu irdelenmiştir. Rüzgar enerji santralinin risk değerlendirmesi ve acil durum planları değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş panelleri, iş kazası, risk değerlendirmesi, rüzgar türbinleri, yenilenebilir enerji

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

# **THE RESEARCH OF USING RENEWABLE ENERGY RESOURCES OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY INVESTIGATION OF APPLICATIONS**

**Fatih GÜL**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN ENERGY SYSTEMS  
ENGINEERING**

**Advisor: Prof. Dr. Hidayet OĞUZ**

**2018, 70 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. Hidayet OĞUZ**

**Assoc. Prof. Mustafa ALTIN**

**Dr. Fatih AYDIN**

With the trend towards renewable energy sources, today's energy directives are in pursuit of wind turbines and solar panels of all countries and countries. With the increase of these plants, the number of employees in this sector increased with the increase of employment. There is no special legislation for workers in the wind and solar energy sector to be protected from work accidents and through Occupational Health and Safety. In this study, the renewable energy sources and the legislation issued in terms of Occupational Health and Safety are examined and evaluated for applicability in renewable energy sources. This study includes the stages in which the installation of renewable energy sources takes place and the assessment of the risks involved in the time taken to operate.

Beşiktepe Wind Power Plant site investigation was conducted from renewable energy sources in the palace district of Tekirdag province in Turkey. In this field study, it is examined the work done in terms of Occupational Health and Safety at the power plant. Wind power plant were evaluated of the risk assessment and emergency plans.

**Keywords:** Solar panels, work accident, risk assessment, wind turbines, renewable energy.

## ÖNSÖZ

Çalışmalarında ve yüksek lisans öğrenimim süresi boyunca yardımını esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hidayet OĞUZ'a, yine öğrenimimde yardımını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Ahmet SAMANCI hocama teşekkürlerimi sunarım.

Fatih GÜL  
KONYA-2018

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Dünyada yenilenebilir enerji durumu.....	2
1.2. Türkiye’deki yenilenebilir enerji potansiyeli.....	4
1.3. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yapısının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi .....	7
1.3.1. Rüzgar türbin yapısının iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi.....	7
1.3.2. Güneş enerji santrallerinin yapısının iş sağlığı ve güvenli açısından incelenmesi .....	8
1.4. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum ve bakım süreçlerinde karşılaşılan riskler .....	10
1.4.1. Rüzgar türbinleri parçalarının sahaya taşınması süreçlerinde karşılaşılan riskler .....	10
1.4.2. Rüzgar türbinlerinin kurulum ve bakımı sırasında görülen riskler .....	12
1.4.3. Güneş enerji santrallerinin kurulum ve bakımı sırasında görülen riskler .....	15
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>17</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>20</b>
<b>4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ .....</b>	<b>23</b>
4.1. Yenilenebilir enerji kaynakları hakkında çıkarılmış mevzuatın iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi .....	24
4.1.1. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunun iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi .....	25
4.1.2. Rüzgar ve güneş enerjisine dayalı önlisans başvuruları için yapılacak rüzgar ve güneş ölçümleri uygulamalarına dair tebliğinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi .....	25
4.1.3. Elektrik piyasasında lisansız elektrik üretimine ilişkin yönetmeliğin uygulanmasına dair tebliğinin iş sağlığı ve güvenli yönünden incelenmesi.....	26
4.1.4. Enerji sektörü araştırma-geliştirme projeleri destekleme programına (enar) dair yönetmeliğin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi .....	26

4.1.5. Yenilenebilir enerji kaynak alanları yönetmeliğinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi.....	27
4.1.6. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu.....	28
4.1.6.1. Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi .....	29
4.1.6.2. Çalışanların titreşimle ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi .....	30
4.1.6.3. Elle taşıma işleri yönetmeliğinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi .....	31
4.1.6.4. İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yönetmeliği.....	32
4.1.6.5. Sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmeliği .....	33
4.1.6.6. Kişisel koruyucu donanımlarının işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik .....	35
4.1.6.7. İşyerlerinde acil durum hakkında yönetmelik .....	36
4.1.6.8. İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği .....	37
4.2. Yenilenebilir enerji kaynaklarında yaşanan iş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden istatistikleri.....	38
4.2.1. Rüzgar enerji sektöründe yaşanan iş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden istatistikleri.....	38
4.2.2. Elektrik enerji sektöründe görülen iş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden istatistikleri.....	51
4.3 Rüzgar Enerji Santrallerinde Saha İncelemesi.....	55
<b>5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>64</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>65</b>
6.1 Sonuçlar .....	65
6.2 Öneriler .....	66
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>68</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>70</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

db: desibel  
GW: gigawatt  
Kwh: kilowattsaat  
m/s : metre bölü saniye  
m/s<sup>2</sup>:metre bölü saniyekare  
m: metre  
m<sup>2</sup>: metrekare  
MW: megawatt  
s<sup>2</sup>:saniyekare

### Kısaltmalar

ABD: Amerika Birleşik Devleti  
BEP: Binalarda Enerji Performansı  
CWIF: The Caithness Wind Farm Information Forum  
ENAR: Enerji Sektörü Araştırma-geliştirme Projeleri destekleme Programı  
EWEA: Exhibition and Conference for Offshore Wind Energy  
HES: Hidroelektrik Santral  
IRENA: Uluslararası Yenilenebilir ajansı  
KKD: Kişisel Koruyucu Donanım  
REPA: Rüzgar Enerjisi Potansiyel Alanı  
RES: Rüzgar Enerji Santrali  
YEK: Yenilenebilir Enerji Kaynakları  
YEKA: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alanı

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde yenilenebilir enerji sektöründe özellikle de rüzgar enerji santrallerinde 2010 yılında yatırımcıların rüzgar enerji santrallerine yatırım yapmasını sağlamak amacıyla 27089 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) yasası yürürlüğe girmiştir. Bu yasanın yürürlüğe girmesiyle ülkemizde de önemli bir ölçüde rüzgar enerji sektöründe bir artış görülmektedir. Bu tez çalışması ile yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ve güneş enerji santralleri ele alınmıştır.

Bu çalışmanın içeriğinde rüzgar enerji santrallerinde rüzgar türbinlerinin kurulumunun, türbin parçalarının sahaya taşınmasının ve türbin bakımlarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden meydana gelen iş kazalarına sebebiyet veren risklerin belirlenmesi, belirlenen risklerin ortadan kaldırılmasına yönelik yapılan çalışmaların neler olduğu ortaya konularak sunulması amaçlanmıştır.

Güneş enerji santrallerinde ise panellerin kurulum ve bakım süreçleri esnasında meydana gelen iş kazası neden olacak tehlikelerin yol açtığı riskler tespit edilmesi, değerlendirilerek bu risklerle mücadelede yapılacak çözümlerin önerilerinin neler olduğunun araştırılması amaçlanmıştır.

Tez çalışmasının birinci bölümünde; yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili yapılan kaynak araştırması rüzgar ve güneş enerji sektörünün ülkemizde ve dünyadaki durumunun yıllara göre değişimi, rüzgar ve güneş enerjisinin ana elemanlarından, çalışma prensiplerinden, kurulumdan işletmeye alınmasına kadar geçen süreçlerdeki risk etmenlerinin neler olduğu hakkında ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir.

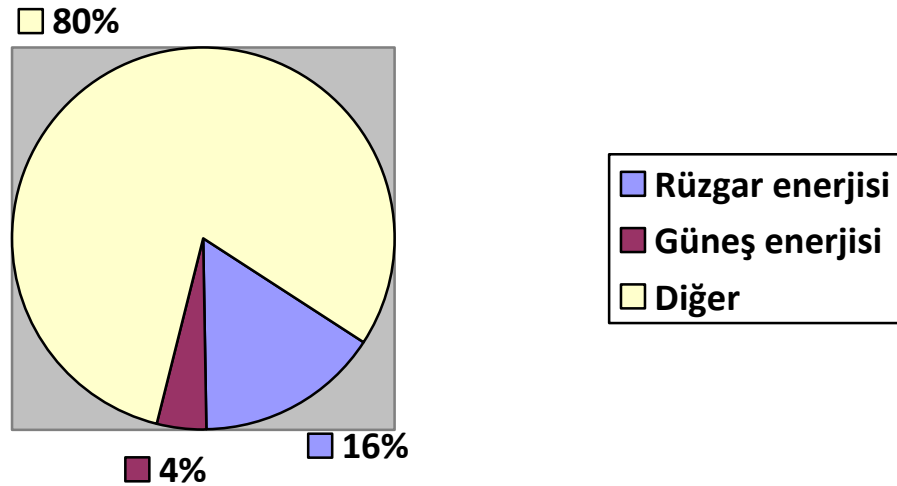
Tez çalışmasının üçüncü bölümünde; yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çıkarılmış mevzuatlara, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çıkarılmış mevzuatlara, rüzgar enerji sektöründe tüm dünyada meydana gelen iş kazalarının nedenleri ile birlikte istatistikleri, ülkemizde elektrik enerjisi ile yapılan çalışmalarda meydana gelen iş kazalarının istatistiklerinin yıllara göre dağılımı anlatılmaktadır.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde; bu çalışmanın benzer özellikteki olan çalışmalar ile literatürdeki yapılan farklı çalışmalar kıyaslanmış benzer yönleri belirtilmiştir.

## 1.1. Dünyada yenilenebilir enerji durumu

Gün geçtikçe yenilenebilir enerji kullanımının tüm dünyada hızlı bir eğilim yakaladığı bilinmektedir. Yenilenebilir enerji tüm dünyada temiz bir enerji olduğu ve tükenmeyen bir enerji olduğundan elektrik üretiminde büyük bir alana yayılmıştır. Günümüzde bazı ülkeler fosil yakıtlardan elde ettiği enerjiden daha fazla yenilenebilir enerjiden faydalanmayı hedeflemektedir. Bu oranın yaklaşık yüzde 16'si rüzgar, yaklaşık yüzde 4'ü ise güneş sistemlerinden sağlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ve güneş enerjisinin dünyadaki potansiyelinin 2015 yılında elde edilen istatistikleri Şekil 1.1.'de gösterilmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

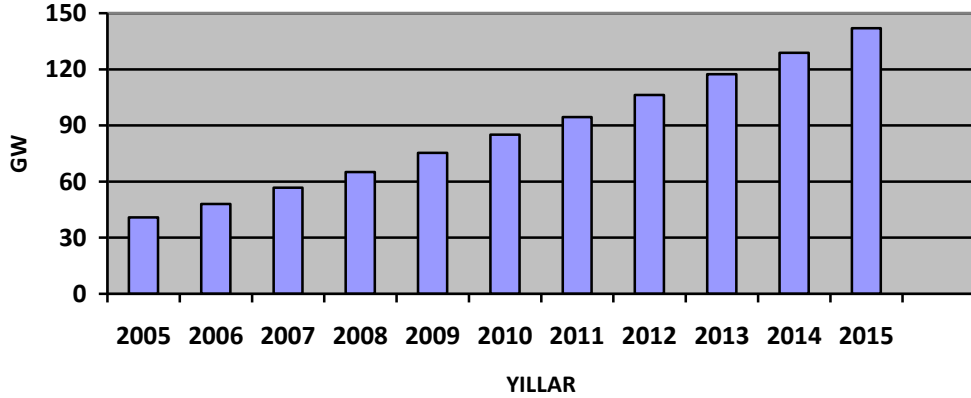
Gelişen teknolojiler, hammadde temini ve üretimin artması ülkelerin yenilenebilir enerjiye yönelmesine ve üretim maliyetlerinin her geçen gün düşürmektedir. Rüzgar enerjisine yapılan yatırımlar 2015 yılında çok diğer yıllara oranla rekor bir yıl olmuştur. 2014'ten itibaren yeni varlıklarda finansal taahhütler toplamda % 40 artışla 26.4 milyar Avro 'ya ulaştı. Hatta 2014 yılına göre 2015 yılında rüzgar enerji sektörü % 6,3 artışla ikiye katlandı. Toplamda 9,7 GW yeni brüt kapasite finanse edilmiştir (Elibüyük ve ark, 2016).



Şekil 1.1 Dünyadaki rüzgar ve güneş enerjisinin yenilenebilir enerjideki potansiyeli

Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği (EWEA) ya göre Avrupa birliği ülkelerinin toplam elektrik kapasitesi 29 GW yükselirken rüzgardan elde edilen elektrik üretimi yükselmesi ise 12,8 GW olmuştur. 2005'li yıllında rüzgar enerji gücü kapasitesi

yaklaşık 40,8 GW iken 2016 yılında ise bu değer yaklaşık yıllık 142 GW seviyelerine kadar çıkmıştır. 2005 yılından 2015 yılına kadar elde edilen istatistiklere göre Avrupa ülkelerinde kurulan rüzgar enerji santrallerinin dağılımı Şekil 1.2’de gösterilmekte olup 2005 yılında rüzgar gücünün değeri yaklaşık 40,8 GW iken 2016 yılında ise bu değer yaklaşık 142 GW değerine çıkarak yaklaşık 3.5 kat artmıştır (Karagöl ve Kavaz, 2017).



Şekil 1.2. Avrupa'nın rüzgar gücünün yıllara göre değişimi

2016 yılı verilerine bakıldığında rüzgar gücü kapasitesinin dünyada bulunan üç ülkenin payının çok yüksek olduğu görülüyor. 55 dünya ülkesinin rüzgar gücü kapasiteleri incelenmiş ve ülkemiz 44 tane Avrupa ülkesini geride bırakıp 11. sıraya kadar yükselmiştir. 2016 verilerine göre küresel rüzgar gücü enerjisinin dünyadaki kurulu rüzgar gücü Çizelge 1.1. 'de verilmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

Çizelge 1.1. 2016 verilerine göre kurulu rüzgar gücünün 11 ülkedeki MW değerleri

ÜLKELER	Kurulu Rüzgar Gücü(GW)
ÇİN	168,732
ABD	82,184
ALMANYA	50,018
HİNDİSTAN	28,700
İSPANYA	23,074
BİRLEŞİK KRALLIK	14,543
FRANSA	12,065
KANADA	11,900
BREZİLYA	10,740
İTALYA	9,257
<b>TÜRKİYE</b>	<b>7,081</b>

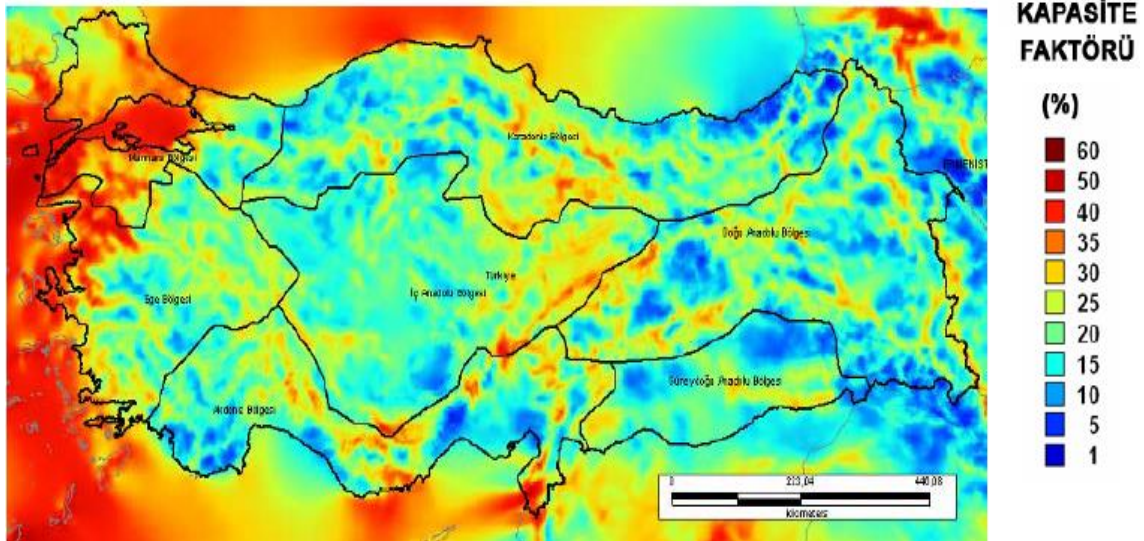
2012 yılı verilerine göre yukarıdaki ilk on ülkeye baktığımızda rüzgar gücünün toplamı 282,4 GW iken 2016 yılında Çizelge1.1. ya baktığımızda toplamı ise bir buçuk kat artarak 411,213 GW olmuştur (Karagöl ve Kavaz, 2017).

## **1.2. Türkiye'deki yenilenebilir enerji potansiyeli**

Türkiye yenilenebilir enerji konusunda çok uygun bir konuma sahip olmakla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapılacak alanlar oldukça fazladır. Üç tarafının denizlerle çevrili olması rüzgar türbinlerinin denize kurulması, rüzgar türbinlerinin karada kurulma alanlarının geniş olması, yıllık güneşleme süresinin fazla olması ile rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik üretimi yapılması konusunda oldukça elverişlidir. Fakat bu kaynaklardan elektrik üretimi istenilen seviyelere ulaşamamıştır. Ülkemizde de maliyetlerin düşmesi ile birlikte rüzgar ve güneş enerjisine yapılan yatırımlar gün geçtikçe artmaktadır. Elektrik üretim tesislerinin kurulması ülkemizde ciddi istihdamında olacağı görülmektedir. Bu alanda çalışanların fazla olması çalışanların güvenliğini korumak için gerekli adımlar atılması gerektiğini göstermektedir.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarından, rüzgar enerji sektöründe ve güneş enerjisinden elektrik üretiminde büyük atılım göstermiştir. Avrupa'da çok önemli bir konuma gelmiştir.

İyi bir rüzgar enerji santrali rüzgar türbininin yapılacağı yerin zeminden 50 m yükseklik olduğunda ortalama yıllık 7 m/s hızda olması iyi bir türbin olduğunu göstermektedir. Şekil 1.3 'de Türkiye genelinde 50 metre yükseklikteki ortalama kapasite faktörü dağılımı gösterilmiştir. Ülkemiz rüzgar enerji potansiyeli bakımından oldukça yüksektir (Ağçay, 2007).



**Şekil 1.3.** Türkiye rüzgar enerjisinin 50 metre yükseklikteki ortalama kapasite faktör dağılımı

Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA)'ya göre Türkiye'nin Marmara ve Ege bölgeleri rüzgarı en fazla alan bölgeleri olup en çok rüzgar türbinleri burada bulunmaktadır. Çizelge 1.2.'de gösterildiği üzere, bölgelerde işletmede olan rüzgar enerji santrallerinin bölgelere göre dağılımı yüzde olarak gösterilmekte ve Ege bölgesinde % 39,88 olduğu görülmektedir. Bu bölgeyi % 34,57 ile Marmara bölgesi ve % 13,71 ile Akdeniz bölgesi takip etmektedir. Bu üç bölgemizde rüzgar enerji santrallerinin kurulumunun yaklaşık % 90 olduğu görülmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

**Çizelge 1.2.** 2016 yılında İşletmede Olan RES'lerin Bölgelere Göre Dağılımı

Bölge adı	RES kurulumu (%)
Ege Bölgesi	39,88
Marmara Bölgesi	34,57
Akdeniz Bölgesi	13,71
İç Anadolu Bölgesi	8,10
Karadeniz Bölgesi	2,65
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	0,69
Doğu Anadolu Bölgesi	0,4

Ülkemizde kurulu rüzgar enerji santralleri gücünün illere göre dağılımına bakıldığında 2017 yılının temmuz ayı itibarıyla elde edilen veriler doğrultusunda en fazla rüzgar kurulu gücünün yaklaşık % 20,57'lik bölümüne sahip olan İzmir şehri

olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge 1.3 de ÷lkemizde bulunan rüzgar enerji santrallerinin illere göre dağılımı gösterilmiştir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

**Çizelge 1.3.** İşletmedeki RES'lerin İllere Göre Dağılımı

Şehir adı	RES kurulumu (%)
İzmir	20,57
Balıkesir	18,49
Manisa	10,3
Hatay	5,62
Çanakkale	4,88
Osmaniye	4,09
Kayseri	3,54
İstanbul	3,52
Diğer	25,17

Yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğerisi ise güneş enerjisidir. Türkiye'nin dünya üzerinde bulunduğu konumu itibari ile güneş den faydalanması bakımından çok ÷lkeden daha iyidir. ÷lkemizde güneş enerjisinden en fazla evlerimizin çatılarına kurulan sıcak su sistemlerinde faydalanıyoruz (Avcıoğlu, 2017).

Türkiye'de yıllık güneş den en fazla faydalanan ve en fazla güneşlenme süresi olan bölge Güney Doğu Anadolu Bölgesi ve en az faydalanan ve güneşlenme süresinin en az olduğu bölgemiz ise Karadeniz'dir. Çizelge 1.4 'de Türkiye'nin bölgelere göre güneş enerjisi potansiyelinin dağılımı gör÷lmektedir (Avcıoğlu, 2017).

**Çizelge 1.4.** Türkiye'nin Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Potansiyelinin Dağılımı

Bölge adı	Toplam Güneş Enerjisi Kwh/m <sup>2</sup> -yıl	Güneşlenme Süresi Saat/Yıl
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	1460	2993
Akdeniz Bölgesi	1390	2956
Doğu Anadolu Bölgesi	1365	2664
İç Anadolu Bölgesi	1314	2628
Ege Bölgesi	1304	2738
Marmara Bölgesi	1168	2409
Karadeniz Bölgesi	1120	1971

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) 2017 yılı Yenilenebilir Enerji İstatistikleri Raporu'nu göre fotovoltaik kurulu gücü bakımından 2016'da dünya ülkeleri arasında 844 MW ile 25'inci sırada olan Türkiye 2017 sonunda ulaştığı 3.422 MW'lık kapasite ile aynı sıralamada 13'üncü sıraya yükselmiştir (Avcıoğlu, 2017).

### **1.3. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yapısının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi**

Yenilenebilir enerjinin iş sağlığı yönünden kaynaklarının yapısı yenilenebilir enerji türüne göre farklılık göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yapısına göre tehlike ve riskleri de farklı olup ayrı ayrı ele alınması gerekir. Bu çalışmamızda rüzgar ve güneş enerjisinin yapısı incelenecek ve bunların çalışma prensipleri ele alınmıştır.

#### **1.3.1. Rüzgar türbin yapısının iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi**

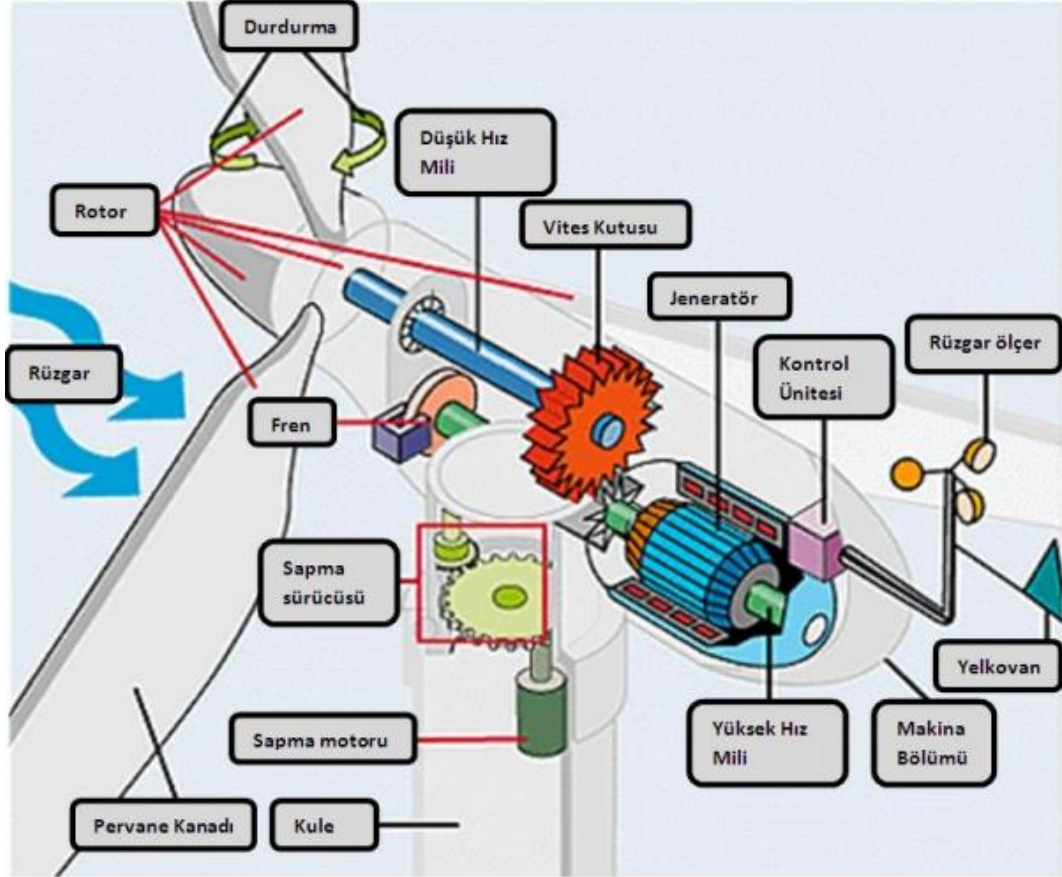
Rüzgar türbinleri, elektrik üretiminde kullanılan enerjisinin rüzgardan alarak kinetik enerji oluşturan ve daha sonra elektrik üretimi yapan makinalardır (Kösoğlu, 2016).

Rüzgâr türbinleri; dönme eksenleri, devir sayıları, güçleri, kanat sayıları, rüzgâr etkisi, dişli özellikleri ve kurulum yerlerine göre sınıflandırılmaktadırlar. Yatay ve düşey eksenli olanlar dönme eksenleri dikkate alınmak üzere 2 kısımda incelenirken günümüzde en fazla kullanılan rüzgar türbinleri ise yatay eksenli olanlardır. Yatay eksenli türbinler ise bir, iki, üç ve çok kanatlı türbinler olarak sınıflandırılmaktadır. Bunların en fazla kullanılanı ise üç kanatlı rüzgar türbinleridir (Elibüyük ve ark, 2016).

Günümüzde üç kanatlı rüzgar türbinleri elektrik üretimi yapmakta en fazla kullanılan türbinlerdir. Bu türbinler diğer rüzgar türbinlerine göre denge korunması ve verimliliği incelendiğinde daha fazla avantaja sahiptir. Aslında rüzgar türbinlerinde kanat sayısının artması maliyeti artırır ama bu üç kanat dan daha fazla sahip olan türbinler için geçerlidir (Avcıoğlu, 2017).

Şekil 1.4'de Günümüzde kullanılan modern üç kanatlı rüzgar türbinin yapısı gösterilmekte olup tasarımında bulunan ana elemanlar gösterilmiştir. Burada rüzgar türbinlerinde rüzgarın geldiği tarafa doğru olan pervaneler bulunmaktadır. Rüzgar türbin parçalarının malzemelerinde farklılık görülmektedir. Ancak genel olarak

betonarme ve çeliktir. Yine rüzgar türbinleri daha fazla mukavemet sağlaması için yapısında kompozit malzeme bulunmaktadır. Rüzgar türbinleri içerisinde bulunan parçaların işlevleri ayrı ayrıdır (Elibüyük ve ark, 2016).



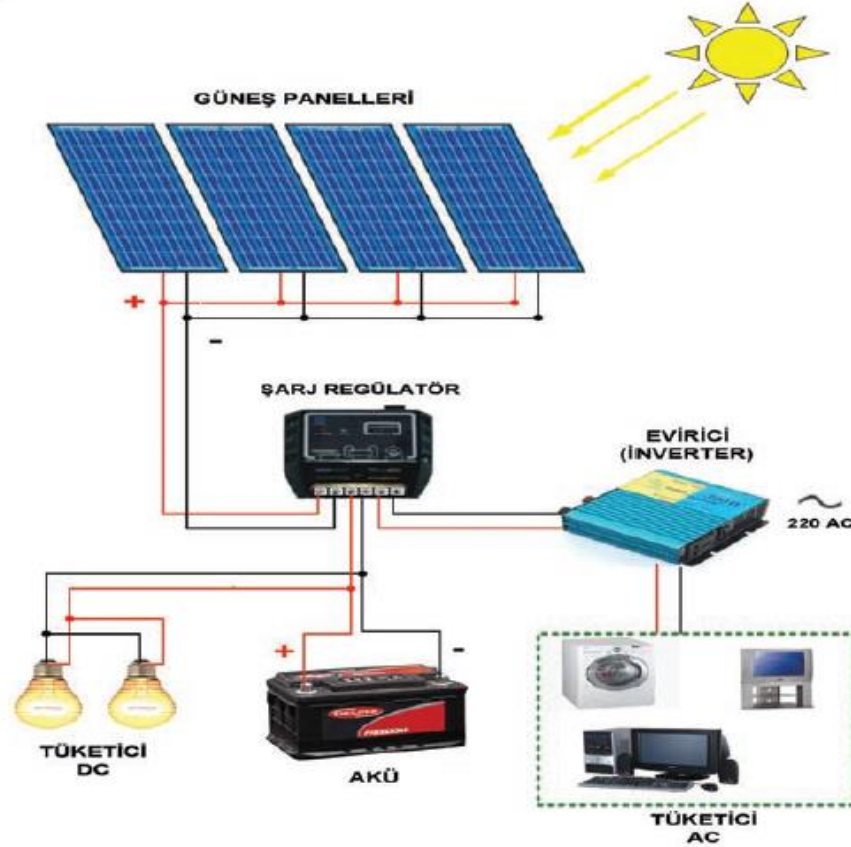
Şekil 1.4. Modern üç kanatlı rüzgar türbininin ana elemanları

### 1.3.2. Güneş enerji santrallerinin yapısının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi

Güneşten dünyaya gelen ışınları güneş enerji santrallerinde elektrik enerjisine çeviren ekipmanlar güneş panelleri diye adlandırılır. Geçmişte güneş enerji santrallerinde verimlerin çok düşük olduğu günümüzde ise verimlerinin yaklaşık 4-5 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Güneşin yaydığı enerji metrekarede 1000 watt üzerinden bakılarak verimleri tayin edilmektedir. Türkiye bu değer 1300 watt olduğu görülmektedir (Koroğlu ve ark, 2010).

Ülkemizde güneşlenme sürelerine bakıldığında kış aylarında 5 saat yaz aylarında 11 saat ve sonbaharda ise 7 saat olduğu bilinmektedir. Ortalaması dikkate alındığında günlük yaklaşık 6 saat olduğu görülmektedir (Koroğlu ve ark, 2010).

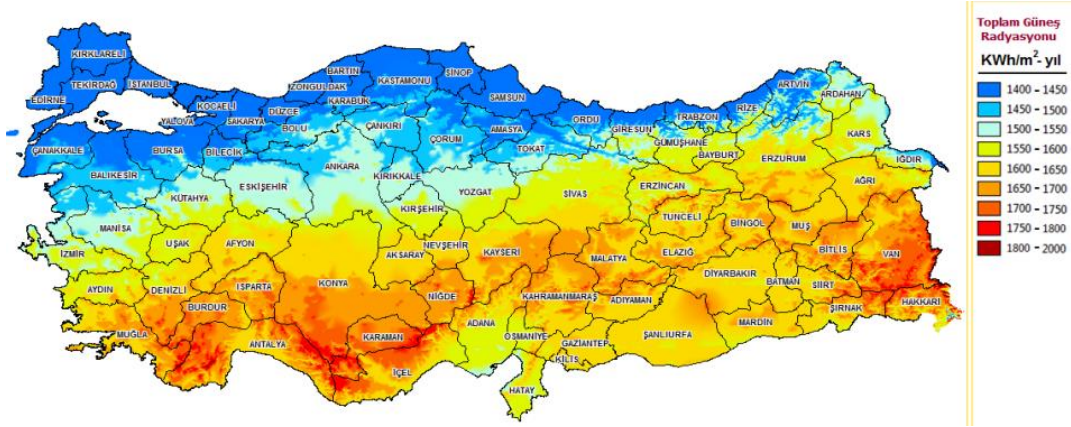
Şekil 1.5’da güneş panelleri sistemini oluşturan sistemin temel elemanları gösterilmektedir. Bu sistemlerin yüksek güçte olabileceği gibi düşük güçte bir binada kullanımı da mümkündür. Bu sistemlerin bir binada elektrik üretimi için depolamaya gereksinimi yoktur. Fazla üretilen elektriği şebekeye verebilir. Yeterli miktarda elektrik olmadığında şebekeden alabilir (Köroğlu ve ark, 2010).



Şekil 1.5. Güneş Panel sistemlerini oluşturan temel ana elemanları

“2007 yılında 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu“ kabul edilmiş ve Türkiye’de enerji yoğunluğunu azaltacak uygulamaların önü açılmıştır. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı’nın 5 Aralık 2009 yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliğinde, “Yeni yapılacak olan ve 1.000 m<sup>2</sup>’nin üzerinde kullanım alanına sahip binalardaki ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su, elektrik ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarının tamamen veya kısmen karşılanması amacıyla, yenilenebilir enerji kaynakları önerilmektedir” (Aktacir, 2009).

Ülkemizde güneş enerjisinde faydalanma son yıllarda hızlı artış göstermekte olup ülkemizde her bölgenin güneşlenme süresi birbirinden farklılık göstermektedir. Ülkemizin santral kuruluşu için uygun bölgeler ve bu bölgelerin yıllık ne kadar miktarda enerji ürettiği bölgenin özelliğine göre farklılık göstermektedir.



Şekil 1.6. Ülkemizin Toplam Güneş Radyasyonu

Şekil 1.6’de ülkemizin haritasına göre güneş santrallerinin sarı renkli bölgelerde uygun olduğunu ve yıllık toplam güneş radyasyonunun ne kadar olduğunu göstermektedir (Dinçer, 2011).

#### 1.4. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum ve bakım süreçlerinde karşılaşılan riskler

Yenilenebilir enerji kaynaklarında karşılaşılan riskler enerji türlerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada ele alacağımız rüzgar ve güneş enerjilerinin kurulum ve bakım esnasında kaynaklanan riskler iki ana başlıkta incelenecektir. Rüzgar enerjisinde ise türbin parçalarının inşaat sahasına taşınmasıyla ilgili riskler kurulum ve bakım esnasında karşılaşılan riskler olmak üzere iki başlıkta, güneş enerjisinde ise kurulumu ve bakımı esnasında karşılaşılan İş Sağlığı ve Güvenliği (ISG) riskleri olarak belirlenmiştir.

##### 1.4.1. Rüzgar türbinleri parçalarının sahaya taşınması süreçlerinde karşılaşılan riskler

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar enerjisinin rüzgar türbin parçaları inşaat sahasına taşınırken boyutları ve ağırlıkları normal yüklerden çok büyük olduğu için parçalar halinde taşınmaktadır. Bundan dolayı taşınırken iş sağlığı ve güvenliği bakımından son derece riskli olmaktadır.

Rüzgar türbin parçalarının çok uzun olması iş sağlığı ve güvenliği risklerinde beraberinde getirmektedir. Türbin kanadının kırılabilir olması sahaya taşınması esnasında

arabanın dönüşleri esnasında kanadın herhangi bir yere çarpması, yükün devrilmesi ve taşınan yükün kayması birçok riskin oluşma sebeplerindendir (Albrechtsen, 2012). Şekil 1.7’de türbin kanatlarının sahaya taşınması gösterilmektedir.



Şekil 1.7. Rüzgar Türbin Kanadının İnşaat sahasına Taşınması

Rüzgar türbininin diğer makine parçaları jeneratör, vites kutusunun bulunduğu kısım olan makine bölümünün taşınması ve 70 - 100 metre uzunluğundaki gövde kısmının taşınması sırasında birçok risk ortaya çıkmaktadır. Bu riskler türbin parçalarının taşınmasında yükü taşıyan aracın devrilmesi, yoldan kaynaklı problemlerin olması, aracın devrilmesi ve diğer araçlarla çarpışması rüzgar türbinlerinin taşınması sırasında oluşan risk etmenleridir (Chaumel at all, 2012). Şekil 1.8 da rüzgar türbin parçasının inşaat nakliyesine taşınması gösterilmektedir.

Rüzgar türbin parçalarının büyük ve ağır olması oluşabilecek iş sağlığı ve güvenliği risklerini öne çıkarmakta ve büyük önem gösterilmesi gereken bir konu olmaktadır. Bu parçaların taşınmadan önce yol güzergahları belirlenmeli ve tehlikeli rotalar incelenmeli bilgisayar taşınma simülasyonu olmalıdır.



**Şekil 1.8.** Rüzgar Türbin Parçalarının İnşaat sahasına Taşınması

Rüzgar türbin parçaları taşınırken sadece yol durumuna değil yollarda bulunan evler, arabalarda göz önünde bulundurulmalı gerekli durumlarda yol trafiğe kapatılmalı eskort araçlar olmalı ve trafikte bulunan herkesin güvenliği sağlanmalıdır (Chaumel at all, 2012).

#### **1.4.2. Rüzgar türbinlerinin kurulum ve bakımı sırasında görülen riskler**

Rüzgar türbinlerinin yapım aşamasında en tehlikeli ve en riskli bölümü kurulum aşaması olarak görülmektedir. Burada 7-8 parça halinde inşaat sahasına getirilen büyük ve ağır parçaların çok yükseğe çıkarılması ve montaj yapılması birçok iş sağlığı ve güvenliği riski beraberinde getirmektedir (Muratdağı, 2015).

Rüzgar türbinlerinin maksimum verim elde edilebilmesi için rüzgar hızının çok fazla olduğu yerler tercih edilmesi hava koşulları riskini ortaya çıkarmaktadır. Bununla birlikte çok ağır parçaların yükseğe kaldırılıp montaj yapılması çok zor bir hal almakta olup çalışanlar için çok büyük tehlikeler oluşturmaktadır (Ragheb, 2016).



**Şekil 1.9.** Rüzgar Türbin kanatlarının kule'ye kaldırılması

Şekil 1.9'da montaj yapılan kanatların yani türbin rotorunun vinçler yardımıyla yaklaşık yüz metre yükseğe kaldırılarak sabitlenmesi gösterilmektedir.

Çizelge1.5'de rüzgar türbin parçalarının kurulumu esnasında yapılan çalışmalar ve görülen riskler verilmektedir.

**Çizelge1.5.** Rüzgar türbinlerinin kurulum aşamasındaki riskler

<b>Yapılan çalışma</b>	<b>Görülen riskler</b>
İnşaat sahasına türbin parçalarının taşınması	Rüzgar türbinlerinin kurulumu genelde engebeli arazi olduğu için yolların açılmasının zor olması.
Yolların açılması	Yol açılımı için yapılan kazı çalışmalarındaki tehlikeler.
Türbinin kurulacağı yerin belirlenmesi	Türbinin oturtulacak yerin temelinde yapılan çalışmalardaki tehlikeler.
Parçaların yerleştirilmesi	Çok büyük ve ağır parçaların yerleştirilmesindeki riskler
Türbin parçalarının yükseğe kaldırılması	Parçaların yükseğe kaldırılmasında vinç kullanılması ve bunun beraberinde karşılaşılan tehlikeler
Montajların yapılması	Kanatların montaj yapılması ve yüksek çalışması esnasında kapalı alanda çalışma tehlikesi bulunmaktadır.
Tesisatlarına oluşturulması	Gerekli elektrik tesisatlarının oluşturulmasında dar ve küçük alanlarda çalışma tehlikesi bulunmaktadır.

Türbinlerin kurulum aşamasında iş kazalarına sebebiyet verecek tehlikeler mevcuttur. Bu tehlikelerden önemli bir kısmı şunlardır,

- 1) Yüksekten düşme, parçaların düşmesi
- 2) Yangın çıkması

- 3) Rüzgarın türbin parçalarını hareket haline getirmesi ve parçaların çarpması
- 4) Kapalı alanlarda çalışma sonucu havasız kalmak
- 5) Elle taşıma işlerinde yapılan çalışmalar,
- 6) Titreşim ile yapılan işler
- 7) Gürültü sonucu etkilenme
- 8) Yer ve zemin koşulları

Yukarıda sayılan iş kazasına sebebiyet verecek çalışmalar rüzgar türbininin kurulum aşamasında görülmektedir (Chaumel, Giraud, ve Ilinca, 2012).

Rüzgar türbinlerinin işletme ve bakım periyodları rüzgar türbin teknolojisine ve türbin tipine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Genel olarak rüzgar türbinlerine yılda 3 aylık periyodlarla toplam 4 bakım yapılmaktadır. Ayrıca 4 ya da 5 yılda bir kapsamlı mekanik bakımlarda yapılmaktadır. 3 aylık periyodlar ile yapılan bakımlar Görsel bakım, Yağlama bakımı, Elektrik bakımı ve Mekanik bakım olarak genellenebilir (Kısar, 2014).

Birçok sektörde karşılaşılan riskler rüzgar türbinlerinde de karşılaşılmaktadır. Bu risklerin neler olduğu Çizelge 1.6 gösterilmektedir (Muratdağı, 2015).

**Çizelge 1.6.** Rüzgar türbini bakımı sırasında karşılaşılan riskler

<b>RİSK NE OLDUĞU</b>	<b>RİSK NEDENİ</b>
Hava Koşulları	Kışın yapılan çalışmalarda rüzgar türbinlerinin yüksek olması bakım yapılırken iş kazasına sebebiyet verebilir. Yazın Aşırı sıcak havalarda ise güneş çarpması gibi riskler vardır.
Arazinin Durumu	Rüzgar Türbinleri genelde yüksek ve engebelli yerlerde kurulduğu için engebelli yollar iş kazasına sebebiyet vererebilir.
Yüksekte Çalışma	Rüzgar türbinleri çok yüksek olduğu için yüksekte çalışma yapılmakta gerekli önlemler alınmadığında düşme meydana gelebilir.
Dar ve Kapalı Alanlarda Çalışma	Rüzgar türbin parçalarının montajı yapılırken kapalı ve dar olması çalışanların havasız kalma riskine neden olabilir.
Buzlanma	Kış aylarından kanatlarda buzlanma olmakta ve buzların etrafa savrulması riski oluşabilir.
Yangın	Rüzgar türbinlerinde elektrik kaynaklı yangın riski görülebilir.
Acil Durumlardaki Tahliye Zorluğu	Rüzgar türbinlerde kapalı ve dar alanlarda çalışmalarda herhangi bir acil durumda tahliye riski görülebilir.

Rüzgar türbinlerinin bakım süreçlerinde yukarıda belirtilen riskler birçok sektörde bulunmakta olup görülen risklerin için alınacak önlemler ortak olarak belirlenmektedir.

### 1.4.3. Güneş enerji santrallerinin kurulum ve bakımı sırasında görülen riskler

Güneş Enerji Santralleri kurulumunda riskleri belirlemek çok önemlidir. Çünkü kurulum sırasında beklenmeyen birçok etken bulunur. Riskleri belirlemede amaç güvenilirliği, santral kurulumunun zamanında bitirilmesini, çalışanların sağlıklı ortamda çalışmasını sağlamaktadır. Güneş Enerji Santralleri Risk Analizi temel olarak 4 aşamaya ayrılır. Bunlar planlama, kurulum, devreye alma ve santralin çalışmasıdır. Planlama aşamasında Çizelge 1.5’de risk ve riskin sonucunda ortaya çıkan iş kazaları nedenleri verilmektedir (Ertem ve Dündar, 2017).

**Çizelge 1.7.** Güneş enerji santrallerinin planlama aşamasında oluşabilecek riskler ve olası sebepler

<b>RİSK</b>	<b>Riskin yol açabileceği nedenler</b>
Güneş paneli ve çeviricilerin seçilmesi	Güneş paneli ve çeviricilerin uyumlu olmaması durumunda yüksek voltajdan dolayı, santralin çalışması sırasında yüksek voltaj ve akım üretilse bile yasal sınırlara uyumsuzluk olabilmektedir.
Arazinin Konumu	Güneş panelinde planlama aşamasında arazinin konumundan dolayı engebeli olması iş kazası meydana gelebilir.
Hava koşulları	Arazinin bulunduğu hava koşullarına göre güneş paneli ve çevirici hesaplamalarına etken olacağından dolayı santralin projelendirilmesi, arazi konumu ve hava koşulları göz önüne alınarak yapılması gerekir.
Santralin Projelendirilmesi	Kullanılacak tüm kabloların kesitleri, kesicilerin ve sigortaların teknik özelliklerine bakılarak santralin simülasyonu yapılmalıdır.

Kurulum aşamasında kurulum için gerekli bilgiler toplanmış ve belirlenmiş olmalıdır. Çizelge 1.8’de kurulum aşamasındaki riskler verilmiştir (Ertem ve Dündar, 2017).

**Çizelge 1.8.** Güneş enerji santrallerinin kurulum aşamasında oluşabilecek riskler ve olası sebepler

<b>RİSK</b>	<b>Riskin yol açabileceği nedenler</b>
Malzeme Temini	Güneş santralleri için seçilen malzemeler iş sağlığı ve güvenliğine uygun prosedürde olmalıdır.
Kurulum Süreci	Bu süreçte önceden belirlenen riskler dikkate alınarak süreç gerçekleştirilmelidir.
Konstrüksiyon Yerleştirilmesi	Topraklama çubukları, yıldırım koruması tasarımlarına bakılmalıdır.
Kablo Bağlantılarının Yapılması	Enerji taşıyıcı oldukları için kablolar özen ile seçilmelidir.

Devreye alma aşamasında santral kurulumu bitirilmiş halde olmalı ve bu süreçte de riskler mevcut olup Çizelge 1.9’de belirtilmiştir.

**Çizelge 1.9.** Güneş enerji santrallinin devreye alma aşamasında olabilecek riskler ve olası sebepler

<b>RİSK</b>	<b>Riskin yol açabileceği nedenler</b>
Sistemin çalıştırılması	Güneş enerji santralinin sisteminin çalıştırılması için prosedürü olmalıdır.
Sistemin kontrolü	Sistemin devreye alınması için santralin gerekli testlerinin yapılması gereklidir.
Raporlama	Sistemin gerekli testlerinin yapılmasından sonra raporlanmalıdır.

Sistemin çalışması aşamasında ise güvenli bir şekilde olmalıdır. Santralin çalışmaması ve şebekeye bağlı olmaması üretilen elektriğin saha ortamında durmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla çalışanların elektrik akımına ve voltajına maruz kalması söz konusudur. Çizelge 1.10’da sistemin güvenli çalışabilmesi için dikkat edilmesi gereken riskler verilmiştir (Ertem ve Dünder, 2017).

**Çizelge 1.10.** Güneş enerji santrallinin çalışması aşamasında olabilecek riskler ve olası sebepler

<b>RİSK</b>	<b>Riskin yol açabileceği nedenler</b>
Fizibilite Analizi	Santralin konumuna göre yıllık güneşlenme, sıcaklık, yağış, kar, sismik vb. parametreler kontrol edilerek santralin kurulumuna yönelik ön çalışmadır.
Sorun Tespiti	Santralin herhangi bir arızasında derhal müdahale için önlem alınmalıdır.
Önleyici Bakım	Santralin uzaktan izleme sistemi sayesinde saatlik, günlük ve aylık olarak elektrik üretim miktarının izlenmesi, santralde arıza durumunda uyarı vererek, acil müdahale etme olanağı verebilmektedir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Albrechtsen (Albrechtsen, 2012) tarafından yapılan çalışmada yeni teknolojiler ve iş süreçleriyle ilgili güvenlik ile sorunları genellikle bir doğrusal bir eğri çizer. İçinde bir yaşam döngüsünün başlangıcı, ekipman, insan ve organizasyon yapıları genellikle istenmeyen olayların sonuçları değerlendirilmiştir. Norveç rafinerisindeki açık deniz petrol ve gaz endüstrisinin ilk günlerindeki yapılan çalışma bunun bir örneğidir. Bu örnekte bir süre yapılan çalışmada güvenlik performansı artırılmış, daha sonra daha da artmakta olan daha iyi ve daha sabit bir güvenlik performansı belirlenir. Ekipman, insanlar ve organizasyon yapılarının güvenlik kültürleri tükenmeye başladığında güvenlik yaşam döngüsü aşamaları tekrar baştan performans artırmak için ve güvenlik performansı sabit hale gelene kadar devam eder. Rüzgar endüstrisinin, ciddi güvenlik sorunları yaşayabilecek yeni bir endüstri olduğunu açıklamıştır. Tveiten ve ark. ise meslek kazalarının sıklığını göstermektedir. Rüzgar endüstrisinde yüksek ve ölümcül sonuçlara sahip kazalar içerdiğini açıklamış mesleki güvenlik riski bir rüzgar çiftliğinin tüm yaşam döngüleri sırasında ele alınabilir: tasarım, kurulum, işletme ve bakım ve hizmetten çıkarma aşamaların tamamında görülen risklerin neler olduğunu ayrı ayrı çalışılmıştır.

Yapılan bu tez çalışmasında emsal bir şekilde, gelişen teknoloji ve artan enerji ihtiyacı ile beraber iş süreçlerindeki iş sağlığı ve güvenliği konusunda da benzer bir şekilde artış göstermiş ve günümüzde yenilenebilir enerji konusunda çıkarılmış mevzuatların yeterliliği irdelenmiştir. Fakat yukarıdaki yapılan çalışmadan farklı olarak bu çalışmada iş sağlığı ve güvenliği yönünden çıkarılmış mevzuatlar incelenmiş bunların yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğine yeni bir yaklaşım getirilmiştir. Bununla beraber yapılan çalışmanın her ikisinde de rüzgar endüstrisinde ekipman, insan ve organizasyon yapılarının riskleri olduğu ortaya konulmuş ve bunlar ile ilgili yeni risklerin değerlendirilmesi için yaklaşımlar geliştirilmiştir. Yine yapılan her iki çalışmada da rüzgar endüstrisinde ciddi güvenlik sorunlarının olduğu bunların rüzgar çiftliğinin tüm yaşam döngülerinde bu döngüler ise tasarım, kurulum, işletmeye alma ve bakım yapılan hizmetlerde görülen tehlikelerin neler olduğu ve riskleri belirtilmiştir. Yukarıda belirtilen çalışmadan farklı olarak belirlenmiş risklerin değerlendirmesinden sonra yenilenebilir enerji kaynakları ve iş sağlığı ve güvenliği konusunda çıkarılmış mevzuatların bu risklerle ilgili alınması gereken önlemlerin neler olduğu açıklanmıştır.

Ayrıca Albrechtsen (Albrechtsen, 2012) bu çalışmasında öncelikle tehlikeler ve kaza senaryolarına genel bir bakış sunmaktadır. İkincisi, raporların tartışması bunların ve diğer kazaların, tehlikelerin ve kırılmalıkların önlenmesinden veya rüzgar endüstrisinde ele alındığından emin olmak için güvenlik yönetimi gereksinimleri ele alınmıştır. İş kazası senaryolarına genel bakış ve güvenlik yönetimi tartışmaları gereksinimler temel olarak iki kaynağa dayanmaktadır: güncel araştırma literatürünün ve kitle iletişim araçlarının gözden geçirilmesi konferanslar ve konferanslar Avrupa Rüzgar Sağlık ve Güvenlik Konferansı sunumları 2011 ve 2011 konferansında sağlık ve güvenlik üzerine bir oturumlar ortaya konmuştur.

Bu çalışmada veriler rüzgar türbinlerinin işletme ve kurulum aşamalarında en çok görülen operasyonlarda ortaya çıkan riskler incelendiğinde kurulum aşamasında ağır parçaların kaldırılması sırasında parçaların düşmesi, herhangi bir acil durumda çalışanların güvenliğinin sağlanmasının çok zor olduğu görülmektedir. Bundan dolayı her iki çalışmada ortaya konan sonuçlar birbirlerine benzerlik olduğunu çalışmada göstermektedir.

Çelik ve Utlı (Çelik ve Utlı, 2005) tarafından rüzgar enerji santrallerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları hakkında yapılan çalışmada rüzgar enerji santrallerinde olan riskler belirlenmiş, iş sağlığı ve güvenliğinin amacının ve hedefinin ne olduğu gibi çözüm önerileri sunulmuştur. Ayrıca rüzgar enerji santrallerinde türbinlerin üretimi, taşınması, kurulması, işletmeye alınması ve bakım sırasında meydana gelen iş kazası verileri ile türbinlerin ani aşırı gerilim ve yıldırıma karşı korunması ve elektrik teçhizatının bakım işletmesinde alınması gereken önlemler verilmektedir.

Yapılan bu tez çalışmasında yukarıda yapılan çalışma verilerine bakıldığında benzerlikler görülmektedir. Bu çalışmada da rüzgar enerji santrallerinde kurulum aşamasından işletmeye almaya ve bakımı sırasında görülen riskler belirlenmiş ve bu riskler iş sağlığı ve güvenliği çatısı altında incelemesi yapılmıştır. Aynı zamanda iki çalışmada da meydana gelen iş kazası verileri verilmektedir. Ancak bu çalışmada iş kazası verilerininin 31 Mart 2018 yılına kadar olan ve iş kazaları daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konmaktadır.

Crabtree, Zappala ve Hogg (Crabtree, Zappala, ve Hogg, 2015) tarafından, Birleşik Krallık 'da rüzgar enerjisi üretiminin gelişimi ve zorluklar üzerine bir tartışma sunulmaktadır. Özellikle açık denizde güvenilirlik, performans ve durum izleme dahil

olmak üzere rüzgar endüstrisinin karşılaştığı zorluklar verilmiştir. Ayrıca kıyıda esen rüzgar türbin performansı zamanla gelişmiştir ve rüzgar endüstrisi, öğrenmeyi erken deneyimlerden elde etmeyi başarmaktadır. Daha yakın zamanda kurulan çiftliklerde daha iyi performanslar elde edilmiştir. Türbin bulunabilirliğindeki bu gelişmelere rağmen, maliyet rüzgârdan, özellikle açık denizden gelen enerji, ticari olarak geçerli bir üretim kuşağı olmak için güvenlik seviyesini en yüksek de tutması gerektiğini ileri sürmektedir.

Açık deniz üzerinde kurulan rüzgar türbinlerinin normal kara üzerinde kurulan rüzgar türbinlerinden bakım ve kurulum aşamasında ortaya çıkan iş sağlığı ve güvenliği risklerinde bazı farklılıklar olduğu görülse de genel anlamda aynı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada ise kara üzerinde kurulan rüzgar enerji türbinleri dikkate alınmış ve bu santrallerde görülen iş sağlığı ve güvenliği yönünden uygulanan mevzuatların uygulanabilirliği irdelenmiştir.

Bu tez çalışmasında rüzgar enerji santralleri incelendiğinde bu santrallerde görülen ve en çok karşılaşılan güçlükler ve en çok kazaya sebebiyet veren bileşenlerin neler olduğu istatistiklerle beraber verilmektedir. Bu bileşenler ise bıçak hatası, yangın, yapısal hata, buzlanma, rüzgar türbin parçalarının inşaat sahasına taşınması, çevresel hasarlar ve diğer muhtelif nedenler olduğu görülmektedir. Ayrıca kurulu rüzgar türbinleri incelendiğinde bu çalışmada bulunan risklerle aynı olduğu belirlenmiştir.

Altın ve Taşdemir (Altın ve Taşdemir, 2018), Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlığı Kurs müfredatına uygun olarak İş Sağlığı ve Güvenliği Kitabı hazırlamışlardır. Aynı zamanda kitapta İş Sağlığı ve Güvenliği ilgili alanında akademik çalışmaları bulunan A, B ve C sınıfı İş Güvenliği uzmanı olmuş kişiler tarafından bu konuda tecrübeli kişiler olduğu anlaşılmaktadır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

A) Araştırma ülkemizde çıkarılan iş sağlığı ve güvenliği alanındaki yasal mevzuatlar incelenmiş, bu yasal mevzuatlar ise;

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ve Enerji Bakanlığı tarafından çıkarılmış kanunlar irdelenmiş olup bu kanunların İş Sağlığı ve Güvenliği yönünden rüzgar enerji sektöründe yenilikleri incelenmiştir.

1) İş sağlığı ve güvenliği alanında çıkarılmış kanunlar araştırılmış,

Ülkemizde çıkarılan iş kanunları 5 tane olup şuan günümüzde halen yürürlükte olan 2003 yılında çıkarılan 4857 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu ve 2012 yılında çıkarılan 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunudur. Bu kanunlar çalışanların çalışma koşullarını düzenlemektedir. 4857 ve 6331 sayılı iş kanunları incelenmiş tez ile ilişkilendirilmiştir.

2) Yenilenebilir enerji sektöründe iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili mevzuat incelemesi,

Ülkemizde Enerji Bakanlığı tarafından yenilenebilir enerji konusunda mevzuat çıkarılmıştır bunlar; 25819 sayılı Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun 2005 yılında çıkarılmış, 2014 yılında çıkarılmış 29033 sayılı Rüzgar ve güneş enerjisine dayalı önlisans başvuruları için yapılacak rüzgar ve güneş ölçümleri uygulamalarına dair tebliğ, 2013 yılında çıkarılmış 28783 sayılı Elektrik piyasasında lisansız elektrik üretimine ilişkin yönetmeliğin uygulanmasına dair tebliğ, 2010 yılında çıkarılmış 27605 sayılı Enerji sektörü araştırma-geliştirme projeleri destekleme programına (enar) dair yönetmelik ve 2016 yılında 29852 sayılı Yenilenebilir enerji kaynak alanları yönetmeliği incelenmiş olup bu mevzuatların rüzgar enerji sektörü ile ilişkilendirilmiştir.

3) Çalışma ve sosyal güvenlik bakanlığının çıkardığı tüzükler ve yönetmelikler incelenmiştir bular ise;

Ülkemizde bakanlığın çıkardığı çok fazla yönetmelik mevcut olup bunların bir kısmını tezimizde ele alacağız bunlar;

- 2013 yılında çıkarılan 28721 Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılan 28743 sayılı Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28717 sayılı Elle taşıma işleri yönetmeliği.

- 2012 yılında çıkarılmış 28512 sayılı İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yönetmeliği.
- 2013 yılında çıkartılmış 28762 sayılı Sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmeliği.
- 2013 yılında çıkarılmış 28695 sayılı Kişisel koruyucu donanımlarının işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28681 sayılı İşyerlerinde acil durum hakkında yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28648 sayılı Çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin usul ve esasları hakkında yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28628 sayılı İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği.
- 2013 yılında çıkarılmış 28710 sayılı İşyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28786 sayılı Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği yönetmeliği.

Ülkemizde çıkarılan bu yönetmelikler tezimizde incelenip bunların rüzgar ve güneş enerji sektörü ile ilişkilendirilmiştir.

**B)**Araştırma güneş ve rüzgâr enerjisi üretiminde kurulum ve bakım süreçlerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından riskleri araştırılmış;

- 1) Rüzgar türbin parçalarının inşaat sahasına ulaştırılmasında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin neler olduğu literatür araştırması yapılarak ortaya konmuştur. Ayrıca rüzgar türbinlerinin kurulum sahasına gidilerek karşılaşılan risklerin neler belirlenmiştir.
- 2) Rüzgar Türbinlerin ve güneş enerji santrallerinin kurulumu ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği risklerinin literatür taraması yapılmış ve kurulum aşamasında tehlikelerin neler olduğu ve riskleri belirlenmiştir.
- 3) Rüzgar türbinlerinin ve güneş enerji santrallerinin bakım faaliyetleri ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği riskleri incelenmiştir. Rüzgar türbin sahasına gidilerek işletme esnasında ve bakımlarında ne gibi tehlike ve risklerin olduğu incelenmiştir.

C)Bu bilgiler ışığında rüzgar ve güneş enerji santrallerinde meydana gelen kazalar araştırılmış;

- 1) Meydana gelen iş kazaları taranarak ve istatistik kullanılarak incelenerek, kazaya en fazla sebep olan etkenler belirlenmiştir,
- 2) Rüzgar ve güneş enerji üretiminde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında mevcut yönetmelik ve mevzuatın eksik tarafları belirlenmiştir.

#### 4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları ve iş sağlığı ve güvenliği yönünden çıkarılmış aşağıda verilen mevzuatlar incelenmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları yönünden çıkarılan mevzuatlar;

- 2005 yılında çıkarılmış 25819 sayılı Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun,
- 2014 yılında çıkarılmış 29033 sayılı Rüzgar ve güneş enerjisine dayalı önlisans başvuruları için yapılacak rüzgar ve güneş ölçümleri uygulamalarına dair tebliğ,
- 2013 yılında çıkarılmış 28783 sayılı Elektrik piyasasında lisansız elektrik üretimine ilişkin yönetmeliğin uygulanmasına dair tebliğ,
- 2010 yılında çıkarılmış 27605 sayılı Enerji sektörü araştırma-geliştirme projeleri destekleme programına (enar) dair yönetmelik
- 2016 yılında 29852 sayılı Yenilenebilir enerji kaynak alanları yönetmeliği

İş sağlığı ve güvenliği yönünden çıkarılmış mevzuatlar;

- 2013 yılında çıkarılan 28721 Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılan 28743 sayılı Çalışanların titreşimle ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28717 sayılı Elle taşıma işleri yönetmeliği.
- 2012 yılında çıkarılmış 28512 sayılı İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yönetmeliği.
- 2013 yılında çıkartılmış 28762 sayılı Sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmeliği.
- 2013 yılında çıkarılmış 28695 sayılı Kişisel koruyucu donanımlarının işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28681 sayılı İşyerlerinde acil durum hakkında yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28648 sayılı Çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin usul ve esasları hakkında yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28628 sayılı İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği.

- 2013 yılında çıkarılmış 28710 sayılı İşyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmelik.
- 2013 yılında çıkarılmış 28786 sayılı Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği yönetmeliği.

Mevzuatlar incelenmiştir.

Bu tez çalışmasında rüzgar ve elektrik enerji sektöründe görülen iş kazaları istatistikleri verilmiştir.

#### **4.1. Yenilenebilir enerji kaynakları hakkında çıkarılmış mevzuatın iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi**

Yenilenebilir enerji kaynakları ile alakalı İş sağlığı ve Güvenliği açısından herhangi çıkarılmış düzenleme yoktur. Rüzgar enerjisi olsun güneş enerjisi olsun bu sektörlerinde de yine aynı şekilde çıkarılmış herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili mevzuatlar aşağıda verilmektedir.

- 6446-Elektrik Piyasası Kanunu
- 5346-Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun
- Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği
- Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik
- Rüzgar Kaynağına Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirmesi Hakkında Yönetmelik
- Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirmesi Hakkında Yönetmelik
- Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Yerli Aksamın Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik
- Rüzgar Veya Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi Kurmak Üzere Yapılan Önlisans Başvurularına İlişkin Yarışma Yönetmeliği
- Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programına (Enar) Dair Yönetmelik

- Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Rüzgar Gücü İzleme Ve Tahmin Merkezine Bağlanması Hakkında Yönetmelik
- Rüzgar Ve Güneş Enerjisine Dayalı Önlisans Başvuruları İçin Yapılacak Rüzgar Ve Güneş Ölçümleri Uygulamalarına Dair Tebliğ
- Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliğ

Yukarıda belirtilen yenilenebilir enerji sektörü ile alakalı mevzuatlar verilmiştir. Bu mevzuatların rüzgar ve güneş enerji sektörlerinde iş sağlığı ve güvenliği ile alakalı olan mevzuatlar incelenmiştir.

#### **4.1.1. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunun iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi**

Bu Kanunun enerji konusunda ülkemizde elektrik enerjisinin dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla elektrik enerjisi üretiminin artırılması, yine bu elektrik üretimi yapılırken iş sağlığı ve güvenliği yönünden güvenilir olmasını, ekonomiye katkı sağlayarak kaliteli bir elektrik üretimini ortaya koymasındır. Kanunun diğer bir amacının elektrik üretiminde çeşitlilik ortaya çıkarılması, temiz bir çevre oluşturmak ve bu yönüyle iş sağlığı ve güvenliği açısından insanların enerjiyi kullanmasını amaçlamıştır (Anonim, 2005).

Yukarıdaki kanunun amacında yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenilir bir şekilde ülkemize kazandırılması gerektiğini açıklanmaktadır. Rüzgar ve güneş enerji sektöründe gerekli güvenlik önlemleri alınarak iş kazası ve meslek hastalığı azaltılmalıdır.

#### **4.1.2. Rüzgar ve güneş enerjisine dayalı önlisans başvuruları için yapılacak rüzgar ve güneş ölçümleri uygulamalarına dair tebliğinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi**

Bu çıkarılmış tebliğinin amacı elektrik üretimi yapılmasında elektrik üretiminde kontrol ve ölçümlerin uygulanmasına bunların değerlendirmesine dayanarak ortaya konmuş bir tebliğdir.

Enerji üretiminde üretim değerlendirmesi yapılmak amacıyla yapılan ölçümlerde rüzgar güllerinin direklerinin 30 metre yukarısından en yüksek yerinden yapılmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği yönünden bakıldığında yüksekte çalışma yapılmaktadır (Anonim 2014). Bu ölçümler yapılırken çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bakımından güvenli olup olmadığı dikkate alınmalıdır.

#### **4.1.3. Elektrik piyasasında lisansız elektrik üretimine ilişkin yönetmeliğin uygulanmasına dair tebliğinin iş sağlığı ve güvenli yönünden incelenmesi**

Bu Yönetmeliğin amacı elektrik üretiminde insanların enerjisini kendilerine uygun en yakın elektrik üretim yerlerinden almasını elektrik üretiminde ülkeye katkı sağlaması amacı ile herkesin elektrik üretimine katkıda bulunmasını amaçlamaktadır. Elektrik enerjisini üretirken iş sağlığı ve güvenliği yönünden gerekli tedbirlerin işveren tarafından alınmasını sağlayarak elektrik enerjisinden güvenli bir şekilde kullanmayı hedeflemektedir. Diğer bir yönden ise elektrik üretiminde insanların şirket kurma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır.

İşveren elektrik üretiminde üretim tesisinin imalatından işletmeye kullanmasına kadar iş sağlığı ve güvenliği bakımından üretimde alınması gereken bütün tedbirleri almak ile sorumludur. Bununla birlikte elektrik üretiminde iş sağlığı ve güvenliği yönünden herhangi bir düzenleme bulunmamasından dolayı bu elektrik üretiminde baştan sona kadar çalışma alanına göre çalışanların sağlık ve güvenliğinden sorumlu olmaktadır (Anonim 2013 a).

Bu tebliğde lisansız elektrik üretiminden bahsedilmekte ve iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınacak tedbirlerin üretim yapan gerçek veya tüzel kişiye ait olduğundan bahsedilmektedir.

#### **4.1.4. Enerji sektörü araştırma-geliştirme projeleri destekleme programına (enar) dair yönetmeliğin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi**

Bu yönetmelikte Enerji ve Tabii kaynaklar bakanlığının enerji üretiminde yapılan işlemlerin uygunluğuna bakılmaktadır. Aynı zamanda enerji üretiminde güvenliğinin alınması için yapılacak çalışmaların neler olabileceği ve elektrik üretiminde yerli yatırımcılara verilecek kalkınma çalışmalarının kapsamında yapılacak işlemlerin nasıl olabileceği enerji üretiminde kullanılacak ürünlerin neler olduğu, kurulumun nasıl yapılacağı bu sürecin işlemleri, uygulamaya dökülmesinden bahsedilmektedir. Bu yönetmelikte elektrik üretiminin yapılmasının izlenmesi

yapıldığından bahsedilmektedir. Tebliğde lisansız elektrik üretiminden bahsedilmekte ve iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınacak önlemlerin üretim yapan gerçek veya tüzel kişiye ait olduğundan bahsedilmektedir.

Elektrik enerji üretiminde insanların elektriğinin kendisinin üretmesi teşvik edilmektedir. Elektrik enerji üretiminde kullanılan bütün maliyetleri üretim ve işlemeye alınmasına kadar geçen sürede yapılan harcamaları destek olarak vermektedir. Bu destekleri sözleşme imzalamada belirtilmektedir. Ayrıca sözleşme dışında yapılan veya sözleşmeden önce yapılan masrafları yapılan harcamaları desteklememektedir (Anonim 2010).

Bu yönetmelikte yenilenebilir enerji sektöründe yapılacak araştırma-geliştirme projelerinden bahsedilmektedir. Elektrik üretimi yapılan santrallerde gider maliyetlerinden bahsedilmiş olup iş güvenliği konusunda giderlerinde işverene ait olduğu konu alınmıştır.

#### **4.1.5. Yenilenebilir enerji kaynak alanları yönetmeliğinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi**

Bu Yönetmeliğin adı geçen devlet ve hazine malları ve özel taşınmazlara çok yüksek miktarda enerji sağlanması amacıyla yenilenebilir enerji kaynak alanları (YEKA) oluşturmaktadır. Bu enerji kaynaklarının güvenli, avantajlı, devamlı ve verimli bir şekilde bu konuda yapılan yatırımların sürekli bir şekilde elektrik enerji üretiminin yapılması için ülke içinde ve ülke dışında teknolojinin çok verimli bir şekilde kullanılmasını belirtmektedir.

Bu yönetmeliğin altıncı bölümünde iş sağlığı ve konusundan bahsedilmekte, YEKA'nın daha verimli ve güvenli bir şekilde aşağıdaki kısımlara uyulmaktadır;

- YEKA'da belirtilen güvenliğin tehdit eden herhangi bir unsur bulunmasında elektrik üretim tesisi kurulamaz. Fakat YEKA tarafından belirtilen elektrik enerjisi üretiminde kullanılan alanların korunması için alınacak güvenlik önlemleri alındıktan sonra bakanlığın izni ile enerji üretim tesisi kurulumu yapılabilir.
- YEKA'da kullanılacak yerlerin doğal örtüsünün bozulmaması ve bunun elektrik üretimi süresince korunmasının yapılmasının temel alınmaktadır (Anonim 2016).

#### 4.1.6. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu

İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili Ülkemizde ilk olarak çıkarılan kanun 1936 yılında çıkarılan 3008 Sayılı İş Kanunu olarak yürürlüğe girmiştir. Ülkemizde 1967 ve 1971 yıllarında İş Kanunu çıkarılmış ve 2003 yılında çıkarılan 4857 sayılı kanun yürürlüğe konulana kadar yürürlükte kalmış ve daha sonra yürürlükten kaldırılmıştır. Daha sonra 4857 sayılı kanun ülkemizde uygulanmaya başlanmış ve günümüzde de hala kalıcı olarak devam etmektedir. Kanunun yürürlüğe girmesiyle İş Sağlığı ve Güvenliği alanında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir.

2012 yılında 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu 4857 sayılı iş kanunu yürürlükten kaldırılmadan farklı bir kanun olarak yasalaşmıştır. 6331 sayılı kanun yürürlüğe girmesiyle birlikte çalışma yaşamında bir çok düzenlemeler getirmiştir (Obuz, 2016).

Bu kanun tüm iş yerlerinde çalışma alanları bakılmaksızın çalışanların ve işyerinin sağlık ve güvenlik yönünden yapılacak çalışmaların neler olduğu bu konuda işverenin sorumluluğunun neler olduğunu belirtmektedir. Bu kanunun hükümleri bazı işyerlerinde yapılan çalışmaları kapsamaz bu işyerlerinde yapılan çalışmalar ise; (Anonim 2012 a).

- TSK, genel kolluk kuvvetleri ve MİT Müsteşarlığının müdahale sırasında yapılan faaliyetleri.
- Afetlerde yapılan müdahale faaliyetleri.
- Ev hizmetlerinde yapılan çalışmalarda.
- Kendi namına çalışan çalıştırmaksızın kendi nam ve hesabına çalışan işverenleri.
- Tutuklulara uygulanan infaz işlemlerinde bu kanunun hükümleri uygulanamaz.

Yukarıda belirtilen beş madde dışında bütün işyerlerinde bu kanunun hükümleri uygulanır. Rüzgar ve güneş enerji santrallerinde kurulum işletme esnasında da bu kanunun hükümleri geçerlidir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanuna dayanılarak çok sayıda yönetmelik ve tebliğ çıkartılmıştır.

#### 4.1.6.1. Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi

İstenmeyen ses gürültü olarak tanımlanmaktadır. rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde iş sağlığı ve güvenliği risklerinden biri gürültüdür. Yalnız bu enerji kaynakları için gürültü riskinin önlenmesi konusunda herhangi bir mevzuat bulunmamaktadır. Çalışanları gürültüden korunmak için iş sağlığı ve güvenliği alanında çıkartılmış gürültü yönetmeliğine bakılmaktadır.

Gürültü rüzgar türbinleri oluşturan çalışan parça elemanlarından meydana gelen gürültü ve havanın türbin kanatlarının etkileşimi ile oluşan aerodinamik gürültü olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Yüksek derecede gürültü meydana getiren mekanik bileşenler şanzıman, jeneratör, dişlilerin bulunduğu kısım ve türbinlerde bulunan diğer yardımcı kısımlardır. Mekanik gürültü, türbinin yüzeyleri ve açıklıklar tarafından yayılır. Rüzgar türbinlerinde parçalardan kaynaklanan gürültü parça teması sırasında ortaya çıkan ve parçaların hareketi sırasında meydana gelen gürültüdür. Aerodinamik gürültü ise rüzgar-kanat etkileşimi nedeniyle oluşan gürültüdür (CanWEA; HGC Engineering, 2007).

Güneş sistemlerinde işletme anında çıkardıkları gürültü çalışanlara zararı söz konusu olmayıp kurulum esnasında gürültü açığa çıkarırlar (Tsoutsos at all, 2005)

6331 sayılı iş kanunu hükümlerinin uygulandığı ve bu kapsamda tüm iş yerlerinde uygulanmak üzere çalışanların gürültü ile alakalı tehlikelerden korunmaları için bu yönetmelik çıkartılmıştır. Bu yönetmelikte bu işlerde çalışanlar için maruziyet eylem ve sınır değerleri Çizelge 4.1. de verilmiştir (Anonim 2013 b).

**Çizelge 4.1.** Gürültü ile çalışılarda maruziyet etkin-sınır değerleri

Yasal Kavramlar	sınır ve etkin değerler	Yapılacak işlemler
En düşük maruziyet eylem değeri	Günlük/Haftalık $\geq 80$ dB(A)	İşveren işyerinde kulak koruyucu bulundurma zorunluluğu vardır.
En yüksek maruziyet eylem değeri	Günlük/Haftalık $\geq 85$ dB(A)	İşveren işyerinde kulak koruyucu kullanırma zorunluluğu vardır.
En yüksek maruziyet eylem değeri	Günlük/Haftalık $\geq 87$ dB(A)	İşyerinde aşılması gereken sınır.

Gürültü için maruziyet belirlenirken ölçüm cihazları kullanılarak günlük veya haftalık ölçüm yapılarak maruziyet eylem değerleri belirlenir. Maruziyetin önlenmesi ve azaltılması hakkında işveren çalışma yapar. İşveren çalışanlarını gürültüden kaynaklanacak riskler hakkında bilgilendirme yapar ve görüşlerinin alınmasını ve katılımlarını sağlar (Anonim 2013 b).

#### 4.1.6.2. Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi

Titreşim mekanik bir sistemdeki denge noktasındaki salınım hareketleri olarak tanımlanmaktadır. Titreşim çalışanlara el-kol ve vücut titreşimi olmak üzere iki şekilde risk etmeni olmaktadır.

Rüzgar enerji santrallerinde gerilimin asimetrik olması aynı zamanda meydana gelen voltajdan kaynaklanan dalgalanmalar santrallerde titreşim meydana getirmektedir. Rüzgar enerji santrallerinde bulunan şebekelerin çok fazla miktarda bir kısmı rüzgar enerji santrallerinden alıyorsa enerjisini buda rüzgar hızına göre şebeke de dalgalanmalar oluşturur. Bu da titreşim meydana getirir. Voltaj farklılıkları rüzgar hızının farklılığından, enerjinin şebekeye verilmesinden ortaya çıkmaktadır (Ağçay, 2007).

Çalışanların titreşimle ilgili titreşim tehlikelerinden güvenli bir şekilde çalıştırılmaları için belirli titreşimle ilgili olması gereken değerleri el-kol ve vücut titreşimleri ayrı ayrı verilmiştir. Çizelge 4.2’de sınır ve eylem değerleri gösterilmektedir (Anonim 2013 c).

**Çizelge 4.2.** Titreşimin maruziyet sınır ve eylem değerleri

Çalışma süresi	El-kol titreşim değeri	Bütün vücut titreşim değeri
Günlük yapılan çalışmalar için maruziyet sınır değeri	5 m/s <sup>2</sup>	1,15 m/s <sup>2</sup>
Günlük yapılan çalışmalarda maruziyet eylem değeri	2,5 m/s <sup>2</sup>	0,5 m/s <sup>2</sup>

Çalışanları titreşimlerden korunması için maruziyetin belirlenmesinde kalınan mekanik titreşim düzeyini, işyerinde yapılan risk değerlendirmesi dikkate alınır ve ölçümler yapılarak belirlenir. Mekanik titreşime maruziyet düzeyi değerlendirirken

kullanılan ekipmanla yapılan çalışmalara, ekipmanın kullanıldığı özel koşullarda oluşabilecek titreşimler dikkate alınır. İşveren aşağıdaki tedbirleri alır;

- Maruziyetin önlenmesi veya azaltılması
- Maruziyetin sınırlandırılması
- Çalışanların bilgilendirilmesi ve eğitim
- Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımlarının sağlanması
- Sağlık gözetimi

Yukarıda belirtilen tedbirleri işveren almakla yükümlüdür (Anonim 2013 c).

#### **4.1.6.3. Elle taşıma işleri yönetmeliğinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi**

Elle taşıma yapılacak bir çalışmanın yukarı doğru yükseltilmesi, aşağı doğru yükseltinin azaltılması, yükün ötelenmesi ve yer değiştirmesi gibi yapılan çalışmalar elle taşıma işlemleridir. Elle taşıma işleri yapılırken de çalışanların iş sağlığı ve güvenli yönünden sağlığını tehdit edecek sırt ve bel sakatlanması gibi olumsuz durumlar meydana getirebilecek çalışmaları kapsamaktadır.

Rüzgar ve güneş enerji santrallerinde kurulum esnasında elle taşıma işleri yapılmaktadır. Bu işlerde risklerin büyük çoğunluğu çalışma yapılan alanın engebeli olmasından meydana gelen insan yaralanmaları ortaya çıkması, diğer bir taraftan çalışanların çalışma ortamının çok uygun olmayışı sebebiyle taşınacak malzemenin yönetmelikte belirtilen standartlarda taşınmanın oluşmaması, gibi faktörler işletme esnasında elle taşıma işlerinde çok fazla görülmemektedir. Elle taşıma işlerinde bel sırt incinmelerinden çalışanları korunması sağlamak için asgari gerekler belirlenmelidir.

Elle taşıma işleri yönetmelik yüklerin elle taşınması yerine yükün uygun yöntemlerle, özellikle mekanik sistemler kullanılarak taşınmalıdır. Yükün elle taşınması kaçınılmaz olduğu durumlarda dikkat edilecek hususlar;

- Taşınacak yük fazla büyüklükte ise,
- Taşınacak yük dengesiz bir yük ise,
- Taşınacak yük homojen dağılımlı değil ise,
- Yükün taşınması için vücudumuza şekil vermemiz gerekiyor ise,
- Yükün çalışanlara zarar verecek şekildeyse

Yukarıda verilen durumlarda elle taşıma yapıldığı zaman iş kazasına sebep olabilecek başlıca riskler verilmiştir.

Elle taşıma işlerinde işveren iş ve işin yapıldığı organizasyonunu, göz önüne almalıdır. Kişisel tehlike etkenleri ile birlikte çalışılan alanların engebeli olması, iş elbiselerin yetersizliği ve bunların çalışanların kendi bireysel eşyalarının gerektiği gibi olmaması ve bu alanda çalışanlara gerekli eğitimlerin verilmemesi ile birlikte bu alanda çalışma yapılanların risk altında olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı işveren çalışanları bilgilendirme ve eğitim vermeli, çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımlarının sağlamalıdır (Anonim 2013 ç).

#### **4.1.6.4. İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yönetmeliği**

Herhangi bir çalışma yapılan işyerinde bulunan tehlikelerin neler olduğunun bilinmesi, bunların çalışanlar açısından risk teşkil etmesine neden olan etkenlerin ortaya çıkarılması bu risklerin nelerden meydana geldiğinin bulunması ve bunlarla başa çıkabilmek için ne gibi önlemlerin alınması gerektiğini ortaya çıkarmak amacıyla bu yönetmelik çıkarılmıştır.

İşyerlerinin tamamında, yapılan işlerin her aşamasında risk değerlendirmesi yapılması gerekir. 6331 sayılı iş kanununun 10 uncu maddesine bakıldığında işyerlerinde işverenleri “*risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmakla*” yükümlü tutmuştur. Bundan dolayı bütün işyerlerinde uygulanmak üzere bu yönetmeliğin yürürlüğe girmiştir. İlgili yönetmeliğe göre;

**Tehlike:** Çalışma yapılan işyerlerinde dışarıdan veya içerinden zarar verme potansiyeli olan her şey tehlike olarak tanımlanmaktadır.

**Risk:** İşyerlerinde tehlike ve bu tehlikenin riske dönüşmesinde ortaya çıkan tehlikenin derecesine ve şiddetinin bileşenine bağlıdır.

**Ramak kala olay:** İş yerlerinde meydana gelen olayların kaza olmasına rağmen zarar vermeyen olayları tanımlamaktadır.

**Kabul edilebilir risk seviyesi:** İşyerlerinde insanların güvenli bir şekilde çalışması için iş yerlerini riskin en az seviyede tutan seviyedir.

İşveren risk değerlendirmesi ekibi kurmakla yükümlüdür. Bu ekip de ise aşağıdakiler bulunmalıdır;

- ✓ İşyerlerinde bulunan işveren veya işvereni temsil eden vekili
- ✓ İş sağlığı ve güvenliği uzmanı
- ✓ İşyeri hekimleri
- ✓ İşyerinde bulunan çalışan temsilcileri.
- ✓ İşyerinde acil durumlardan sorumlu kişiler

risk değerlendirme ekibinde bulunmalıdır.

Yukarıdaki ekip te bulunanlar iş yerlerinde herhangi bir tehlikenin bulunup bulunmadığı varsa bunların belirlenmesini ve bunları değerlendirerek yazılı hale getirmekle yükümlü bulunan ekiplerdir.

Risk değerlendirmesi iş yerinin tehlike sınıfına göre işyerlerinde yenilenmesi gerekir. Bir işyerinde yazılı hale getirilmiş olan risk değerlendirmesi işyerinin tehlike grubuna göre çok tehlikeli sınıfta bulunan işyerleri için iki yılda bir, tehlikeli sınıfta ise işyeri dört ve az tehlikeli sınıfta ise altı yılda bir defa olmak üzere yapılır.

Rüzgar ve güneş enerji santrallerinde de her aşamada risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Bunlar türbin ve güneş panellerinin inşaat sahasına taşınmasında, kurulumunda ve işletme anında risk değerlendirmesi yapılmalıdır. İş sağlığı ve güvenliği yönünden çıkarılmış işyerlerinin tehlike sınıflarının belirlenmesine göre elektrik enerjisi üretimi yapılan iş yerleri çok tehlikeli gruba girmektedir. Bundan dolayı rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik üretimi yapılan işlerde 2 yılda bir risk değerlendirmesi yapılmaktadır (Anonim 2012 b).

#### **4.1.6.5. Sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmeliği**

İşyerlerinde çalışanları uyarıcı, yasaklayıcı, zorunluluk yönünden kendini ifade eden ışıklı veya sesli olabilir. Aynı zamanda renkler, levhalar, özel kodlanmış el işaretleri ve sözlü ifadeler gibi çalışanların bilgilendirmek uyarmak amacı güden özel işaretleri gösterimidir.

Sağlık ve güvenlik işaretlerinde her rengin bir anlamı ve amacı vardır. Aşağıdaki Çizelge 4.3'de gösterilen işaretlerin amacının, anlamının ve ne gibi talimat verdiğinden bahsedilmektedir.

Çizelge 4.3. Güvenlik rengi kullanılan tüm işaretler

Renk	Anlamı veya Amacı	Talimat ve Bilgi
<b>Kırmızı</b>	Yasak işareti	Tehlikeli hareket veya davranış
	Tehlike alarmı	Dur, kapat, düzeneği acil durdur, tahliye et
	Yangınla mücadele ekipmanı	Ekipmanların yerinin gösterilmesi ve tanımlanması
<b>Sarı</b>	Uyarı işareti	Dikkatli ol, önlem al, kontrol et
<b>Mavi (1)</b>	Zorunluluk işareti	Özel bir davranış ya da eylem Kişisel koruyucu donanım kullan
<b>Yeşil</b>	Acil çıkış, ilk yardım işareti	Kapılar, çıkış yerleri ve yolları, ekipman, tesisler
	Tehlike yok	Normale dön
<b>(1) Mavi:</b>	Sadece dairevi bir şekil içinde kullanıldığında emniyet rengi olarak kabul edilir.	
<b>(2) Parlak turuncu:</b>	Emniyet işaretleri dışında sarı yerine kullanılabilir. Özellikle zayıf doğal görüş şartlarında floresan özellikli bu renk çok dikkat çekicidir.	

Sağlık ve güvenlik işaretlerinden statik ve daimi işaretler insanların yapması gereken zorunlu, yasaklayıcı, ikaz olarak nelerin yapılması gerektiğini ve acil durum sırasında hangi talimatları uyulmasını amaçlayan diğer işaretlerdir. İşyerlerinde araç ile çalışma yapılıyorsa araç yolları kalıcı güvenlik renkleri ile belirlenerek yollarda işaretleme yapılmalıdır.

Güvenlik işaretleri beraber ve birbirinin yerine kullanılabilir. Bunlar;

- Güvenlik rengi veya işaretler
- Sesli işaretler, sesli alarmlar ve ışıklı işaretler
- Sözel ifadeler veya el hareketleri

Rüzgar ve güneş enerji santrallerinde sağlık ve güvenlik işaretleri kurulum parçalarının inşaat sahasına taşınmasından işletmeye alınana kadar ve işletme esnasında kullanılmaktadır. İşveren çalışanların sağlık ve güvenlik işaretleri konusunda bilgilendirme ve eğitimi almasını sağlar. Çalışanların görüşlerinin alınmasını ve katılımlarını sağlar (Anonim 2013 g).

#### 4.1.6.6. Kişisel koruyucu donanımlarının işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik

Kişisel koruyucu donanım: 2006 yılında yürürlüğe girmiş bulunan bir yönetmeliktir.

Koruyucu Donanım Yönetmelikte;

- İşyerlerinde işçilerin sağlığını etkileyen tehlike veya risklerden veya bunların birden fazlasından koruyan çalışana özel olmak üzere korunması çalışana verilen kişisel korucu donanımı belirtir.
- Çalışanı birden daha fazla tehlikeye karşı korumak amacıyla yapılmış malzemeyi gösterir.
- Çalışanın kişisel olarak korunması olmaksızın fakat diğer kişisel koruyucu donanımla birlikte kullanılan cihazlardır.
- İşyerlerinde çalışan işçilerin konforlu bir şekilde çalışma yapmaları için ortaya çıkan malzemeyi ifade eder.

Kişisel koruyucu donanımlar toplu korumanın yetersiz kaldığı yerlerde başvurulan çalışanları tehlikelerden koruma yöntemidir. Risk değerlendirmesi yapıldığında ilk önce kaynakta önlem almak zorundayız daha sonra ikame etmek ve tecrit edilmelidir. Bu alınan önlemlerin hepsi toplu korumaya girmektedir. Ancak bunların yetersiz kaldığı durumda çalışanları korumak amacıyla kişisel koruyucu donanımlar verilmektedir.

Kişisel koruyucu araçları değerlendirmesinde ve seçiminde risk değerlendirmesi dikkate alınmalıdır. Aşağıda Çizelge 4.4'de kişisel koruyucu donanım listesi ve nerelerde kullanıldıkları verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Kişisel koruyucu donanımlar ve kullanıldıkları işler

<b>Kişisel Koruyucular</b>	<b>Kullanıldığı çalışmalar</b>
Baş Koruyucuları	Yüksekte çalışma, inşaat işleri, enerji santrallerinde,
Ayak Koruyucuları	Yol çalışmalarında, vinç ile yapılan işlerde,
Yüz ve Göz Koruyucuları	Kaynak yapma, cıvatalama işleri,
Solunum Sistemi Koruyucuları	Kapalı alanlarda çalışma,
Mevsime göre Giysi	Yağmurlu, soğuk gibi çalışmalarda
Emniyet Kemeri	Yüksekte yapılan işler,
Güvenlik Halatları	Yüksekte araçla yapılan işler,

Yukarıda Çizelge 4.4’de verilen kişisel koruyucu donanımlar ve bunların kullanılması gereken işler rüzgar ve güneş enerji sektörlerinde yapılan işler dikkate alınarak gösterilmiştir.

İşveren kişisel koruyucu donanımların kullanım kurallarını ve çalışanların bilgilendirmesi için çalışanlara bilgi verir. Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımını sağlar (Anonim 2013 f).

#### **4.1.6.7. İşyerlerinde acil durum hakkında yönetmelik**

İşyerlerinde meydana gelen olumsuz durumlar sabotaj, afet, yangın gibi durumlar meydana geldiğinde işyerinin müdahalesini gerektiren acil durum olayları olarak söylenmektedir.

İşverenler çalışma alanlarında ortaya çıkan aşağıdaki durumları göz önüne alarak acil durum oluşturur.

- İşyerinde meydana gelebilecek olan yayılım olasılığı.
- Sabotajın meydana gelme olasılığı
- İşyerlerinde acil durumlarda tahliye gerektirecek durumlar.
- Afetlerin meydana gelme olasılığı.
- Yapılan risk değerlendirmesi sonuçları.

İşverenler yukarıdaki durumları dikkate alarak acil durum planını hazırlar, önleyici ve sınırlandırıcı tedbirleri belirler ve acil durum ve tahliye yöntemlerini göz önünde bulundurur.

İşverenler işyerlerinde bakanlığın belirlediği tehlike sınıflarına göre işyerlerinde eğer çok tehlikeli işyeri ise 30 çalışana kadar, az tehlikeli ise işyeri 50 çalışan ve tehlikeli grupta ise 40 çalışana göre;

- Yangınla mücadele,
- Arama, kurtarma ve tahliye,

Yukarıda belirtilen durumlarda kendi konu alanları için eğitilmiş gerekli donanıma sahip birer eleman buldurmalıdır işyerleri daha fazla sayılarda ise her katı için birer tane daha eleman görevlendirmelidir.

İşverenler hazırlanmış olan acil durum planlarını; işyerinin tehlike sınıfına bakılarak az tehlikeli ise 6 yılda bir, çok tehlikeli bir işyeri ise 2 yılda bir, tehlikeli sınıfta bulunan bir işyeri ise 4 yılda bir yenilenmelidir (Anonim 2013 e).

Rüzgar ve güneş enerji santrallerinde işverenler parçaların inşaat sahasına taşınması, kurulumu ve işletme aşamasında acil durumlar için planlarını yapar.

#### **4.1.6.8. İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği**

6331 sayılı İş Sağlığı Kanunu'nun otuzuncu ve otuzbirinci maddelerine dayanılarak ve aynı kanunun uygulandığı işyerlerinde uygulanmak üzere 2013 yılında "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" yürürlüğe girmiştir.

Bu yönetmeliğe göre;

Bakım: Yapılan çalışmada kullanılan iş parçalarının temizliği konforu için yapılan çalışmalardır.

İş ekipmanı: İşin yürütümü sırasında kullanılan alet ve tesisatı belirten parçalar olarak belirtilmektedir.

İş ekipmanının kullanımı: Yapılan işte işin yürütümü esnasında makine teçhizatın kullanımını ifade eder.

Operatör: Yapılan işte iş ekipmanını kullanan kişidir.

Periyodik kontrol: İş ekipmanlarının bakanlığın belirlediği mevzuatta belirli periyodik zamanlarda yapılan çalışmalardır.

Yapılacak işte işin yürütümünde işveren çalışanın ekipmana uygunluğuna değil çalışılacak ekipmanın işe uygunluğuna bakmalıdır. Aynı zamanda bunun kontrollerini yaparak gerekli önlemleri alır.

İş ekipmanının çalışanların kontrollü bir şekilde kullanmaları için işveren tarafından ekipmanın kurulum ve kullanma aşasından korunmasına kadar gerekli eğitimleri vermelidir. Bunu yaptıktan sonra ise yazılı hale getirmeli periyodik olarak kontrol etmelidir.

Çalışanların herhangi bir durumda iş ekipmanını kullanmamaları halinde veyahut iş ekipmanının arıza verdiği durumlarda işveren güvenlik ve sağlık koşullarını sağlamak amacıyla yetkili kişiler tarafından kontrollerinin yapılmasını sağlar. (Anonim 2013 d).

Rüzgar ve güneş enerji santrallerinde kurulum, işletmeye alınmasına kadar bir çok iş ekipmanı kullanılmaktadır. Bu çalışmalar yapılırken bu yönetmelik dikkate alınmalıdır. Bu santrallerde rüzgar türbinlerinin sahaya taşınması, kurulumu ve işletme esnasında operatörler, büyük iş makineleri ve birçok iş ekipmanı kullanılmaktadır.

#### **4.2. Yenilenebilir enerji kaynaklarında yaşanan iş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden istatistikleri**

Türkiye’de iş kazalarına karşı kanunlar ve mevzuatlar çıkarılsa da iş sağlığı ve güvenliğinde şuanda istenilen bir düzeye ulaşıldığı söylenemez. Her yıl binlerce iş kazası meydana gelmekte ve bu iş kazalarında binlerce kişi hayatını kaybettiği görülmektedir. Meydana gelen iş kazalarında en çok ölüm ise genç yaşta çalışan grubunda gerçekleşmektedir (Ceylan, 2016).

Yenilenebilir enerjiye ihtiyacın arttığı günümüzde iş kazası istatistiklerine bakılması gerektiği görülmektedir. Çünkü her geçen gün ülkelerin enerji ihtiyacı artmakta olduğu görülmektedir. Bundan dolayı tükenmeyen enerjinin ne kadar büyük bir öneme sahip olduğu görülmektedir.

##### **4.2.1. Rüzgar enerji sektöründe yaşanan iş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden istatistikleri**

Dünyada rüzgar enerji sektörü çok hızlı bir şekilde gelişmekte olan yeni bir enerji sektörüdür. 2025 yılında kurulu rüzgar enerji santrali kurulumu hedefi ise 230 gigawatt'lık (GW) 2030'da 400 GW kurulu rüzgar gücü hedefi planlanmaktadır. Rüzgar enerjisinde daha verimli hale getirmek konusunda yenilikler hızlı bir şekilde devam etmektedir. Geliştirilmiş üretim teknikleri ve yeni izleme ve Kontrol süreçleri daha güvenli operasyonlara katkıda bulunmuştur. Artık 20 megavat (MW) 'ye kadar büyük türbinler var. Deniz ortamı için büyük türbinler özel olarak dizayn edilmiştir, daha uzak kıyı bölgelerinde kurulum dahil bütün aşamaları özel olarak dizayn edilmektedir (Bradbrook, 2013).

Rüzgar enerji türbinlerinin ilk olarak sahaya taşınmasında parçaların çok büyük ve ağır olması nedeniyle diğer taşımacılıklardan daha fazla risk içermektedir. Kurulum esnasında ise inşaat sahası olması büyük vinçlerin kullanılması çalışanların risk altında olduğunu göstermekte ve saha alanlarının engebeli olması ve genel olarak yerleşim

yerlerinin orman içerisinde olması iş sağlığı ve güvenliği yönünden iş kazalarını incelenmesi gereken bir sektör olduğu görülmektedir.

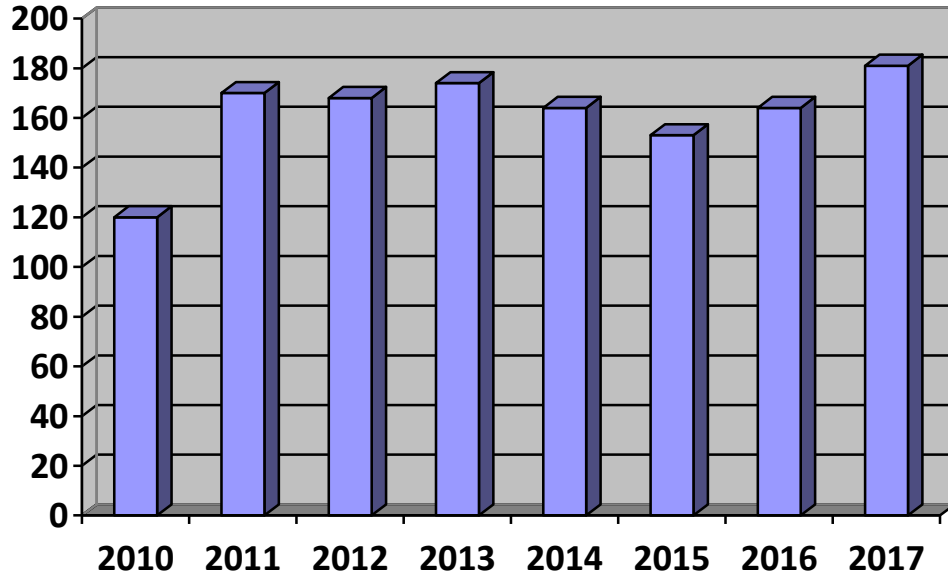
Rüzgar enerji sektörüne dair The Caithness Wind Farm Information Forum (CWIF) göre; tüm dünyada iş kazalarının kayıt altına resmi olarak alınmış veya resmi olarak alınmamış veya basından elde edilen iş kazaları incelenmiştir.

CWIF göre rüzgar enerji sektöründe gerçekleşen iş kazası sayısının yıllara göre dağılımı Çizelge 4.6’da gösterilmektedir (Caithness Windfarm Information Forum, 2018).

**Çizelge 4.6.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	MEYDANA GELEN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	109
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	243
2005	71
2006	83
2007	125
2008	131
2009	131
2010	120
2011	170
2012	168
2013	174
2014	164
2015	153
2016	164
2017	181
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	44
Toplam iş kazası	2231

Çizelge 4.6’da CWIF tarafından rüzgar enerji sektöründe görülen iş kazalarına bakıldığında genel olarak her geçen yıl arttığı görülmektedir. 2018 yılı mart ayı sonuna kadar gerçekleşen iş kazası sayısı toplamı 2231 tane olarak görülmekte olup gerçekleşen iş kazalarının % 60’ının 2010 yılı sonunda yaşanmıştır. Rüzgar enerji sektöründe iş kazası sayısının 2010 yılından 2017 yılına kadar kaza sayıları Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Rüzgar enerji sektöründe karşılaşılan iş kazası sayılarının yıllara göre dağılımı

Şekil 4.1’de rüzgar enerji sektöründe kaynaklanan iş kazası grafiksel olarak verilmiş olup iş kazası sayısının 2010 yılından itibaren bakıldığından ortalama iş kazası sayısı 150 den aşağı olmadığı görülmüştür. Her yıl bir birine yakın sayıda iş kazası gerçekleşmektedir.

CWIF tarafından alınan veriler dikkate alındığında yaşanan iş kazalarının Çizelge 4.6’da verilen toplam iş kazası sayısı 2231 tane olup bu kazaların 137 tanesi ölümlü iş kazası olmakla birlikte rüzgar sanayisinde çalışan ve destek çalışanları veya küçük türbin operatörlerinden 112 tanesi, 72 tanesi ise doğrudan rüzgar sanayisine bağlı olmayan işçiler dahil kamusal ölümler olmak üzere 184 kişi hayatını kaybetmiştir.

Çizelge 4.2’de 2018 yılı mart ayının sonuna kadar gerçekleşen iş kazalarının sayısının kaç tanesinin ölümlü sonuçlandığı gösterilmektedir. Bu gerçekleşen kazaların birden fazla ölüme neden olması sebebiyle kazalarda daha fazla ölümlü sonuçlanan iş kazaları meydana gelmiştir.

**Çizelge 4.7.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen ölümcül iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	MEYDANA GELEN ÖLÜMLE SONUÇLANAN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	24
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	12
2005	4
2006	5
2007	5
2008	11
2009	8
2010	8
2011	15
2012	16
2013	4
2014	2
2015	7
2016	6
2017	9
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	1
Ölümlle sonuçlanan toplam iş kazası	137

Çizelge 4.7. incelendiğinde rüzgar enerji sektöründe ölümlü iş kazalarının çok fazla olduğu görülmektedir.

Sektörde ölümlle sonuçlanan iş kazalarından bir diğeri ise insan yaralanması olup 2017 yılına kadar incelenen yaralanma ile sonuçlanan iş kazalarına bakıldığında çalışanların yaralanması ile ilgili 162 iş kazası görülmektedir. Bu gerçekleşen iş kazalarında 181 rüzgar sanayisi veya inşaat sektöründe ve aynı zamanda rüzgar sektörüne doğrudan bağlı olmayan işçilerde olup 75 tanesi ise doğrudan rüzgar enerjisine bağlı çalışanlarda görülmektedir. Gerçekleşen kazalar en fazla 2007 ile 2008 yıllarında gerçekleşmiştir. Bu kazaların yıllara göre dağılımı Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen yaralanma ile sonuçlanan iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	MEYDANA GELEN YARALANMA İLE SONUÇLANAN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	5
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	11
2005	6
2006	10
2007	16
2008	16
2009	9
2010	14
2011	12
2012	15
2013	9
2014	8
2015	9
2016	9
2017	13
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	-
Yaralanma sonuçlanan toplam iş kazası	162

Rüzgar enerji sektörü ile alakalı iş kazaları nedenlerine bakıldığında en fazla kazaya sebebiyet veren olaylar ise; türbin kanatlarından kaynaklanan iş kazaları, yangından dolayı kaynaklanan kazalar, yapısal hatalardan dolayı oluşan kazalar, soğuk hava şartlarından dolayı kanatların buz atmasından dolayı oluşan kazalar, rüzgar türbin parçalarının sahaya ulaştırması sırasında meydana gelen iş kazaları rüzgar enerji sektöründe görülen en fazla iş kazası nedenleridir.

Tüm dünyada 31 Mart 2018 yılına kadar rüzgar enerji sektöründe gerçekleşen rüzgar türbin kanatlarından kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı Çizelge 4.9'de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.9.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen rüzgar türbin kanatlarından kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	MEYDANA GELEN TÜRBİN KANATLARIDAN KAYNAKLANAN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	35
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	53
2005	12
2006	17
2007	23
2008	20
2009	26
2010	20
2011	20
2012	28
2013	35
2014	31
2015	19
2016	21
2017	16
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	5
Bıçaklardan kaynaklanan toplam iş kazası	381

Rüzgar türbin kanatlarından kaynaklanan iş kazaları incelendiğinde en fazla olduğu 2013 yılında olmuştur. Bu kaza nedeni ile oluşan toplam kaza sayısı 381 adet kaza gerçekleşmiştir. En fazla kaza sayısının olduğu kanat arızasından kaynaklanmaktadır. Bıçak parçaları buzlandığında buz parçası yaklaşık 1,6 km metre yol alabileceği bilinmekte olup, buz parçaları yakında bulunan binaların çatı ve duvarlarını delmiştir.

Tüm dünyada 31 Mart 2018 yılına kadar rüzgar enerji sektöründe gerçekleşen yangından kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı Çizelge 4.10'de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.10.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen rüzgar türbinlerinde çıkan yangınlardan kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	MEYDANA GELEN YANGINDAN KAYNAKLANAN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	7
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	62
2005	14
2006	12
2007	21
2008	17
2009	17
2010	13
2011	20
2012	19
2013	24
2014	19
2015	18
2016	28
2017	24
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	3
Yangından kaynaklanan toplam iş kazası	318

Rüzgar türbinlerinde kanatlardan sonra en fazla iş kazası meydana gelen kısım ise yangındır. Türbin yangınlarında en önemli problem ise türbin yüksekliğinden dolayı müdahale faaliyetlerinin zorluğu görülmektedir. Diğer sebep ise türbinlerin orman yakınlarda kurulması genel olarak ve arazinin engebeli olması görülmektedir. Rüzgar türbinlerinden yangından kaynaklanan iş kazası sayısı 318 tane olduğu görülmektedir. Bu yangınların yaklaşık üçte biri son beş yılda gerçekleşmiştir.

Tüm dünyada 31 Mart 2018 yılına kadar rüzgar enerji sektöründe gerçekleşen yapısal hatalardan kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı Çizelge 4.11’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.11.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen rüzgar türbinlerinde yapısal hatalardan kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	MEYDANA GELEN YAPISAL HATALARDAN KAYNAKLANAN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	15
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	32
2005	7
2006	9
2007	13
2008	9
2009	16
2010	9
2011	13
2012	10
2013	14
2014	13
2015	12
2016	11
2017	14
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	3
Yapısal hatalardan kaynaklanan toplam iş kazası	200

Çizelge 4.11’de yapısal hatalardan kaynaklanan iş kazası sayısı incelendiğinde 200 adet olduğu görülmektedir. Bu kazaların esas nedeni olarak türbinlere ve kule vinçlerin çökmesine karşı rüzgara karşı verilen hasarlar olarak söyleyebiliriz. Bununla beraber yapılan yetersiz kontroller, yapılan bakımların yetersizliği ve bakımların bileşen hataları gösterilmektedir.

Yapısal hatalardan kaynaklanan iş kazaları diğer kaza nedenlerinden çok daha fazla zarar vericidir.

Tüm dünyada 31 Mart 2018 yılına kadar rüzgar enerji sektöründe gerçekleşen türbin kanatlarının inşaat sahasına ulaştırılmasından kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı Çizelge 4.12’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.12.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen rüzgar türbin parçalarının inşaat sahasına ulaştırılması sırasında meydana gelen iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	MEYDANA GELEN TAŞIMA ESNASINDA KAYNAKLANAN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	-
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	7
2005	6
2006	6
2007	19
2008	10
2009	11
2010	11
2011	24
2012	17
2013	12
2014	17
2015	14
2016	15
2017	19
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	3
Ulaşım sırasında kaynaklanan toplam iş kazası	191

Çizelge 4.12’de 191 adet ulaşım sırasında meydana gelmiş iş kazası sayısı rapor edilmiştir. Rüzgar türbin parçalarının çok büyük olması taşıma sırasında yollara düşerek ana yolları bloke ettiği görülmüştür. Burada iş kazaları sayısı taşıyıcılardan düşen türbin parçalarının kısımlarını kapsamaktadır.

Tüm dünyada 31 Mart 2018 yılına kadar rüzgar enerji sektöründe gerçekleşen türbin kanatlarının soğuk hava şartlarında buzlanmasından dolayı etrafına buz fırlatmasından dolayı kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı Çizelge 4.13’da gösterilmektedir.

**Çizelge 4.13.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen rüzgar türbin kanatlarının soğuk hava şartlarında buzlanmasından dolayı etrafına buz fırlatması sırasında meydana gelen iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	RÜZGAR TÜRBİNİNİN BUZ ATMASINDAN KAYNAKLANAN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	9
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	8
2005	4
2006	3
2007	0
2008	3
2009	4
2010	1
2011	1
2012	1
2013	0
2014	1
2015	1
2016	3
2017	1
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	2
Türbin kanatlarının buz atmasından dolayı kaynaklanan toplam iş kazası	42

Tüm dünyada türbin kanatlarının buzlanmasından dolayı gerçekleşen iş kazalarının sayısı Çizelge 4.13’de verilmiş olup bu nedenden dolayı toplamda gerçekleşen iş kazası sayısı 42 adet olmuştur. Rüzgar türbinlerinin rüzgarlı bölgelerde bulunmaları buzlanmayı artırmakta ve buzlanmadan dolayı iş kazası riskini artırmaktadır. Buz fırlatma olayları birden çok fazla olaylıdır. İnsan yaralanmasına sebebiyet verenlerden bir tanesi de kanatlardan kaynaklanan buz fırlatmadır. Kanatların buzları fırlatması 140 metreye kadar olduğu söylenmektedir. Bazı türbin sistemlerinde buzlu koşullarda insanların rüzgar türbinlerinden yaklaşık olarak 300 metreden daha fazla yaklaşmaması gerektiğini isteyen uyarı işaretleri olduğu bilinmektedir.

Rüzgar türbinlerinin çevreye zarar verildiği bilinmekte olup özellikle 2007 yılından bu yana çok fazla olduğu görülmektedir. Türbinlerin çevreye son yıllarda daha fazla zarar vermesinin nedeni olarak mevzuatta veya yeni yapılan düzenleme şartlarında yapılan değişiklikler olabileceği söylenmektedir. Bunlar türbinin çevresinde bulunan

sitelere veya yabani canlıların hayatının zarar görmesi veya ölümüne sebebiyet vermektedir.

Tüm dünyada 31 Mart 2018 yılına kadar rüzgar enerji sektöründe gerçekleşen çevresel olarak kuşların ölümleri de dahil olmak üzere verdiği zararların yıllara göre dağılımı Çizelge 4.14’da gösterilmektedir.

**Çizelge 4.14.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen rüzgar türbinlerinin çevreye verdiği hasarlardan dolayı yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	RÜZGAR TÜRBİNİNİN KUŞ ÖLÜMLERİDE DAHİL OLMAK ÜZERE ÇEVREYE VERDİĞİ HASAR SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	1
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	11
2005	6
2006	5
2007	10
2008	21
2009	13
2010	19
2011	20
2012	20
2013	16
2014	21
2015	18
2016	22
2017	16
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	7
Türbin kanatlarının çevreye verdiği hasar sayısı	226

Yukarıda Çizelge 4.14’da 226 adet rüzgar türbinlerinin çevresel hasarı vakası bildirilmiştir. Bunlardan 71 tanesi korunan örnek kuş türlerinin ölümlerinden kaynaklandığı bilinmektedir. Bunun birçok örneği dünya üzerinde görülmekte bunlardan bir tanesi 2012 yılında 600.000 yarasanın ABD üzerinde kurulan rüzgar türbinleri tarafından öldürdüğü tahmin ediliyor (Caithness Windfarm Information Forum, 2018).

Yukarıda verilen kaza nedenleri bilinen kaza iş kazalarıdır diğer iş kazalarının tamamı ise diğer iş kazası başlığı altında incelenmektedir. Çizelge 4.15’de yukarıda sayılan iş kazaları nedenlerinin dışında gerçekleşen iş kazaları sayısı verilmektedir.

**Çizelge 4.15.** Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşen rüzgar türbinlerinden muhtelif nedenlerden dolayı kaynaklanan iş kazalarının yıllara göre sayısı

İŞ KAZASININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	RÜZGAR TÜRBİNİNİN MUHTELİF NEDENLERDEN İŞ KAZASI SAYISI
2000 yılından önce gerçekleşen	13
2000-2004 yılı arasında gerçekleşen	47
2005	12
2006	16
2007	18
2008	24
2009	27
2010	25
2011	43
2012	36
2013	33
2014	33
2015	42
2016	32
2017	33
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	11
Muhtelif nedenlerden kaynaklanan iş kazası	445

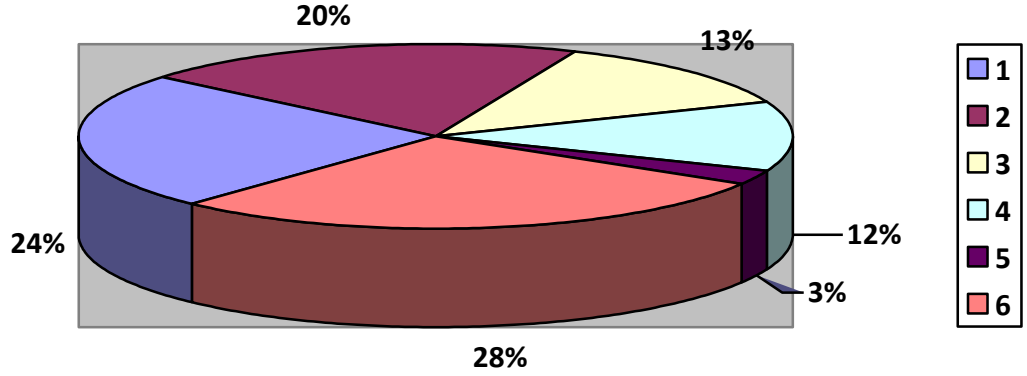
Çizelge 4.15’de diğer nedenlerden dolayı gerçekleşen iş kazası verilere göre 445 adet gerçekleşmiş olduğu bulunmaktadır. Türbinde kaynaklanan bir yapısal hasarın olmaması durumunda mekanik arıza olduğu görülmüştür. Bunlardan kaynaklanan iş kazalarına bakımsızlık, elektrik kesintisi de dahil edilmemiştir. İnşaat ve inşaat destekli iş kazaları dahil edilmiş ve bıçak hasarı, yıldırım çarpmaları da dikkate alınmıştır.

Yukarıda rüzgar türbinlerinde gerçekleşen iş kazalarının nedenleri aşağıda sayılan 6 tane nedenden meydana gelmektedir;

1. Türbin kanatlarından kaynaklanan iş kazası
2. Yangından Kaynaklanan İş Kazası
3. Yapısal Hatalardan Kaynaklanan İş Kazası
4. Taşıma Esnasında Kaynaklanan İş Kazası

5. Rüzgar Türbininin Buz Atmasından Kaynaklanan İş Kazası
6. Muhtelif Nedenlerden İş Kazası

Olmak üzere altı başlık altında incelenmiştir. Bu kaza nedenleri Şekil 4.2’de grafik üzerinde yukarıda verilen numaraya göre gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Rüzgar türbinlerde gerçekleşen iş kazası nedenleri

Şekil 4.2 İncelendiğinde rüzgar enerjisinde meydana gelen iş kazalarının nedenlerine bakıldığında en belirgin kazalar kanatlardan meydana gelen kazalar ve yangından dolayı gerçekleşen iş kazalarıdır.

Rüzgar enerji sanayisi ile alakalı olarak 2012 yılından 31 Mart 2018 tarihine kadar meydana gelen ve kayıt altına alınmış meslek hastalığı olaylarının yıllara göre dağılımı Çizelge 4.16’de verilmektedir.

Çizelge 4.16. Dünyada 31 Mart 2018 tarihine kadar Rüzgar Enerji Sektöründe gerçekleşmiş meslek hastalığı vakalarının dağılımı

MESLEK HASTALIĞININ GERÇEKLEŞTİĞİ YILLAR	MEYDANA GELEN MESLEK HASTALIĞI SAYISI
2012	6
2013	27
2014	19
2015	13
2016	17
2017	36
2018 yılı ilk 3 ay içinde gerçekleşen	9
Toplam meslek hastalığı sayısı	127

2012'den bu yana 127 adet meslek hastalığı vakası meydana gelmiştir. 2012'den beri meslek hastalığı vakalarına insan sağlığı ve insan sağlığına olumsuz etkileri dahil edilmiştir. Bunlar daha önceki yıllarda pek fazla bilinmiyordu ve muhtelif olarak ele alınmaktadır. Ancak meslek hastalığının yıllara göre gelişme göstermesi ile bu kategoride artık incelenmeye alınmıştır. Meslek hastalığı sağlık sigortası, türbin gürültüsü ve gölge titremesi v.b. olaylar olarak kayıt altına alınmaktadır. Bu tür vakaların rüzgar türbinlerinin inşaat sahasının uygun olmayan insanların yerleşim alanlarına yakın yerlerde yapılmasının meslek hastalığını önemli ölçüde artıracığı bilinmektedir (Caithness Windfarm Information Forum, 2018).

#### **4.2.2. Elektrik enerji sektöründe görülen iş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden istatistikleri**

Elektrik enerji ile yapılan çalışmalarda iş kazaları nedenleri aşağıda başlıklar altında verilmiştir.

- Elektrikte çalışanların yeterli donanıma sahip olmaması
- Bakım ve onarımının yeterli bir şekilde yapılmaması
- Elektrik tesisatın topraklanmasının yapılmamış olması
- Yeterli kontrollerin yapılamaması sonucu topraklamamanın bazı etkenlerden dolayı bozulması
- Çalışanların yeterli derece bilgi ve eğitime sahip olamaması
- Çalışanlara gerekli kişisel koruyucu donanım verilmemesi

Çizelge 4.17'de 2016 yılında ülkemizde elektrik santrallerinde elektrik enerjisinin iletimi, üretimi ve dağıtımında meydana gelen iş kazasının erkek ve kadın yönünden meydana gelen ölümlü iş kazaları ve toplamda meydana gelen yaralanma ve uzuv kayıpları verilmiştir.

Çizelge 4.17. 2016 yılında ülkemizde elektrik enerjisinde gerçekleşen iş kazası sayısı

2016		İŞ KAZASI SAYISI	Ölüm			YARALANMA	UZUV KAYBI
			Erkek	Kadın	Toplam	Toplam	Toplam
1-Elektirik enerjisinin üretimi. iletimi ve dağıtımı	1-Elektrik enerjisi üretimi	2	4	0	4	1	0
	2-Elektrik enerjisinin iletimi	1	3	0	3	0	0
	3-Elektrik enerjisinin dağıtımı	1	4	0	4	0	0
	4-Elektrik enerjisinin ticareti	1	1	0	1	0	0
<b>Toplam</b>		<b>5</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Çizelge 4.17 de verilen değerlere bakıldığında 2016 yılında toplam 5 adet iş kazası vuku bulmuş ve bu kazalarda 12 kişi yaşamını kaybetmiştir. Bu iş kazalarında birden fazla ölüm meydana geldiği görülmektedir. Bu yılda toplamda bir tanede yaralanma ve hiç uzuv kaybı meydana gelmemiştir.

Çizelge 4.18’de 2015 yılında ülkemizde elektrik santrallerinde elektrik enerjisinin iletimi, üretimi ve dağıtımında meydana gelen iş kazasının erkek ve kadın yönünden meydana gelen ölümlü iş kazaları ve toplamda meydana gelen yaralanma ve uzuv kayıpları verilmiştir.

Çizelge 4.18 de verilen değerlere bakıldığında 2015 yılında toplam 9 adet iş kazası vuku bulmuş ve bu kazalarda 28 kişi yaşamını yitirmiştir. Meydana gelen bu iş kazasında birden fazla ölüm meydana geldiği görülmektedir. Bu yılda toplamda 15 tanede yaralanma ve hiç uzuv kaybı meydana gelmemiştir.

Çizelge 4.19’de 2014 yılında ülkemizde elektrik santrallerinde elektrik enerjisinin iletimi, üretimi ve dağıtımında meydana gelen iş kazasının erkek ve kadın yönünden meydana gelen ölümlü iş kazaları ve toplamda meydana gelen yaralanma ve uzuv kayıpları verilmiştir.

**Çizelge 4.18.** 2015 yılında Türkiye’de elektrik enerjisinde gerçekleşen iş kazası sayısı

2015		İŞ KAZASI SAYISI	Ölüm			YARALANMA	UZUV KAYBI
			Erkek	Kadın	Toplam	Toplam	Toplam
1-Elektirik enerjisinin üretimi. iletimi ve dağıtımı	1-Elektrik enerjisi üretimi	2	9	0	9	2	0
	2-Elektrik enerjisinin iletimi	3	1	0	1	10	0
	3-Elektrik enerjisinin dağıtımı	1	16	0	16	2	0
	4-Elektrik enerjisinin ticareti	3	2	0	2	1	0
<b>Toplam</b>		<b>9</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>0</b>

Aşağıda verilen Çizelge 4.19 de verilen değerlere bakıldığında 2014 yılında toplam 7 adet iş kazası vuku bulmuş ve bu kazalarda 11 kişi yaşamını yitirmiştir. Bu hayatını kaybedenlerin bir tanesinin kadın olduğu görülmektedir. Meydana gelen bir iş kazasında birden fazla ölüm meydana geldiği görülmektedir. Bu yılda toplamda 2 tanede yaralanma ve hiç uzuv kaybı meydana gelmemiştir.

**Çizelge 4.19.** 2014 yılında ülkemizde elektrik enerjisinde gerçekleşen iş kazası sayısı

2014		İŞ KAZASI SAYISI	Ölüm			YARALANMA	UZUV KAYBI
			Erkek	Kadın	Toplam	Toplam	Toplam
1-Elektirik enerjisinin üretimi. iletimi ve dağıtımı	1-Elektrik enerjisi üretimi	2	6	1	7	1	0
	2-Elektrik enerjisinin iletimi	2	2	0	2	0	0
	3-Elektrik enerjisinin dağıtımı	1	1	0	1	0	0
	4-Elektrik enerjisinin ticareti	2	1	0	1	1	0
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

Aşağıda Çizelge 4.20’de 2013 yılında ülkemizde elektrik santrallerinde elektrik enerjisinin iletimi, üretimi ve dağıtımında meydana gelen iş kazasının erkek ve kadın yönünden meydana gelen ölümlü iş kazaları ve toplamda meydana gelen yaralanma ve uzuv kayıpları verilmiştir.

**Çizelge 4.20.** 2013 yılında ülkemizde elektrik enerjisinde gerçekleşen iş kazası sayısı

2013		İŞ KAZASI SAYISI	Ölüm			YARALANMA	UZUV KAYBI
			Erkek	Kadın	Toplam	Toplam	Toplam
1-Elektirik enerjisinin üretimi. iletimi ve dağıtımı	1-Elektrik enerjisi üretimi	2	2	0	2	1	0
	2-Elektrik enerjisinin iletimi	2	3	0	3	0	0
	3-Elektrik enerjisinin dağıtımı	1	3	0	3	1	0
	4-Elektrik enerjisinin ticareti	2	0	0	0	1	0
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

Yukarıda verilen Çizelge 4.20 de verilen değerlere bakıldığında 2013 yılında toplam 7 adet iş kazası vuku bulmuş ve bu kazalarda 8 kişi yaşamını yitirmiştir. Meydana gelen bu iş kazasında birden fazla ölüm meydana geldiği görülmektedir. Bu yılda toplamda 3 tanede yaralanma ve hiç uzuv kaybı meydana gelmemiştir.

Aşağıda Çizelge 4.21’de 2012 yılında ülkemizde elektrik santrallerinde elektrik enerjisinin iletimi, üretimi ve dağıtımında meydana gelen iş kazasının erkek ve kadın yönünden meydana gelen ölümlü iş kazaları ve toplamda meydana gelen yaralanma ve uzuv kayıpları verilmiştir.

**Çizelge 4.21.** 2012 yılında ülkemizde elektrik enerjisinde gerçekleşen iş kazası sayısı

2012	İŞ KAZASI SAYISI	Ölüm			YARALANMA	UZUV KAYBI	
		Erkek	Kadın	Toplam	Toplam	Toplam	
1-Elektirik enerjisinin üretimi. iletimi ve dağıtımı	1-Elektrik enerjisi üretimi	5	12	1	13	3	2
	2-Elektrik enerjisinin iletimi	4	8	0	8	2	0
	3-Elektrik enerjisinin dağıtımı	3	2	0	2	1	0
	4-Elektrik enerjisinin ticareti	3	4	0	4	1	0
<b>Toplam</b>		<b>15</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>2</b>

Yukarıda verilen Çizelge 4.21 de verilen değerlere bakıldığında 2012 yılında toplam 15 adet iş kazası vuku bulmuş ve bu kazalarda 27 kişi yaşamını yitirmiştir. Bu kazalarda meydana gelenlerde bir tanesinin kadın olduğu görülmektedir. Meydana gelen bir iş kazasında birden fazla ölüm meydana geldiği görülmektedir. Bu yılda toplamda 3 tanede yaralanma ve hiç uzuv kaybı meydana gelmemiştir (Ceylan, 2016).

Elektrik enerji sektöründe son beş yılda gerçekleşen iş kazaları incelendiğinde günümüze geldikçe iş kazalarında azalma görülmektedir.

### 4.3 Rüzgar Enerji Santrallerinde Saha İncelemesi

Tezimizde ülkemizde Tekirdağ ilimizin Saray ilçesinde bulunan ve 2015 tarihinde 4 türbinin devreye alınmasıyla başlayan Beşiktepe Rüzgar Enerji santralinde saha incelemesi yapılmıştır. Bu santralde toplamda 15 adet türbin bulunmakta olup kurulu güç kapasitesi 44 MW dır. Üretim kapasitesi yıllık 154 GWh olduğu ama bu santralin yıllık üretimi ise 94 GWh olduğu bilinmektedir.

Beşiktepe rüzgar enerji santrallinin enerji üretimi yaklaşık 30.000 konutun elektrik ihtiyacını karşılayacak kapasitede olduğu saha incelemesi sonucunda anlaşılmıştır. Tesise girdiğimizde ilk olarak bizi şalt sahası ile karşılaşıyoruz. Şalt sahaları elektrik üretiminin, iletiminin ve dağıtımının yapıldığı yerlerdir. Burada

elektriğin trafolar sayesinde yükseltildiği veya alçaltıldığı yerlerdir. Aşağıda Şekil 4.3 de rüzgar enerji santralının şalt sahasından bir görünüm verilmiştir.



**Şekil 4.3.** Beşiktepe rüzgar enerji santralının şalt sahasından bir görünüm

Şekil. 4.3 de verilen şalt sahasının etrafı insanları olası tehlikelerden korumak amacıyla topraklanmış çit tellerle tamamen kapatılmış ve uyarı ve yasaklayıcı levhalar asılmıştır.

Rüzgar türbinleri ise rüzgar enerjisinden daha fazla faydalanmak amacıyla rakımı yüksek yerlere konumlandırılmıştır. Beşiktepe rüzgar enerji santralinde bulunan türbinlerin boyları yaklaşık 92 metre ve kanat uzunluğunun 57 metre olduğu bilinmektedir.

Beşiktepe rüzgar enerji santralının türbinlerinin içinde asansör bulunmaktadır. Motor kısmının bulunduğu kısmın yaklaşık 90 metre kare olduğu görülmektedir. Şekil 4.4 de beşiktepe rüzgar enerji santralının rüzgar türbinden bir görünüm gösterilmiştir.



**Şekil 4.4.** Beşiktepe rüzgar türbin görünümü

Şekil 4.4 de görüldüğü gibi türbinine ulaşımın kolay olması için yollar açılmış ve kış günlerinde türbine müdahalenin daha rahat bir şekilde yapılması açısından çakıl dökülmüştür.

Beşiktepe rüzgar enerji santralinde bulunan türbinlere ulaşım için geniş yollar yapıldığı ve rahat olduğu görülmektedir. Türbinlere çıkan yollarda gerekli tabelalar asılmıştır. Burada rüzgar türbinlerine isim verilmiş olup biz bunlardan T-5 isimli türbinde incelemeler yapılmıştır. Şekil 4.5 de türbinden bir görünüm verilmektedir.



Şekil 4.5. Beşiktepe rüzgar enerji santrali T-5 türbininden bir görünüm

Türbinin etrafı geniş bir şekilde açıldığı görülmekte olup herhangi bir olumsuz durumda müdahalenin her taraflı yapılabileceği görülmektedir. Türbinin yanında türbin kanatlarından kaynaklanan gürültü seviyesinin yüksek olduğu duyulmakta ve bu yakınında bulunanları rahatsız edecek seviyededir.

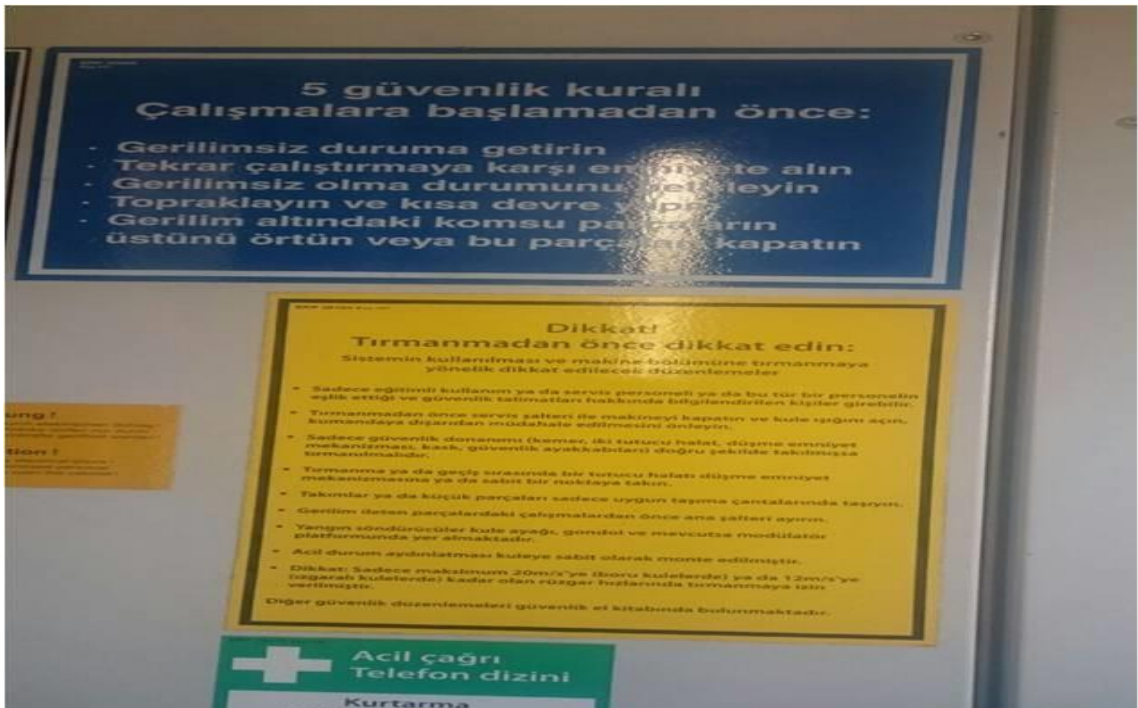
Rüzgar türbinlerinin bakımının yapılabilmesi türbinin içinde hem asansör hem de merdiven bulunmaktadır. Türbin bakımları hava şartlarının uygun olduğu yani rüzgarın hızının düşük olduğu zamanlarda yapılmaktadır. Şekil 4.6 rüzgar türbininin içinden görünüm sunulmaktadır.

Rüzgar türbinin motor kısmının bulunduğu en üst kısma her zaman için en az iki kişi çıkabileceği ve bunların acil durumlarda asansörü kullanmaması gerektiği görülmektedir.



Şekil 4.6. Rüzgar türbininin iç kısmından bir görünüm

Rüzgar türbinine çıkamadan hangi kurallara uyulması gerektiği gibi levhalar asılmıştır. Şekil 4.7 de yine çalışmaya başlamadan önce ne yapılması gerektiği anlatan uyarı levhalarından bir görünüm sunulmuştur.



Şekil 4.7. Rüzgar türbinin kulesine çıkılırken ne yapılması gerektiğini gösteren levhalardan görünüm

Beşiktepe rüzgar enerji santralının şalt ve türbin kısmının incelemesini bitirdikten sonra ofiste rüzgar enerji santralleri için yapılmış risk değerlendirmesi ve acil durum planı incelenmiştir.

Beşiktepe rüzgar enerji santrali için yapılmış acil durum planının içeriği 5 bölümden oluşmaktadır.

Beşiktepe rüzgar enerji santralının acil durum planının 1. Bölümde acil durum planının amacından, geçerlilik alanından, organizasyon yapısından ve acil durumlar için kurulan ekiplerden bahsedilmektedir. Rüzgar enerji santralinde kurulan ekipler şunlardır;

- Firma yangın söndürme ekibi
- Çevresel kaza acil durum müdahale ekibi
- İlk hasar tespit ve acil müdahale ekibi
- Acil durum yönetimi kriz masası
- Kurtarma ekibi
- İlk yardım ekibi
- Güvenlik ekibi
- Sosyal yardım ve halk ile ilişkiler ekibi

Olmak üzere acil durumlar için ekipleri kurulmuştur. Acil durum planında bu ekiplerin görev ve sorumluluklarının neler olduğundan bahsedilmiştir.

Beşiktepe rüzgar enerji santralının acil durum planının 2. Bölümünde eylem planı anlatılmış acil durum oluşmasından sonra ilk müdahalenin nasıl olması gerektiğinden bahsedilmektedir. Ayrıca acil durumun tespitinin yapılması anlatılmıştır.

Bunlar;

- Acil durum tipi ve boyutu
- Firma durum tespiti
- Personel toplanması
- Kriz masasının oluşturup göreve başlaması
- Birim personel tahliye planlarının uygulanması
- Hasar tespiti
- Emniyet maksadıyla enerjinin kesilmesi
- İletişim de devamlılığın sağlanması
- Kurtarma ekiplerinin toplanması, faaliyetlerinin başlaması
- Tüp kaçak kontrolü

Yukarıda sayılan maddeler halinde verilen ifadeler acil durum tespitinde nelerin yapılması gerektiği anlatılmıştır. Bu maddelerin hepsi ayrı ayrı neler olduğu ve neler yapılması gerektiği söylenmiştir.

Beşiktepe rüzgar enerji santralının acil durum planının 3. Bölümünde yetki ve sorumluluklardan bahsedilmektedir. Acil durum planının 1.bölümünde anlatılan acil durum ekiplerinin yetki sorumluluklarının neler olduğu anlatılmıştır. Saydığımız bu ekiplerin kaçır kişiden oluşması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Beşiktepe rüzgar enerji santralının acil durum planının 4. Bölümünde acil durumda dikkat edilecek hususlardan bahsedilmiştir. Aşağıda verilen durumlar için acil durum planı hazırlanmıştır.

- Deprem
- Yangın
- Su baskını
- Kimyasal tehlikeler
- Terör

Olmak üzere 5 tane acil durum için öncesinde ve sonrasında alınması gereken önlemlerin neler olduğundan bahsedilmiştir. Bu acil durumlar meydana geldiğinde yapılması gerekenler açıklanmıştır.

Beşiktepe rüzgar enerji santralının acil durum planının 5. Bölümünde acil durum olayı son bulduğunda hasar tespit çalışması yapılırken dikkat edilmesi gereken hususların nasıl inceleneceğinden bahsedilmektedir.

Beşiktepe rüzgar enerji santralinde risk değerlendirmesi olarak Check list risk değerlendirme metodu kullanılmıştır. Rüzgar türbin sahalarında denetim yapılan konular aşağıda verilmiştir.

- Ofis ile ilgili gözlemlerin neler olması gerektiği verilmiştir.
- 1) Ofis, Mutfak alanı temiz ve düzenli mi?
  - 2) Yürüyüş yolları üzerinde ara kablolar, hortumlar veya takılmaya sebep olacak başka bir şey var mı?
  - 3) Materyaller ve dosyalar uygun şekilde konulmuş mu?
  - 4) Dosyaların konulduğu dolap vb sağlam ve dengeli mi?
  - 5) Çalışma alanlarına çöp torbaları sağlanmış ve düzenli boşaltılmakta mıdır?
  - 6) Yeterli havalandırma sistemi ofiste mevcut mu?
  - 7) Yeterli tuvalet mevcut ve yeterince temiz mi?

8) Panolarda 30mA Kaçak akım röleleri mevcut mu? Çalışıyor mu?

9) Elektrik İç Tesisatı uygunluk belgesi var mı?

10) Ofis Ergonomik mi? Ofis alanı yeterli mi?

➤ Depo ilgili gözlemlerin neler olduğu aşağıda verilmiştir.

1) Malzeme deposu düzenli ve temiz mi?

2) Depoda malzeme deposu kullanma talimatı asılı ve buna uygun depolama yapılmış mı?

3) Depoda aşırı malzeme yığılması mevcut mu?

4) Depoda raf sistemi mevcut mu? Rafların taşıma kapasitesi yazılı mı?

5) Raflar duvara ve/veya birbirine sabitlenmiş mi?

6) Raflarda malzemelerin duracağı yerler belirlenmiş mi?

7) Depoda bulunan kimyasalların güncel envanter listesi mevcut mudur?

➤ Atık alanı ile ilgili gözlemler şunlardır;

1) Atık alanı kondisyonu uygun durumda mı?

2) Atıklar türlerine göre ayrılıyor mu?

3) Geçmiş yıllara ait atık berteraf kayıtları mevcut mu?

4) Kimyasal atıklar yetkin firmalarca sahadan alınıyor mu?

5) Atık alanı havalandırması mevcut mu?

Kule içi ekipmanları, kaldırma ekipmanları ve periyodik kontrolleri ile ilgili yapılan gözlemlerin neler olduğu ve bunların risk değerlendirmesinde olduğu gösterilmiştir.

1) Asansörün yıllık periyodik muayenesi yapılmış mı? Uygun durumda mı?

2) Kule merdiveni ve ray kontrolü yıllık olarak yapılmış mı? Uygun durumda mı?

3) Kule vinci muayeneleri yıllık olarak yapılmış mı? Uygun durumda mı?

4) Kurtarma cihazı kontrolleri yıllık olarak yapılmış mı? Uygun durumda mı?

5) Yangın Söndürme sistemi olan türbinlerde uyarı talimatı türbinde konumlandırılmış mı? Uygun durumda mı?

➤ Şalt güvenlik ekipmanları ile ilgili kontroller;

1) Gerilim test cihazı mevcut mu? Yıllık kontrolleri ve kalibrasyonu yapılmış mı?

2) Bara topraklama teçhizatı uygun mu? Yıllık kontrolleri yapılmış mı?

3) İzole halılar operasyon noktalarının önünde serili mi?

4) İzole sehpa var mı?

5) Yangın dolabı mevcut mu?

6) Yangın dolabında solunum maskesi, oksijen tüpü mevcut mu?

7) Yangın dolabında yangın elbisesi, itfaiyeci kıyafeti, yangın battaniyesi var mı?

Yukarıda anlatılan şekilde Beşiktepe rüzgar enerji santralinde risk değerlendirilmesi yapıldığı görülmüştür. Check list yöntemiyle gerekli takipler yapılmaktadır. Ayrıca saha geliştirme raporu görülen eksiklikler belirtilmiştir. Bir tane örneği aşağıda verilmiştir.

**Çizelge 4. 22.** Saha geliştirme raporunda görülen eksiklik

<b>NO:</b>	<b>UYGUNSUZLUK</b>	<b>UYGUNSUZLUK DERECESESİ</b>	<b>RESİM</b>	<b>ALINMASI GEREKEN AKSİYON</b>
<b>6</b>	Rafların sabitlenmediği görülmüştür. Raflar standartlara uygun değildir.	Majör		Taşıma kapasitesi belli, sağlam dengeli raflarda stoklama yapılmalıdır. Rafların duvara ve yere sabitlenmesi gerekmektedir.

## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Ülkelerin günümüzde enerji ihtiyaçları her geçen gün artmakta olup insanların hayatını sürdürebilmesi için enerji temel ihtiyaçların arasına girmektedir. Fosil yakıtlardan doğalgaz, petrol, linyit gibi enerji kaynakları ihtiyaçları karşılamada yetersiz kalmaları ve dünyada hızla azalması ve çevreye verdikleri zararın yüksek olması insanların yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesine büyük katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tükenmeyen, bitmeyen bir kaynak olması dünyanın yenilenebilir enerjiye doğru gitmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Her geçen gün dünyada enerji ihtiyacı artmaktadır. Günümüzde, dünyadaki ülkelerin birçoğu artık tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelmektedir. Rüzgar enerji sektörü gelişen hızlı teknoloji ile birlikte enerji konusunda hem dünyada hem ülkemizde çok hızlı gelişme gösteren sektörlerden biri durumuna gelmiştir (Avcı ve Yılmaz, 2012).

Yüksek basınçtan düşük basınç alanına doğru havanın akmasına rüzgar olarak adlandırılabilir. Gerçekte rüzgar güneşin dünyayı ısıtması sonucu meydana gelen hava hareketi olup güneş dünyayı eşit bir şekilde ısıtmadığı için ısınan hava yükseldikçe yerini soğuk havaya bırakır böylece rüzgar oluşumu sağlanır. Bundan dolayıdır ki rüzgar enerjisinin ana kaynağı güneş olduğu görülmektedir. Güneş dünyamıza enerji gönderdiği sürece rüzgar esmeye devam edecektir. Coğrafya ve yeryüzü şekillerine bağlı olarak rüzgarın özellikleri zamana ve bölgeye değişmektedir. Rüzgarın yönü ve hızı olmak üzere iki bileşeni vardır. Rüzgar enerjisi yenilenebilir, sonsuz ve en temiz enerji kaynaklarından biridir (Elibüyük, Yakut, ve Üçgül, 2016).

Güneş canlı yaşamının yeryüzündeki ana temel kaynağı, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının da temelinde dolaylı veya dolaysız olarak bulunmaktadır. Güneş enerjisi bitmeyen, tükenmeyen ve temiz enerji kaynağı olduğu gibi dünyamızın her yerinde bol miktarda bulunmaktadır. Ülkemiz güneş enerji potansiyeli bakımından oldukça kullanılabilir alana sahip olmasına rağmen, güneş enerjisini verimli bir şekilde kullanılamamaktır (Kaplukan, 2014).

Ülkelerin günümüzde elinde bulundurdukları en büyük sermaye yetişmiş insan gücü olduğu gibi, makineleşme ve yeni teknolojilerin uygulanması ile çalışanların güvenliği ve sağlığı konusunda adım atılmasının gerektiğini göstermektedir (Bıyıkçı, 2010).

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Literatürdeki yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenilirliği araştırmalarından farklı olarak bu tez çalışmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında iş sağlığı ve güvenliğinin uygulanması konusunda yeni bir yaklaşım ortaya koymak suretiyle rüzgar ve güneş enerjileri üretiminde mevcut yönetmelik ve mevzuatlar incelenerek eksik tarafları değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, rüzgar ve güneş enerjisi üretiminde üretim, kurulum, işletmeye alma ve bakım aşamalarında vuku bulan iş kazası ve meslek hastalığı istatistikleri kullanılarak ortaya konulmuştur.

### 6.1 Sonuçlar

Bu çalışmada, literatür araştırmasından elde edilen bilgilerden ve sahada görülen riskler; türbin parçalarının inşaat sahasına taşınması, rüzgar ve güneş enerjisi üretiminde kurulumun yapılmasında, işletmeye alınmasında ve bakımında görülen riskler olmak dört kategoride değerlendirilmiştir. Böylece yapılan bu araştırmada en az riskli türbin parçalarının inşaat sahasına taşınması sırasında görülen riskler olduğu ortaya konmuştur. Risk süreçlerine bakıldığında ve bunu kategorilere ayırdığımızda en fazla riskin rüzgar türbinlerinin bakım süreçlerinde görüldüğü tespit edilmiştir.

Yine bu çalışmada türbin parçalarının taşınması sırasında risklere bakıldığında bunların trafik diğer araçlarla çarpışma riski, bunlarında kurallara uyulmaması ve sürücünün dikkatsizliği tespit edilmiştir.

Çalışmada rüzgar enerji santrallerinde taşınmasında taşınan parçaların çok büyük olması dolayı risklerin ortaya çıktığı bu riskler ise yedi kategoride tespit edilmiştir. Güneş enerji santraller parçaları küçük parçalar olduğu inşaat sahasına ulaştırılmasında riskin kabul edilebilir seyide olduğu tespit edilmiştir.

Rüzgar türbinin montaj yapılması esnasında vuku bulan olaylarla yapılan çalışmalarda; en fazla riskin türbin parçalarının kaldırılması sırasında hareketli parçaların çalışanlara zarar verme riski bulunduğu tespit edilmiştir. Güneş enerji santrallerinde ise herhangi bir kaldırma işlemi bulunmadığından rüzgar enerjisinde yapılan montajlama işleminde görülen risklere göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada rüzgar türbin parçalarının kurulumu sırasında yapılan çalışmalar, bu çalışmalar ise dar ve kapalı alan çalışmaları kapsamakla birlikte kanatların montajı esnasında görülen riskli çalışmalar tespit edilmiştir. Güneş enerji

santrallerinde ise kurulum esnasında yapılan çalışmalarda dar ve kapalı alanlar ile ilgili yapılan çalışmalar olmadığı tespit edilmiştir.

Rüzgar türbinlerinin bakımı sırasında görülen faaliyetlere bakıldığında en riskli aşama olduğu tespit edilmiştir. Bu aşamada türbinin kule de çalışmalar yapılmakta ve yapılan bu çalışmalarda elektrik çarpması, yangın, acil bir durumda tahliye zorluğu ve arazi şartlarının genellikle de kış aylarında yapılacak bakımın buzlanmadan dolayı zorluğu tespit edilmiştir. Güneş enerji santrallerindeki bakımı sırasında elektrik üretimi yapılıyorsa çalışanların yüksek akıma maruz kalması aynı zamanda da yüksek voltaja maruz kaldıkları tespit edilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yayınlamış olduğu mevzuatlar incelenmiş üzerinde çalışılan mevzuatlara bakıldığında İş Sağlığı ve Güvenliği konusunda çalışanların korunması hakkında çıkartılmış herhangi bir mevzuat olmadığı işverenin gerekli güvenlik önlemlerini alması gerektiği şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarında çalışanların korunması hakkında çıkarılmış bir mevzuat bulunmadığı ancak bu alanda çalışanların maruz kaldıkları risklerden korunması için 2012 yılında çıkarılan “6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” olduğu bu kanuna dayanılarak çıkartılmış yönetmelikler bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışanların korunması için mevzuatın uygulanmasının ve yürütülmesinin işverence yapılması öngörüldüğü tespit edilmiştir.

## 6.2 Öneriler

Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ve güneş enerji santrallerinde elektrik üretiminde en fazla görülen riskler için iş sağlığı ve güvenliği ve yenilenebilir enerji kaynakları yönünden mevzuat incelemeleri, araştırmadan elde edilen bilgiler ile çözüm önerileri sunulmuştur.

Rüzgar enerji santrallerinde elektrik üretiminde iş sağlığı ve güvenliği yönünden çıkartılmış özel bir mevzuat bulunmadığı tespit edilmiş ve rüzgar santrallerindeki riskler göz önüne alınarak bir mevzuat çıkarılmalıdır. Örneğin; bu risklerin kabul edilebilir seviyeye düşürülmesi için çözüm önerileri aşağıda verilmiştir.

- Öncelikle rüzgar enerji santrallerinde yapılan her çalışma aşamasında risk değerlendirilmesi yapılmalıdır.
- Çalışanlar çalışma alanı ile alakalı konularda eğitilmiş olmalı ve eğitimler periyodik olarak tekrarlanmalıdır.

- Özellikle çalışanların kurulum sırasında seviye farkı olan yerlerde yapılan çalışmalarda platform, düşmeye karşı gerekli KKD bulundurulmalıdır.
- Yapılan çalışmada çevre güvenliği yapılmalıdır.
- Yapılan çalışmalarda hava koşullarına dikkat edilmeli rüzgar hızının fazla olduğu ve havanın çalışma koşullarına uygun olmadığına çalışma yapılmamalıdır.

Yukarıda sayılan çözüm önerileri rüzgar enerji santrallerinde görülen risklerle baş edilmesinde yapılması gerekenler konusunda öneriler sunulmuştur.

Güneş enerji santrallerinde en fazla riskin kurulum aşamasında görüldüğü ve literatürden ve sahadan alınan bilgiler ele alındığında çözüm önerileri aşağıda sunulmuştur.

- Güneş panellerin kurulumu için arazinin uygun bir hale getirilmelidir.
- Kurulum yapılacak arazinin sel baskını önlemek için drenajının kontrol edilmesi yapılmalıdır.
- Kurulum esnasında elle taşıma yapıldığından dolayı Elle Taşıma Yönetmeliği dikkate alınmalıdır.
- Çalışanların yaralanmasını önlemek amacıyla kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.
- Tüm çalışanlar güneş santrallerinde görülen riskler konusunda eğitilmiş olmalıdır.
- Yüksek voltajdan dolayı çeviricilerin topraklamaları şartnamelere uygun bir şekilde yapılmalıdır.
- Kabloların panel ve çeviricilere bağlanması gösterilen plana uygun bir şekilde yapılmalı ve bağlantıları kontrol edilmelidir.
- Sadece eğitilmiş ve yetkili çalışanların santral üzerinde çalışma yapma izni olmalıdır.

Sonuç olarak yenilenebilir enerji kaynakları konusunda iş sağlığı ve güvenliği kapsamında çıkartılmış herhangi bir mevzuat bulunmamaktadır. Çalışanların çalışma hayatını düzenlemeler 2012 yılında çıkarılan “6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği” kanununda ele alınmış olmasına rağmen yenilenebilir enerji kaynaklarının risklerini ele alınarak bu kanuna ek olarak yenilenebilir enerji kaynakları ile alakalı iş sağlığı ve güvenliği konusunda düzenleme yapılmalıdır.

Yapılan bu tez çalışması ile; yenilenebilir enerji kaynakları alanında daha önce uygulanmamış mevzuat incelemesi ve eksik yönlerini geliştirilmiş ve eksik yönlerinin uygulanabilirliği rüzgar enerji sektöründe saha çalışması yapılarak desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Ağçay, M, 2007, Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Arz Talep Dengesinin Tespiti, Üretim Projeksiyonuna Yönelik Rüzgar Elektrik Santrali Tasarımı RES'in Kurulum Maliyetlerinin ve Üretim Parametrelerinin Analizinin Matlab&Simulink İle Yazılan Programda Yapılması. Bitirme tezi sayfa: 15-33 İstanbul, Türkiye.
- Aktacir, M. A, 2009, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Güneş Enerjisi İle Elektrik Üretimi sunusu Sayfa: 3-25 Mardin, Türkiye.
- Albrechtsen, E, 2012, Occupational safety management in the offshore wind industry. s. 313-321.
- Altın ve Taşdemir., 2018, İş Sağlığı ve Güvenliği Kitabı, Eğitim yayınevi ISBN 978-605-9831-94-9
- Anonim 2012 a, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. Türkiye. Sayı: 6331
- Anonim 2012 b, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk değerlendirmesi Yönetmeliği. Türkiye. Sayı: 28512
- Anonim 2013 a, Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik. Türkiye. Sayı: 28783
- Anonim 2013 b, Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Türkiye. Sayı: 28721
- Anonim 2013 c, Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Türkiye. Sayı: 28743
- Anonim 2013 ç, Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği. Türkiye. Sayı: 28717
- Anonim 2013 d, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları. Türkiye. Sayı: 28628
- Anonim 2013 e, İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik. Türkiye. Sayı: 28681
- Anonim 2013 f, Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik. Türkiye. Sayı: 28695
- Anonim 2013 g, Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği. Türkiye. Sayı: 28762
- Anonim 2014, Rüzgar ve güneş enerjisine dayalı önlisans başvuruları için yapılacak rüzgar ve güneş ölçümleri uygulamalarına dair tebliğ. Türkiye. Sayı: 29033
- Anonim 2016, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alanları Yönetmeliği. Türkiye. Sayı: 29852
- Anonim, 2005, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. Türkiye. Sayı: 25819
- Anonim, 2010, Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programına (Enar) Dair Yönetmelik. Türkiye. Sayı: 27605
- Avcı, B. ve Yılmaz, T. B. 2012, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi Rüzgar Türbini Kanat Tasarımı ve Analizi. İzmir, Türkiye.
- Avcıoğlu, A. O, 2017, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri Dersi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Ders Notları sayfa: 4-7 Ankara.
- Bıyıkçı, E. T, 2010, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Sağlanmasında İş Güvenliği Uzmanlığı Yüksek Lisans Tezi sayfa: 30-38 Bursa, Türkiye.

- Bradbrook, S., 2013, Green jobs and occupational safety and health. page: 11-18 Luxembourg.
- Caithness Windfarm Information Forum. Summary of Wind Turbine Accident data to 31 March 2018, <http://www.caithnesswindfarms.co.uk/> date visit: 25/05/2018
- Canwea; Hgc Engineering. 2007, Wind Turbines and Sound: Review and Best Practice Guidelines. Ontario, page: 6-9 Canada.
- Ceylan, H, 2016, Türkiye'deki Elektrik Üretim, İletim ve Dağıtım Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi., 30-41.
- Chaumel, J.-L., Giraud, L., and Ilinca, A. 2012, Wind Energy – Occupational Health and Safety Risks and Accident Prevention Strategies, page :10-31.
- Crabtree, C. J., Zappala, D., and Hogg, S. I. 2015, Power and Energy. Wind energy: UK experiences and offshore operational challenges. Durham, page: 13-21 UK.
- Çelik, Ö., ve Utlu, Z. 2005, İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi. Rüzgar Enerji Santrallerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamaları(19), 57-64 İstanbul Türkiye.
- Dinçer, F., 2011, Türkiye'de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli - Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme. KSU Mühendislik Dergisi, sayfa: 9-15.
- Elibüyük, U., Yakut, A. K., ve Üçgül, İ. 2016, Süleyman Demirel Üniversitesi Rüzgâr Enerjisi Santrali Projesi. Sayfa: 1-11 Isparta, Türkiye.
- Ertem, M. A., ve Dündar, U. U. 2017, Tmmob. Güneş Enerjisi Santrallerinin Kurulumu İçin Risk Değerlendirme Rehberi. Sayfa: 4-24 Ankara, Çankaya, Türkiye.
- Kapluhan, E., 2014, Güneş Enerjisinin Dünya'daki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu. Coğrafya Dergisi, sayfa: 70-98.
- Karagöl, E. T., ve Kavaz, İ., 2017, Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji sayfa: 7-15
- Kısar, A. O., 2014, Rüzgar Santrallerinde İşletme ve Bakım. Sayfa: 1-4
- Koroğlu, T., Teke, A., Bayındır, Ç., ve Tümay, M. 2010, Güneş Paneli Sistemlerinin Tasarımı. Elektrik Mühendisliği, S. 99-100.
- Kösoğlu, H., 2016, Elektrik Enerji Santralleri. sayfa 23-29
- Muratdağı, T. 2015, Rüzgar Türbinlerinin Kurulum ve Bakım Süreçlerindeki Risklerin Tespiti, Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerilerinin Sunulması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi sayfa: 18-54 Ankara, Türkiye.
- Obuz, S., 2016, İnşaat Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Hakkındaki Bilgi Düzeyleri, Yüksek Lisans Tezi, sayfa: 22-38 İstanbul, Türkiye.
- Ragheb. 2016, Safety Of Wind Systems. sayfa: 1-9
- Tsoutsos, T., Frantzeskaki, N., and Gekas, V. 2005,. Environmental impacts from the solar energy technologies. Energy Policy, 289-296.
- Tveiten J., Giraud, L. and Ilinca Adrian, 2015, Occupational Health and Safety Risks and Accident Prevention Strategies. Wind Energy Sector, 33-39

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Fatih GÜL  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Kahramanmaraş  
**Telefon** : 05070177986  
**Faks** :  
**e-mail** : gul\_fetih@hotmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: İbrahim Çalık Lisesi, Onikişubat, Kahramanmaraş	2007
Üniversite	: Sakarya Üniversitesi, Adapazarı, Sakarya	2011
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram, Konya	
Doktora	:	

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2011-2014	Aydoğmuş Doğalgaz	Proje Sorumlusu
2012- 2014	Gümüşer Yapı Denetim	Makine Mühendisi
2014-Halen	Kırklareli üniversitesi	Öğretim Görevlisi

### UZMANLIK ALANI

İş Sağlığı ve Güvenliği

### YABANCI DİLLER

İngilizce

### BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

### YAYINLAR