

İZMİR KÂTİP CELEBİ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİ SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
UYGULAMALARININ YETERLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sıla KAYA

601115008

Fen Bilimleri Enstitüsü

İş Güvenliği ve Sağlık Programı

EYLÜL, 2017

İZMİR KÂTİP CELEBİ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİ SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
UYGULAMALARININ YETERLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sıla KAYA

601115008

Fen Bilimleri Enstitüsü

İş Güvenliği ve Sağlık Programı

Tez Danışmanı: Yardımcı Doç. Dr. Ziya Haktan KARADENİZ

EYLÜL, 2017

İKÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 601115008 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Sıla KAYA, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİ SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARININ YETERLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Yardımcı Doç. Dr. Ziya Haktan Karadeniz

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Kutlay Sever

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

Prof. Dr. Hülya İnaner

Dokuz Eylül Üniversitesi

Teslim Tarihi : 08 Ağustos 2017

Savunma Tarihi : 06 Eylül 2017

KISALTMALAR

AFFSET	: l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Fransız Çevre ve İş Sağlığı Güvenliği Ajansı)
RES	: Rüzgar Enerji Santrali
HSE	: Health&Safety&Environment
SEÇ	: Sağlık Emniyet Çevre
IFC	: International Finance Corporation
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak alanı
AB	: Avrupa Birliği
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
CWIF	: Caithness Wind Farms
Db	: Desibel
MSDS	: Material Safety Data Sheet
OSHA	: Occupational Safety and Health Association
PRCS	: Permit-Required Confined Space
LOTO	: Lockout-Tagout
UAW	: United Auto Workers
CPR	: Cardiopulmonary resuscitation
AED	: Automated External Defibrillator
MAP ERC	: The Mountain & Plains Education and Research Center
MMI	: MMI Engineering Co.
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
RET	: Rüzgar Enerji Türbini

SEMBOLLER

MWE	: Megawatt Elektrik
KW / saat	: Kilowatt / saat
m	: Metre
km	: Kilometre
°C	: Santigrat derece (sıcaklık)

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. : Bağlantı Bölgeleri ve Bağlantı Kapasiteleri.	14

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1 : Türkiye'deki rüzgar enerjisi santralleri için kümülatif kurulum.....	4
Şekil 2 : İşletmede Olan RES'lerin Bölgelere Göre Dağılımı.....	5
Şekil 3 : Alize Çeşme Santrali – İzmir.....	6
Şekil 4 : Yağ sızıntısı, Clyde ...	13
Şekil 5 : 31 Mart 2017'ye kadar olan kaza oranları (Dünya üzerindeki tüm kazalar).....	30
Şekil 6 : Hollanda 29/10/2013.....	37
Şekil 7 : Balıkesir – Susurluk 17/08/2013.....	39
Şekil 8 : Afyonkarahisar 06/11/2013.....	40
Şekil 9 : Balıkesir 24/12/2015.....	40
Şekil 10 : Hatay Belen Ötençay 22/10/2016.....	41

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
SEMBOLLER	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Nedir?	2
1.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatında Rüzgar Enerji Sektörü	3
1.3 Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Sektörü’nün Büyüklüğü.....	4
2. RÜZGAR TÜRBİNİ SEKTÖRÜ İLE İLGİLİ ULUSLARARASI ALANDA YAPILMIŞ OLAN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	7
3. RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE ÇALIŞMAK İÇİN ASGARI ŞARTLAR VE TEMEL RİSKLER NELERDİR?	15
4. RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE OSHA (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION) STANDARTLARININ TÜRK STANDARTLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI	21
5. RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE GLOBAL ÇAPTA KAYITLARA GEÇMİŞ KAZA VE OLAYLAR	30
2.1 Türkiye’de Kayıtlara Geçmiş İş Kazaları.....	38
6. RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE RİSK ANALİZİ	42
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR	74

TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİ SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARININ YETERLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Ülkemizde İş Sağlığı ve Güvenliği konusu son 10 yıldır faaliyette olan bir konudur ve henüz tam anlamıyla oluşturulamamış bir kültürdür. Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından çıkarılan kanun ve yönetmeliklerde belirlenmiş kurallar baz alınmaktadır. Denetim yine aynı kurum elindedir. Ülkemizde gerek kamu gerek özel sektörde yaşanan iş kazaları ve ihmaller bu denli fazla iken, hala birçoğumuz İş Sağlığı ve Güvenliği kavramını bilmemekteyiz. Okullarda ve işyerlerinde konu ile ilgili eğitimler verilmemekte, zorunluluk olması sebebiyle tüm prosedürler yalnızca kağıt üzerinde gerçekleştirilmektedir. Devlet tarafından düzenli bir kontrol mekanizması olmadığı gibi insanlarımız da bu konuda bilinçsizdir.

Ülkemizde gelişmekte olan ve gelecek vaat eden sektörlerde de durum diğer sektörlerden farksızdır. Bu çalışmada son 20 yıl içinde ülkemizde gelişmekte olan rüzgar enerji sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği çalışmalarında uygulanmakta olan prosedürlere değinilmiş ve diğer ülkelerle olan farklılıklarımız karşılaştırılmıştır. Maalesef ülkemizdeki yetersiz durum diğer ülkelerde de aynı şekildedir. Rüzgar enerji sektörü birçok açıdan avantajlı olmasına rağmen işgücü kayıpları da bir o kadar fazladır. Devletler bir tarafta mali çıkarlarını gözetmeye çalışırken bir taraftan insan sağlığına yönelik çalışmalar yapmaktadır. Fakat bu çalışmalar esnasında, rüzgar türbinlerinin kurulum, bakım, işletme çalışmalarının hızlı olması istendiği, maliyetin daha önem kazandığı gerçeklerinden dolayı insan sağlığına gereken önem verilmemiş ve verilmemektedir.

Bu çalışmada İş Sağlığı ve Güvenliği tanıtılarak Türkiye’de rüzgar enerji sektöründeki gelişmelere, rüzgar türbini sektöründe Türkiye ve diğer ülkelerde yaşanmış iş kazalarına ve maddi kayıplı kazalara değinilmiştir. Diğer ülkelerde İş Sağlığı ve Güvenliği açısından rüzgar türbini sektöründeki iyileştirici ve eleştirel çalışmalar anlatılarak bu çalışmalar değerlendirilmeye alınmış, Türkiye bu konuda nerededir? Mevcut çalışmalar ve yönetmelikler yeterli midir? gibi sorulara cevap aranmış ve sektörün insan sağlığına bakışının geliştirilebilmesi için nasıl çalışmalar yapılmalıdır? gibi konular ele alınmıştır. Bu çalışma hazırlanırken Türkiye ve diğer ülkelerdeki çalışmalarla ilgili geniş bir literatür taraması yapılmış ve sektördeki mevcut riskler ele alınmıştır.

1. GİRİŞ

Nüfus, hızlı kentleşme ve yaşam kalitesinin artması, sanayi ve teknolojinin gelişmesi ve gelişen teknolojinin imkanları vb. etkenler enerjiye olan ihtiyaç ve talebi arttırmakta ve bu sebeple enerji sektörü çağımızın en önemli sektörlerinden biri haline gelmekte ve gelişimini sürdürerek büyümektedir.

Rüzgar enerjisi yenilenebilir ve temizdir ve sera gazı emisyonu üretmez. 2012'de Avrupa Birliği'nin (AB) enerji kapasitesinin % 11.4'ünü, Avrupa'daki yeni enerji kapasitesinin % 26.5'ini (The European Wind Energy Association-EWEA 2012 verilerine göre) oluşturmuştur. Avrupa Birliği enerji sektörü, petrol, kömür ve nükleer yakıtlardan uzaklaşmaya devam ederken, rüzgar enerjisi son on yılda muazzam bir büyüme yaşamakta ve bunun devam etmesi beklenmektedir. 2012'nin sonları itibariyle dünya genelinde toplam rüzgar santrali sayısı 225 civarındaydı ve 79 farklı ülkeye yayılmıştı[1].

Ernst & Young'ın yayınlamış olduğu CSI (Renewable Energy Country Attractiveness Index)'ine göre Ağustos 2011 rüzgar enerjisi yatırımlarında birinci ülke Çin'dir. Çini, ABD, Almanya, Hindistan ve İngiltere takip etmektedir. Türkiye 35 ülke arasında 29. sırada yer almaktadır. Dünyada ve Türkiye'de hızla gelişmekte olan bu sektör insana, diğer canlılara ve çevreye duyarlılığı da beraberinde getirmek durumundadır. Global ve yerel kuruluşlarda iş sağlığı ve güvenliği ve çevre bilinci trendlerinin sürekliliğinin ve gelişebilirliğinin sağlanması son derece önemlidir[2,3].

Rüzgar türbinlerinin güvenilir, emniyetli ve faydalı çalışması, diğer mühendislik cihazlarına benzer şekilde bir dizi mühendislik güvenlik özelliğinin kullanılmasını gerektirir. Şiddetli rüzgar koşulları, riskler ve tehlikeler altında olası arıza modlarının tanımlanması, gelecekte daha da güvenilir ve daha güvenli rüzgar türbini tasarımlarına yol açacaktır. Rüzgar

türbinlerinin tasarım ömrü yaklaşık 20 yıldır, tehlikeli fırtınalı koşullar altında bile güvenilir ve güvenli bir şekilde çalıştırılması gerekir. Bu, günümüzdeki ve gelecekteki türbin tasarımcıları için bir tasarım zorluğu ortaya koymaktadır.

Çalışma Bakanlığı 8'i 2007 yılını kapsamak üzere 1972'den bu yana yaralanmaları içeren 75 rüzgar türbini kazası bildirmiştir. Fakat bunlara erişim sağlanamamaktadır. Ölüm veya yaralanma içermeyen kazalar rapor edilmemiştir[4].

Rüzgar Enerji sektöründe Türkiye ve diğer ülkelerde birçok çalışma yapılmıştır fakat bu çalışmaların yeterliliği ve sağladığı katkı değerlendirilmeli ve etkinliği sorgulanmalıdır. Çünkü yapılan çalışmalar İş Sağlığı ve Güvenliği'nden daha çok türbinlerin veriminin artırılması ve rüzgar türbini parçalarının tasarımları ile ilgilidir. Gerek ülkemizde gerek sektörde yer edinmiş diğer ülkelerde insan ve çevre sağlığına bakış açısı son derece sığ kalmıştır ve konu ile ilgili çalışmalar kısıtlı ve yetersizdir.

1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Nedir?

İş Güvenliği; İşyerinde işin yürütülmesi ile ilgili olarak meydana gelen tehlikelerden, sağlığa zarar verebilecek şartlardan korunmak ve daha iyi bir iş ortamı oluşturmak için yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır. Bir başka deyişle, işyerlerinde çalışanların sağlıklı ve güvenli çalışmalarını sağlamak üzere alınması gereken tedbirler dizisidir. İş Sağlığı; Tüm mesleklerde çalışanların bedensel, ruhsal ve sosyal yönden iyilik hallerinin en üstün düzeyde tutulması, sürdürülmesi ve geliştirilmesi çalışmalarıdır[5,6].

İş Sağlığı ve Güvenliği'nin amacı çalışanların, üretimin ve işletmenin güvenliğini sağlamaktır. Öncelikli amaç, çalışanların sağlığını koruyarak kişilerin beden ve ruhen bütünlüğünü korumak ve sağlamaktır. Diğer bir

deyişle, insan merkezli yaklaşımdır. Çalışan sağlığı korunabildiği takdirde üretimin ve verimliliğin de artacağı gözlemlenecektir. Amacından da görüldüğü üzere, İş Sağlığı ve Güvenliği çok yönlü bir çalışmadır ve her aşamasında bir ekip işidir. İşveren ve çalışanlar, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları ve İşyeri Hekimleri ile işbirliği içinde olmalıdırlar ve iş güvenliğini desteklemelidirler[7,8].

1.2.İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatında Rüzgar Enerji Sektörü

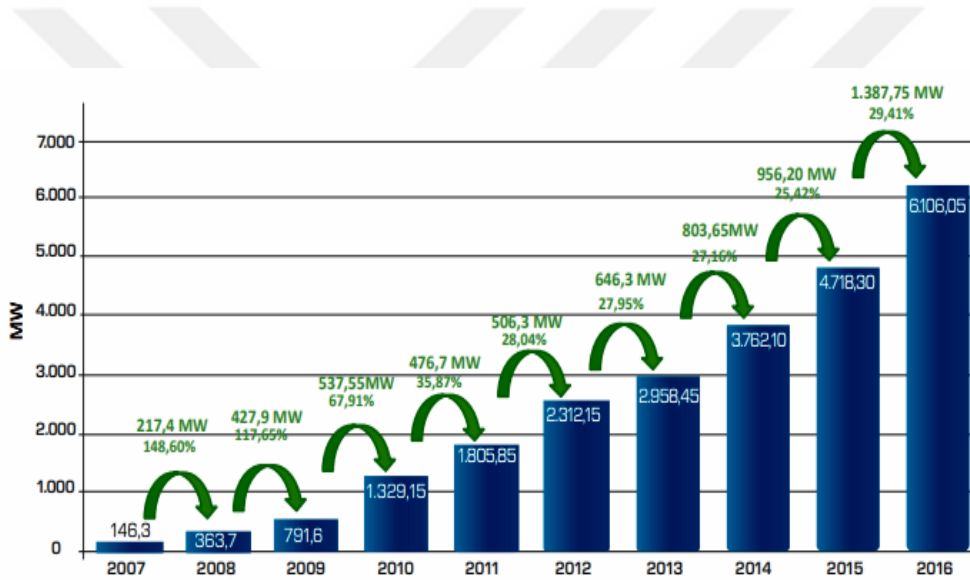
6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 20/06/2012 tarihinde TBMM’de kabul edilmiş, 30/06/2012 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerinin düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu Kanun; kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine, çırak ve stajyerler de dahil olmak üzere tüm çalışanlarına faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanır[5].

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, ilgili yönetmelikleri ve tebliğleri gereği, rüzgar enerji santralleri, elektrik enerjisi üretimi olarak tanımlanan 35.11.19 nace kodlu çok tehlikeli sınıf işyeri kapsamındadır. İşveren; iş güvenliği uzmanlarının görev, yetki, sorumluluk ve eğitimleri hakkında yönetmelik gereği çok tehlikeli sınıftaki işyerlerinde çalışan başına ayda en az 40 dakika A sınıfı İş Güvenliği Uzmanı veya 01.01.2019 tarihine kadar B sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, işyeri hekimi ve diğer sağlık personelinin görev, yetki, sorumluluk ve eğitimleri hakkında yönetmelik gereği çok tehlikeli sınıftaki işyerlerinde çalışan başına ayda en az 15 dakika, 250 ve üzeri çalışanı olan işyerlerinde çalışan başına ayda en az 20 dakika İşyeri Hekimi görevlendirmek zorundadır[5].

Rüzgar enerji sektörü ile ilgili Avrupa Birliği mevzuatı dikkate alındığında ise, 2009/28/EC sayılı Yenilenebilir Enerji Direktifi harici, rüzgar enerjisi sektörü ile ilgili spesifik bir yasal düzenleme bulunmadığı görülmektedir. Bu direktifte, hem çevreye duyarlı hem de sürdürülebilir bir enerji türü olması açısından yenilenebilir enerji sektörünün geliştirilmesi öngörülmüştür. Söz konusu direktif, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin kullanılmasını teşvik ederek bu konuda genel bir çerçeve oluşturmakta ve Avrupa Birliği üyesi ülkelere zorunlu ulusal hedefler koymaktadır[9].

1.3.Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Sektörü’nün Büyüklüğü

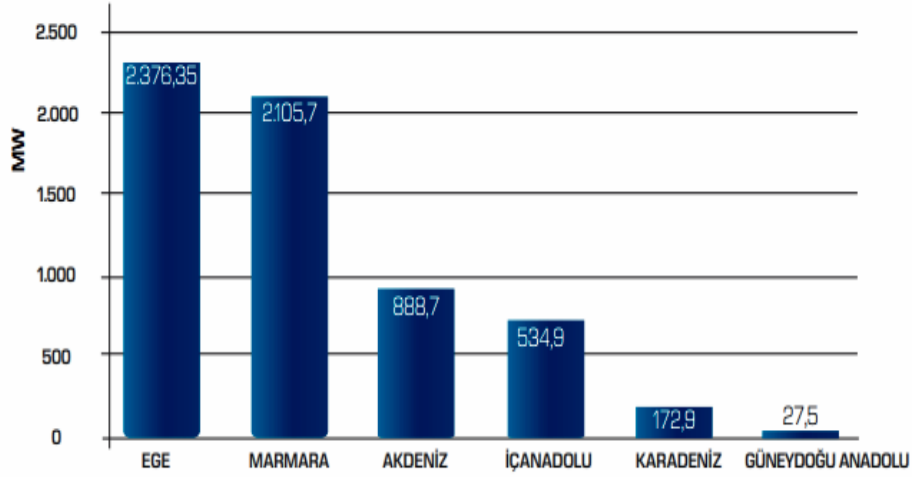


Şekil 1. Türkiye’deki rüzgar enerji santralleri için kümülatif kurulum[10].

Türkiye’de 2016 verilerine göre toplam aktif santral sayısı 171, kurulu güç 6.195 MWE (Megawatt Elektrik) dir. Kurulu güç 2007 yılından 2016 yılına kadar ciddi bir artış göstermiştir(Şekil 1).

2016 yılında Türkiye’de rüzgar enerji santralleriyle toplam 15.369.548.000 KW/saat elektrik üretimi sağlanmıştır. 1 Temmuz 2017 tarihli son verilere göre ise, Türkiye’de toplam 2790 türbin devrededir ve kurulu güç 6194.94 MW’dır. Tüm bu verilerden de görüldüğü üzere rüzgar enerjisi ülkemizde

hızla büyüyen ve beraberinde olumlu olumsuz dinamikleri de getiren bir sektördür. 21/05/2009 tarihinde yayınlanmış olan Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde 2023 yılına kadar kurulu olan rüzgar enerjisi gücünün 20000 MW'a yükseltilmesi hedeflendiği belirtilmiştir. Bu hedefe destek için, özel sektördeki rüzgar enerji firmaları devlet tarafından açılan fon ile desteklenmekte, inşaat aşamasında teşvik verilmektedir[10,11].



Şekil 2. İşletmede olan RES'lerin bölgelere göre dağılımı[10].

Yıllık ortalama rüzgar değerleri baz alındığında, rüzgar enerjisi açısından en avantajlı bölgeler ülkenin kıyı şeritleri, yüksek ve açıklık alanlarıdır. Rüzgar hızı bakımından ilk bölge Ege Bölgesi'dir, Ege Bölgesi'ni Marmara ve Akdeniz Bölgeleri takip etmektedir. İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri orta şiddette bir rüzgar hızına, Güneydoğu Anadolu ise coğrafi nitelikleri bakımından düşük rüzgar hızına sahip bir bölgedir(Şekil 2).

EİE-Elektrik İşleri Etüt İdaresi, 2006 yılında bir dizi çalışma yaparak Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Haritası'nı oluşturmuştur. Ege Bölgesi, bu anlamda Türkiye'de rüzgar enerjisi potansiyelinin %24'lük kısmını karşılayabilecek niteliktedir. Özellikle İzmir gerek coğrafi koşulları, rüzgar hızı ve yıl içinde rüzgarlı geçen gün sayısı açısından, Ege Bölgesi'nin en avantajlı şehridir[12].



Şekil 3. Alize Çeşme Santrali – İzmir[13].

Türkiye’de ilk rüzgar enerji santrali de, 1998’de İzmir Çeşme-Germiyan bölgesinde kurulmuştur. 3 adet rüzgar türbininden oluşan santralin adı Alize Çeşme Santrali’dir. Tesisin kurulu gücü 17.4 MW'dir(Şekil 3).

2. RÜZGAR TÜRBİNİ SEKTÖRÜ İLE İLGİLİ ULUSLARARASI ALANDA YAPILMIŞ OLAN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bir rüzgar santralinin güvenlik politikası, gelişiminin her aşamasını kapsamaludur ve çalışanlarının, müteahhitlerinin ve genel halkın risklerini içermelidir. Colorado Halk Sağlığı Okulu'nda Nisan 2011'de yapılan Dağ ve Ovalar Eğitim ve Araştırma Merkezi (MAP ERC) Enerji Zirvesi'nde, yenilenebilir enerji endüstrisinde çalışan sağlığı ve güvenliği ile ilgili konular irdelenmiştir. Yenilenebilir enerji endüstrisinde çalışma tehlikeleri hakkında bilgilerin sınırlı olduğu ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır. Zirveye göre hem önleme hem de gelecek araştırmalara rehberlik etmek için iki temel yaklaşım olmalı ve bu yaklaşımlar şunları içermelidir[14]:

- (1) İşgücü güvenliği ve sağlığının diğer alanlarından, özellikle de maden çıkarma enerjisi endüstrisinden alınan derslerin uygulanması,
- (2) Yenilenebilir enerji endüstrisinde kullanılan özel materyallerin ve proseslerin mesleki tehlikeleri hakkında bilgi.

ABD'de türbin arızalarının raporları arasında rotor kanatları kırılmaları, yağ sızıntıları, yangınlar ve kule çökmesi sayılabilir. Hava şartları ve iklimler makineler üzerinde önemli bir yer tutarken, endüstri eleştirmenlerinden gelen haberler, endüstriyel rüzgar türbinleri kurma çabasının kalite güvencesi ve güvenli kurulum uygulamaları pahasına gerçekleştirildiğini söylemektedir. Eleştirmenler tesislerin bazılarının üreticiler tarafından tasarlandığı gibi güvenilir ve dayanıklı olmayabileceğini iddia ederken, son yıllarda birçok aksilik, çökme ve kaza olduğu bildirilmiştir. Türbin sahipleri, mekanik kulelerin iyi bir şekilde çalışmaya devam etmesini sağlamak için düzenli olarak planlanmış bakım yapmayı taahhüt etmiştir. ABD'de yaklaşık 75 rüzgar santrali işletmesinin gayriresmi bir araştırması, bunların yüzde 60' ının bakım prosedürlerinde geride olduğunu tespit etmiştir. Güvenilirlik, emniyetle yakından ilişkilidir. Bileşenlerin yetersiz test edilmesi, bakım ve

servis eksikliği, bileşenlerin montajı esnasında acele edilmesi durumunda sık arıza ve olası maddi kayıplara neden olabilir. 2008'de bir rüzgar türbini santrali çevresinde keşif yapıldığında, türbinlerin tam üçte birinin uygun rüzgar koşullarında işletilmediği, onarım veya bakım için kapatılmasıyla fark edilmiştir[15].

ABD'de mevcut olan büyük sorunlardan biri de, rüzgar türbinleri inşaatı aşamasında yerleşim yerlerinde dikkatli bir incelemeden kaçınılmış, okul binalarının yanında, insan trafiğine ve toplu yaşam alanlarına yakın yapılara bitişik olarak planlanmıştır. Rüzgar türbinlerinin konut bölgelerinden uzaklığı, bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. ABD'de Wisconsin ve Michigan'da, yerel lisans kurulları tarafından, konut bölgelerinden 3 km. kadar uzağa türbin inşa edilmesi için lisans verilmesi bildirilmiştir. Yerleşim yerleri için federal bir incelemeye ihtiyaç duyan diğer enerji santralleri aksine, ABD'deki rüzgar santrali öncelikle yerel yerleşim kurallarına tabidir. Avrupa'da ise rüzgar türbinlerinin konut alanlarından uzaklığının en az 1 km olması öngörülmüştür. 14 Mart 2014 tarihinde İskoç Hükümeti de, rüzgar santralleri ve yerel topluluklar arasındaki mesafeyi 2 km'den 2,5 km'ye çıkarmayı teklif etmiştir fakat 2 km'lik ayırma mesafesi, planlama işlemi sırasında genellikle utanç verici biçimde göz ardı edilmeye devam edilmiştir[15].

Fransız Çevre ve İş Sağlığı Güvenliği Ajansı (AFSSET) Mart 2008'de, Sağlık ve Çevre Bakanlıkları tarafından yaptırılan rüzgar türbinleri tarafından üretilen gürültünün sağlık etkileri üzerine bir rapor yayınlamıştır. AFSSET yayınlamış olduğu raporda, rüzgar santralleri ile konutlar arasındaki mesafeyi belirlemek yerine, projenin olay bazında akustik etkisini azaltmak adına türbinlerin yeniden modellenmesini önermiş fakat bir sonuç alınamamıştır. Çünkü, AFSSET raporunun sonuçlarından biri şu şekildedir: Eldeki verilerin analizi: Genellikle yüksek frekanslara maruz kalma ile ilişkili işitme etkileri veya spesifik etkilerle ilgili doğrudan sağlık sonuçları belirlenememiştir[16].

Rüzgar türbinlerine yakın yerleşim alanlarında, insanlar üzerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki rüzgar türbini bu insanlar için can sıkıcı ve rahatsız edici bir enerji türüdür. 2011 yılında Kanada’da Loren D. Knopper ve Christopher A. Ollson tarafından yapılan çalışmada, özellikle rüzgar türbinlerinden kaynaklanan gürültünün insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu tespit edilmiştir. Rüzgar türbini alanında yaşayan bir grup insan gözlemlenerek, özellikle 40 dB’den yüksek gürültü maruziyetinin söz konusu olduğu yaşam alanlarında, insanlarda uykusuzluk problemlerinin ve günlük hayatta normalden daha fazla stres faktörünün hakim olduğu sonucuna varılmıştır. Rüzgar türbinlerinin insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek, ortaya çıkan bir alandır. Rüzgar türbinlerinin ve çevresel değişikliklerin insan sağlığı, duygusal ve fiziksel hal üzerindeki etkileri üzerine daha ileri araştırmaların yapılması gerekmektedir. Loren D. Knopper ve Christopher A. Ollson da bu nitelikteki araştırmaların, örneğin akustik mühendisleri, sağlık bilimcileri, epidemiyologlar, sosyal bilimciler ve halk sağlığı hekimleri gibi çok disiplinli ekiplerce gerçekleştirilmesi gerektiğine inanmaktadır. Bunun neticesinde rüzgar türbini geliştiricileri, devlet kurumları, danışmanlık uzmanları ve sivil toplum örgütleri ile işbirliği yaparak çalışabilirler. Konuyla ilgili birçok ülkede kararlar alınmıştır. 2006 yılında Fransız Ulusal Tıp Akademisi, önlem olarak; rüzgar türbinlerinin 1500 m. yakınındaki alanlarda, 2.5 MW kapasitesini aşan rüzgar türbinlerinin kurulmasının askıya alınması gerektiğini vurgulamıştır[17].

Rüzgar türbinlerinin konutlara olan uzaklığı konusunu Türkiye’de incelediğimizde ise durum diğer ülkelerde olduğu gibi pek parlak değildir. Türkiye’de RES mevzuatında ise konut alanlarına yakınlık sınırları ve bu konudaki uygulamalar oldukça yetersizdir. Rüzgar türbini santralleri özellikle köylük yerleşim alanlarının 150 m. kadar yakınına kadar kurulmuş durumdadır. Rüzgar türbini santrallerinin, türbin yakınındaki konutlarda yaşayan insan sağlığına olumlu fayda sağlaması sürdürülebilirlik ve gelişim açısından son derece önemlidir ki gerek belediyeler, gerek yerel halk, gerekse sivil savunma örgütleri konu üzerinde oldukça kararlı mücadele etmektedir.

Özellikle Ege Bölgesi RES'in gelişmekte olduğu bir bölge olması sebebiyle burada sorunlar daha belirgin boyuttadır. National Geographic Türkiye eski editörü Oya Akman'ın yaşadıkları söz konusu yetersizliği tüm çıplaklığıyla gözler önüne sermektedir. Kendisi ailesi ile birlikte, ekolojik ve şebekeden uzak bir hayat sürdürmek için 2 yıl önce Marmaris'e yerleşmiştir. Yaşadıkları yerin çok yakınına RES kurulmuş ve kendilerine verilen ÇED raporunda yaşadıkları köy yok sayılmıştır, evi de dahil olmak üzere tüm köy RES sahasının içine dahil edilmiştir. Yetkililer ise orada bir yaşamın mevcut olduğundan haberdar olmadıklarını öne sürmüşlerdir. Fakat burada iki tarafın da eleştirilmesi gerekir. Çünkü, bu köye yerleşim için imar izni olup olmadığı da medyadaki haberlere yansımamıştır. İmar izni olmayan bir yerleşim alanı ise ÇED raporu hazırlanırken burada bir yerleşim merkezinin varlığından haberdar olunmaması da gayet olağan bir durumdur.

Prof. Dr. Zuhâl Okuyan, RES' lerdeki gürültünün 80 dB'in altında olmasına rağmen, sürekli gürültü maruziyetinin de insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinden söz etmiştir. Rüzgar Türbini Sendromu (Wind Turbine Syndrome) denilen yeni bir klinik rahatsızlık da literatüre geçmiştir. Öte yandan, rüzgar türbini kanatlarının dönüş esnasındaki "bir var bir yok" şeklindeki gölgesinin insan psikolojisini olumsuz olarak etkilediğini belirtmiştir[19].

Sonuç olarak RES ve konutlar arasındaki mesafe konusunda Dünya'da bir uygulama birliği bulunmamaktadır. İngiltere'de 350 metre uzaklık henüz tartışma aşamasındadır. İrlanda'da ise 500 metre limit kuralı uygulanmaktadır. İrlanda'da Çevre Bakanlığı 500 metre olan mevcut uzaklığı 2000 metreye yükseltmeyi önermiş fakat İletişim, Enerji ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı böyle bir limit uygulamasının ülkedeki RES potansiyelini öldüreceğini belirterek Çevre Bakanlığı'nın önerisini kabul etmemiştir. Danimarka'da gövde uzunluğu 25 metre'yi aşan rüzgar türbinleri için yüksekliğinin dört katı mesafede konut olması kuralı uygulanmaktadır. Almanya'da ise sınırları eyaletler belirlemektedir. Bavyera eyaleti, 2014'te

rüzgar türbini uzunluğunun 10 katı limit kuralını uygulamaktadır. Hamburg'da konutlardan 500 metre; orman, su kaynakları, kuş yaşam alanlarından 200-500 metre arası limit kuralı uygulanmaktadır[20,21].

İngiltere'de, MMI Engineering karadaki rüzgar türbinlerinin etrafındaki kişilere zarar verme potansiyelini ilgilendiren konuları araştırmak ve kişilerin riskini tahmin etmek için bir metodoloji geliştirmek amacıyla kapsamlı bir araştırma yapmıştır. Rüzgar türbini arıza sıklıkları için mevcut verilerin durumunu belirlemek amacıyla bir literatür taraması yapılmıştır. Bu literatür taraması sonucunda, rüzgar türbini arızaları için genel olarak mevcut olan bildirilmiş arıza verisinin az olduğunu doğrulamıştır. Veri tabanlarının derlendiği yerlerde, veriler genelde üreticiler veya sanayi kuruluşları tarafından güvence altına alınır veya basın grupları tarafından derlenir ve kaynak verileri doğrulanamaz. İngiltere'de kanat hasarı ile ilgili bir dizi rüzgar türbini olayı hakkında daha kapsamlı soruşturma yapılmış ve sonuçların her ne kadar halka açık olmamasına rağmen HSE (Health and Safety and Environment)'ye sunulmuştur. Rüzgar türbinleri çevresindeki kişilere yönelik risklerin değerlendirilmesi için metodolojiyi geliştirmek amacıyla MMI Engineering, SEÇ (Sağlık Emniyet Çevre) rehberliğinde "ihtiyatlı en iyi tahmin" yaklaşımını benimsemiştir. Üretilen modeli tam olarak doğrulamak için rüzgar türbini arızaları konusunda yetersiz veri olduğu için bu yaklaşım gerekli olmuştur. MMI Engineering, rüzgar türbini kanatları ve parçalarının doğrudan ve dolaylı etkisine karşı insanın savunmasızlığı için modeller geliştirmiştir. Bu modeller bir hasar iletim modeli ile birleştirilmiş, temelde atılan bıçak veya parça yörüngesinin bir hesabıdır. Bu modeller, rüzgar türbinleri yakınındaki insanlara risk değerlendirmesi için bir metodoloji sunmaktadır. Rüzgar türbinleriyle ilgili tipik riskleri belirlemek ve sonuçları diğer toplumsal risklerle karşılaştırmak için risk değerlendirme metodolojisi ile tek bir vaka çalışması gerçekleştirilmiştir. Analiz, rüzgar türbini ile bağlantılı ölüm risklerinin sıklıkla karşılaşılan diğer risklere kıyasla düşük olduğunu ortaya koymuştur. Fakat şu unutulmamalıdır ki, daha küçük rüzgar

türbinleri nüfusun yoğun olduğu bölgelerde daha yüksektir Benzer şekilde, türbinlerin tehlikeli tesislere yakın yerleştirildiği durumlarda, tehlikeli tesiste olaylara neden olan rüzgar türbini parçalarının potansiyelleri de dikkate alınmalıdır. Eklemek gerekir ki, İngiltere’de SEÇ (Sağlık Emniyet Çevre) yetkilileri şu anda rüzgar türbinleri için güvenilirlik ve risk değerlendirmeleri üzerine kararlar alabilecekleri bir rüzgar türbini arızası veri tabanına sahip değildirler[22,23].

Bilindiği üzere rüzgar türbinleri rüzgar potansiyeline göre denizlere de kurulabilmektedir ve bu aşamada SEÇ (Sağlık Emniyet Çevre) süreçleri devreye girmektedir. Bu süreçlerle alakalı montaj firmalarının çalışma prosedürleri elbette mevcuttur fakat IFC (International Finance Corporation)’nin Şubat 2015’de yayınlamış olduğu çalışmada bu konuya değinilmiştir. Çalışmada açık su üzerinde çalışma ile ilgili önleme ve kontrol yöntemleri gibi, yüksekte çalışmak için açıklanan temel ilkeler belirtilmiştir. Söz konusu temel ilkeler şu şekildedir: Tüm su görevleri için güvenli bir çalışma sistemi geliştirmek ve tehlikeleri hafifletmek, uygun kaynakları tahsis etmek için bir risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Tüm teçhizatların tam ve çalışanların eğitilmiş ve yetkili olduğundan emin olunmalıdır. Standart olan Kişisel Koruyucu Ekipmanlara ek olarak boğulma riskine karşı da diğer korunma ekipmanları hazırda tutulmalıdır. Düşük su sıcaklığına maruz kalınması hipotermisinin başlamasına neden olursa, hayatta kalmayı sağlayacak kontrol önlemleri uygulanmalı ve çalışanlar bu konuda eğitilmiş olmalıdır. Yüksekten düşüşü engelleme ekipmanı ile birlikte kaldırma ekipmanı kullanıldığında, bu sistemler uyumlu olmalıdır. Gerekirse uygun kurtarma gemileri ve kalifiye operatörler montaj sahasında bulunmalıdır[24].

Rüzgar türbinlerinde görülen çevresel sorunlar da oldukça fazladır. Rüzgar türbinleri de tıpkı diğer makine aksamaları gibi yağ çakırmakta ve çevre kirliliğinin beraberinde insan sağlığını tehdit eden durumlara sebep olmaktadır. İskoçya Çevre Koruma Grubu, sadece son 6 yıl içinde, mazot

döküntüleri, su kirliliği, tıkanmış kanallar ve aşırı gürültü içeren 100'den fazla türbin kaynaklı çevresel olay raporlamıştır[25].



Şekil 4. Yağ sızıntısı, Clyde[26].

Kasım 2011'de, Clyde rüzgar santralinde, 1,000 litre petrol sızdırmış bir rüzgar türbini tespit edilmiş ve geniş kapsamlı bir temizlik işlemi yapılmıştır. Daha sonra yöre halkı kusma, ishal gibi şikayetlerle çevredeki sağlık merkezlerine başvurmuşlardır. Yapılan araştırmalar sonucunda sızan yağların nehirleri kirlettiği ve içme sularına karışarak su kirliliği yarattığı tespit edilmiştir. Bu nedenle rüzgar türbinlerinin konut alanlarına uzaklığı konusu bir kez daha İskoçya'da gündeme gelmiş fakat mali çıkarlar doğrultusunda yine bir sonuç alınamamıştır(Şekil 4).

Türkiye ve Dünya'da rüzgar enerjisinin temiz, sürekli, yenilenebilir ve sektörün büyüyen ve gelişmekte olan bir sektör olması sebebiyle sürekli teşvik çalışmaları yapılmaktadır. Türkiye'de de son olarak 13 Nisan 2017 tarihli resmi gazetede Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından,

Rüzgar Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) adı altında bir yarışma ilanı yayımlanmıştır[27].

SIRA NO	BAĞLANTI BÖLGESİ	BAĞLANTI KAPASİTESİ (MWe)
1	Kayseri - Niğde	200
2	Sivas	200
3	Edirne - KırıkJareli - Tekirdağ	700
4	Ankara - Çankırı - Kırıkkale	200
5	Bilecik - Kütahya - Eskişehir	150
6	Malatya	150
7	Burdur - Denizli - Uşak	100
TOPLAM		1700

Çizelge 1. Bağlantı bölgeleri ve bağlantı kapasiteleri[27].

İhaleyi kazanan konsorsiyum, % 65 yerlilik oranını tutturmak zorundadır. İhaleyi kazanan konsorsiyum, 2.3 MW gücünde 300-450 arası rüzgar türbini üretecek olan bir fabrika kuracaktır. Kanat, jeneratör tasarımı, malzeme teknolojileri ve üretim teknikleri, yazılım ve yenilikçi dişli kutusu alanlarından en az üçünü kapsamak şartıyla 5 alanda 10 yıl boyunca Ar-Ge çalışmaları yapılacaktır. Ar-Ge çalışmaları için yılda 5 milyon dolarlık bütçe ayrılacak ve %80'i T.C. vatandaşı mühendislerden oluşan 50 kişilik teknik personel ile Ar-Ge çalışmaları yürütülecektir. Fabrika kurulum süresi, sözleşmenin imza tarihinden itibaren 21 ay, projenin lisans süresi 30 yıl olacaktır. Çevre konusunda da duyarlı olacak bu fabrikada üretilen türbin parçaları ile kurulacak olan rüzgar santrallerinde yıllık ortalama 1.5 milyon ton Karbon emisyonu da sağlanacak ve çevreye duyarlı rüzgar santralleri kurulacaktır. Bu sayede rüzgar çiftliklerine yakın konut alanlarında sağlık problemleri ve çevresel olaylar azalacaktır[27].

3. RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE ÇALIŞMAK İÇİN ASGARİ ŞARTLAR VE TEMEL RİSKLER NELERDİR?

Çalışanlarda aranacak asgari şartlar temel risklerin önlenmesi açısından da son derece önemlidir. Eğitimli personelin daha bilinçli ve işine hakim olması temel riskleri azaltmaktadır. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları olarak rüzgar türbin sektöründeki çalışma ortamını göz önünde bulundurduğumuz zaman, tehlike ve riskler sevkiyat aşamasında başlamaktadır. Türbin parçalarının büyüklükleri göz önüne alındığında en büyük tehlike türbin parçalarını taşıyan tırların trafikteki diğer araçlarla çarpışma olasılığıdır. Herhangi bir trafik kazası yaşanmaması adına, türbin parçalarının taşınma işlerinin gece saatlerinde ve eskort araçlar eşliğinde yapılması uygundur. Bununla birlikte, sürücüler standart karayolları trafik kurallarına ve üreticiler tarafından hazırlanmış olan sevkiyat talimatlarına uymalıdır. Uzun süre araç kullanılmamalıdır. Uzun yol sürücülerini tek vardiyada 8 saati geçmeyecek şekilde ve saat başı 15'er dakikalık molalarla sürüş gerçekleştirmeli ve sürüş esnasında kesinlikle telefonla konuşmak vb. dikkat dağıtıcı her türlü eylemden kaçınılmalıdır. Sevkiyat başlamadan önce bir seyir planı, yol haritası çıkarılmalı ve olabilecek acil durumlar dikkate alınarak bir acil durum eylem planı hazırlanmalı ve sevkiyat öncesi uygun tatbikatlar yapılmalıdır. Bunlara ek olarak yük araca sağlam şekilde konumlandırılmalı ve devrilmeyecek şekilde mutlaka bağlanmalıdır[28].

Çalışma aşamasında geçmeden önce, elbette bir rüzgar türbininde çalışacak olan personelin alanında eğitimli ve yetkin personel olması gereklidir. Uluslararası firmaların bu konuda kendi standartları ve belirlemiş oldukları zorunlu eğitimleri mevcuttur. Ülkemizde de Mesleki Yeterlilik Kurumu tehlikeli işlerde çalışanlarda mesleki yeterlilik belgesi zorunluluğunu getirmiştir. Türkiye'de enerji firmaları rüzgar türbini kurma işlerini yabancı firmalara ihale etmekte, yabancı firmalar da genellikle kurulum-bakım-onarım vb. işleri türk firmalara vermektedir. Haliyle kendi standartlarını türk firmalarına yaptırmaya haline getirmektedirler[29].

Çalışanların “Yüksekte Çalışabilir Raporu” olması zorunludur. Tüm çalışanların çalışan sayısına bakılmaksızın İlk Yardım Sertifikası, Abseiling Eğitimi ve Kurtarma Eğitim sertifikasına sahip olması, sertifika ve belgelerin güncel olması gerekmektedir. Türbin içerisindeki çalışmalar her koşulda mutlaka minimum iki kişi ile yapılmalıdır. Türbin içerisindeki çalışmalar sadece eğitilmiş personel ve uzman elektrikçiler tarafından yapılmalıdır. Türbin içerisinde tütün ve tütün mamulleri, alkol ya da uyuşturucu maddelerin kullanımı ve bulundurulması yasak olmalıdır. Dönen ve sabit aksamlara takılma riskine karşı takı ve süs eşyalarının kullanılması yasaklanmalıdır. Kule içerisinde temel kişisel koruyucu ekipman ve buna ek olarak, yüksekten düşmeyi önleyici ekipmanlar, eldiven ve gerekli hallerde kulak tıkacı ya da kulaklık, yüz siperliği, maske, tam kapalı gözlükler, kimyasal malzemelere uygun eldiven, iş tulumu vb. giyilmesi zorunlu olmalı ve denetlenmelidir. Baretler çene kayışına sahip olmalı ve bu kayışın her zaman bağlı olması gerekmektedir. Herkese ait emniyet kemeri ve düşmeden koruyucu ekipman olmalı ve kişiler arasında değiş tokuş yapılmamalıdır. Her ekipman ait oldukları şahıslara mutlaka zimmetlenmelidir. Türbin içerisinde çalışırken kullanılması gereken minimum kişisel koruyucu ekipmanlar; Baret, iş güvenliği ayakkabısı, reflektörlü kıyafet, baret üzerine monte edilen baş aydınlatması, iş güvenliği gözlüğü ve eldiven olmalıdır[30].

Yüksekten düşmeyi önleyici kişisel koruyucu ekipmanlar; Paraşüt tipi emniyet kemeri, HACA (Kuleye tırmanışta kullanılacak merdiven üzerinde bulunan ray sistemine bağlanmaya yarar), şok absorblayıcı emniyet kemeri halatı (çift kancalı), ayarlanabilen tutunma halatı olmalıdır. Rüzgar türbinine tırmanmaya sadece yüksekten düşmeyi önleyici kişisel koruyucu ekipman ile tırmanma sisteminin sağlam ve sorunsuz olduğu durumlarda izin verilmelidir. Eğer kişisel koruyucu ekipman ya da tırmanma sisteminde bir hasar varsa kuleye çıkış yapılmamalı, yetkili personele derhal haber verilmelidir. Yüksekten düşmeyi önleyici kişisel koruyucu ekipman her kullanım öncesi kontrol edilmeli, hasarlı ekipmanlar kullanılmamalıdır[31].

Kule asansörü içerisinde emniyet kemeri takılmalıdır. Asansörde herhangi bir hasar, arıza durumunda vakit kaybetmeden Şantiye Sorumlusu haberdar edilmeli, hasar veya arıza giderilene kadar asansör üzerine ve iniş bölgesine gerekli uyarı işaretleri konulmalı ve asansör kullanılmamalıdır. Asansör içerisinde maksimum iki kişi bulunmalıdır. Asansör içerisinde bulunan kişiler, kendilerini asansör içerisinde daha önce belirlenmiş güvenli bağlantı noktalarına bağlamak zorundadır.

Kuleye tırmanmadan önce çalışanlar üzerinde taşıyacağı malzemeleri düşmelerini önleyecek şekilde emniyete almalıdır (cep telefonu, el aletleri vb.). Büyük ve ağır aletlerin tırmanma sırasında taşınması yasaktır. Bunun dışında yaralanmaya sebebiyet verebilecek malzemeler (açık bıçaklar, tornavida vb.) tırmanma sırasında taşınmamalıdır. Düşme riski olan her yerde emniyet kemerinin sağlam bir noktaya bağlanması zorunludur (Merdivenden platform geçiş, platformdan merdivene geçiş, platform geçiş kapıları açık iken, Nacelle bölümünde vb.)[31].

Kule içerisinde yapılan çalışmalarda, çalışma bölgesi daima temiz tutulmalı, aşağı düşme riski olan malzemeler kenar açıklıklarından uzak tutulmalı ve bunların kapalı kutu içinde muhafaza edilmesi sağlanmalıdır. Kule içerisinde çalışan kişiler iletişim cihazlarını yanlarında bulundurmalı (telsiz, cep telefonu), bunların sürekli açık olduğundan emin olmalıdır. Kule içerisinde tırmanmadan önce kullanılan iş güvenliği ayakkabısının temiz olması, tırmanma sırasında altından herhangi bir parça düşmeyecek şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Kule içerisinde gürültü düzeyi yüksek olan çalışmalarda çalışmayı yapan kişi ve çalışma bölgesine yakın çalışanlar kulaklık ya da kulak tıkacı kullanılmalıdır. Kule içerisinde kullanılacak ekipmanlar çalışma yapılmadan önce kontrol edilmeli, hasarlı ekipmanlar ile çalışma yapılmamalıdır. Yukarı tırmanma sisteminde buzlanma mevcut işe tırmanma yapılmamalıdır. Kuleye tırmanış sırasında rüzgar hızı göz önünde bulundurulmalı, prosedürde belirtilen rüzgar hızından yüksek rüzgar hızında tırmanış yapılmamalıdır[5,32].

Tüm platform ağızları geçiş yaptıktan sonra kapatılmalıdır. Nacelle içerisinde yapılacak olan çalışmalarda çatı açık ise kişi kendini emniyet kemerinin kancası ile bağlamalı, içeride hareket etmesi gerektiği durumlarda iki kancayı kullanarak yürümelidir (%100 bağlı olma durumu). Nacelle üzerinde, kanatlar üzerinde buzlanma var ise kuleye yaklaşmak tehlikeli ve yasaktır[33].

Kurulum sürecinde ise kaldırma operasyonları sıkça gerçekleştirilmektedir. Bu operasyonlarda kullanılacak vinçlerin periyodik kontrolleri yapılmış olmalı ve kullanım öncesi her türlü kaldırma ekipmanı uzman kişiler (Kaldırma Süpervizörü) tarafından kontrol edilmelidir. Aynı zamanda vinç operatörü de haftalık olarak aracın kontrollerini yapmalıdır. Kaldırma operasyonu öncesinde, zeminin taşıma kapasitesi hesaplanmalı ve vincin konumlanacağı yer belirlenmelidir. Kaldırmanın etkin alanı mutlaka kapatılmalı ve yetkisiz kişilerin alan içine girmesi engellenmelidir. Yükü yönlendirme işlemlerinde kesinlikle yüke yaklaşılmamalı, kılavuz halatlar (yükün dengede olması için en az 2 adet) yardımı ile yönlendirme yapılmalıdır. Yalnızca eğitimli personeller ile (Sapancı, İşaretçi ve Kaldırma Süpervizörü) kaldırma operasyonları gerçekleştirilmelidir. Kurulum aşamasında, çokça dar ve kapalı alan çalışması da gerçekleştirilecektir. Bu alanlar içindeki çalışanlar mutlaka yanlarında maske, kulak koruyucuları vb. taşınmalıdır. Torklama işleri esnasında gürültü düzeyi 85 Db üzerine çıkmaktadır ve türbin içinde oluşan yankı da çalışanı psikolojik olarak etkilemektedir. Ergonomik olmayan çalışma alanlarında mümkün mertebe kısa sürelerle ve dönüşümlü çalışılmalıdır. Ortamdaki hareketli ve sıcak aksamalara dikkat edilmeli ve ortamın Oksijen seviyesi sürekli olarak ölçülmelidir. Kapalı alanda herhangi bir acil durum olması durumunda öncelik ekipmanı kurtarmak değil ortamı terk ederek insan sağlığını güvence altına almak olmalıdır. Acil Durum Eylem Planları da bu hususa göre şekillenmelidir. Bir diğer önemli tehlike için yüksekte düşmedir. Düşme ihtimali ve malzeme düşürme ihtimali olan her türlü alanda tam gövde emniyet kemeri etkin olarak kullanılmalı ve yüksekte çalışan her personel bu çalışma ile ilgili eğitimli ve yetkin olmalıdır. Kişisel Koruyucu Ekipmanlar işe başlamadan ve her kullanım öncesi çalışan tarafından gözle muayene

edilmeli ve işveren tarafından da belirlenmiş periyotlarla denetlenmelidir. Çalışanlar tırmanma ve yüksekte çalışmaların her aşamasında bağlı olmalı ve düşme sonucu askıda kalabilmelidir. İşin niteliğine göre rüzgar hızları belirlenmeli ve sınırı aşan rüzgar hızlarında kesinlikle söz konusu çalışmalar gerçekleştirilmemelidir. Hatta olumsuz hava koşullarında (rüzgar, yağmur, kar, yıldırım vb.) kesinlikle kule üzerinde ve içinde çalışma yapılmamalıdır. Elektrikle alakalı çalışmalarda ise kazı aşamasından kurulum ve bakım aşamasına kadar tüm tedbirler alınmış olmalı, bu işlerde yalnızca elektrik konusunda eğitilmiş ve tecrübeli personeller çalıştırılmalıdır. Yapılan her iş kalemine göre talimatlar hazırlanmalı ve bu talimatlar dışına kesinlikle çıkılmamalıdır. İzolasyon halıları, topraklamalar kontrol edilmeli, standart dışı, modifiye edilmiş alet ve ekipmanlar kullanılmamalı hatta çalışma sahası içinde dahi bulundurulmamalıdır. Üzerinde çalışılan donanımın izolasyonu mutlaka gerçekleştirilmeli, tehlikeli enerji devre dışı bırakılmalıdır. Kullanılacak olan kimyasallarla ilgili uygun depo alanları oluşturulmalı ve tüm kimyasalların MSDS (Malzeme Güvenlik Bilgi Formları) herkesin görebileceği yerlere (dinlenme konteynırları, soyunma odaları, yatakhaneler vb.) asılmalıdır. Genel çalışma ortamında ise, tüm yüzey ve alanlar kontrol edilmeli, takılma-düşme tehlikesi olan malzemeler çalışma alanlarından uzaklaştırılmalı, saha tertip-düzen-temizlik kuralına uygun hale getirilmelidir. Hava koşulları (buzlanma, kayganlık vb.) da dikkate alınarak önlemler alınmalıdır. Çalışanların çalışma süreleri ve dinlenme süreleri düzenlenmeli, prosedür dışında çalışmasına izin verilmemelidir. Kule üzerindeki çalışmalarda sürekli merkezle iletişim halinde olunmalı ve acil durumlara hazır olunması açısından acil durum ekipmanları çalışanların ulaşabileceği şekilde yanlarında olmalıdır. Türbin santrallerine ulaşım için yollar düzenlenmeli, sağlık araçlarının vb. girebileceği güzergahlar oluşturularak yolların durumu sürekli olarak kontrol edilmelidir. Hatta tesiste de sürekli beklemek üzere bir sağlık aracı bulundurulmalıdır[31,34,35].

6. Bölümde temel riskler, risk değerlendirme çalışması şeklinde bir tabloya dökülmüştür. Bu tabloda tehlike ve risklerle birlikte risklerin sıklık dereceleri ve etkileri de verilmiştir. Alınacak tedbirlerin yanı sıra bu tedbirlerin alınması

ve takibinden sorumlu olan kişiler belirlenmiş ve önlemler alındıktan sonra da önlemlerin etkili olup olmadığının takibinin de yapılması istenmiştir. Eğer önlem yeterli ya da etkili değil ise belirlenmiş yöntemler geliştirilmeli veya tamamen başka bir kontrol mekanizması belirlenmelidir.



4. RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE OSHA (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION) STANDARTLARININ TÜRK STANDARTLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Rüzgar türbinleri rüzgardan elektrik üretir ve ulusların her yerinde imal edilir ve kurulur. Rüzgar enerjisi işverenleri işçilerini işyeri tehlikelerine karşı korumalıdır ve işçiler işyeri güvenliği ve sağlığı ile meşgul olmalı ve kendilerini bu tehlikelerden nasıl koruyacaklarını anlamalıdır. Bu büyüyen bir endüstri iken, tehlikeler benzersiz değildir ve OSHA'nın bunları kapsayan birçok standartları vardır. Rüzgar enerjisi endüstrisinde çalışanların karşılaşılabilecekleri bazı tehlikeler şunlardır[36]:

1. Kontroller
2. Düşme
3. Kapalı alanlarda
4. Yangınlar
5. Kilitleme / Etiketleme
6. Tıbbi ve İlk Yardım
7. Vinç Güvenliği
8. Elektrik
9. Makine Muhafazası
10. Solunum koruma

Rüzgar türbinlerini kuran ve muhafaza eden işçiler düşme tehlikelerine maruz kalabilir. Rüzgar türbinleri yükseklik bakımından farklılık gösterir, ancak uzunluğu 100 metreyi aşabilir. Yüksek rüzgarlara maruz kalma, yüksek irtifalarda yapılacak işlerin daha da tehlikeli olmasına neden olabilir. OSHA, inşaat (kulelerin montajı) ve genel endüstri (bakım) için farklı düşme koruma gereksinimlerine sahiptir. Kurulum sırasında, işçiler,

bireysel kesimleri bir araya getirmek/birleştirmek, elektrik veya diğer hatları çalıştırmak ve çoğu zaman 100 fitten daha yüksek seviyelerde ekipman kurmak/test etmek için ayrı türbin bölümlerine erişmek zorunda kalabilirler. Rüzgar santralleri üzerindeki inşaat işçileri, 1.828800 m. veya daha fazla düşme mesafelerine maruz kaldıklarında, aşağıdaki yöntemlerden birini kullanarak düşmelere karşı korunmalıdırlar[36]:

- Korkuluk sistemleri
- Emniyet ağı sistemleri
- Kişisel düşme durdurma sistemleri

Rüzgar türbinlerini içeren bakım çalışmaları genel olarak OSHA'nın genel endüstri standartlarına girmektedir. Bu gibi işçiler 1.219200 m. veya daha fazla düşme tehlikesine maruz kaldıklarında standart bir korkulukla korunmalıdır. Böyle bir korkuluk mümkün değilse, işçiler, kişisel düşme durdurma sistemi veya güvenlik ağı gibi kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması ile düşmeye karşı korunmalıdır. Buna ek olarak, rüzgar türbinlerinin bakımı ile uğraşan genel endüstri işçileri, sabit merdiven kullanarak türbin kulelerine tırmanmak zorunda kalabilirler. Bu kulelerde sabit bir merdivene (uzunluğu 6.09 m.'den fazla) tırmanırken, bir kafes veya kuyu ile donatılmış bir merdiven her 30 adımda bir iniş platformuna sahip olmalıdır; çok donanımlı olmayan bir merdivenin her 6.09 m.de bir iniş platformuna sahip olması gerekir. Merdiven emniyet cihazları kafes koruması yerine kesintisiz 6.09 m. uzunluğunda rüzgar kulesi merdivenlerinde kullanılabilir. Bu durumlarda hiçbir iniş platformuna gerek yoktur[36].

Ekipman imalatı sırasında, rüzgar enerjisi işverenleri, OSHA'nın kapalı alan tanımına uyup uymadığını belirlemek için işçilerin girdiği alanlara bakmalıdır. Tanım olarak, Kapalı Alan: Bir çalışanın tam girmesi ve kendisine atanılan işi yapmak için yeterince büyük, çalışan tarafından

sürekli dolaşım için tasarlanmamış ve sınırlı giriş veya çıkış yollarına sahiptir. Bazı kapalı alanlar, boğulma veya tehlikeli gazların birikimi için risk teşkil edebilecek düşük oksijen ortamları gibi tehlikeleri barındırır. Bu kapalı alanlara izin gerektiren sınırlı alanlar denir ve ilave güvenlik önlemleri gerekir. Rüzgar enerjisi işverenleri ayrıca, bu alanların "izin gerekli" sınırlı alanlar (PRCS) olup olmadığını belirlemek için kapalı alanların tehlikelerine bakmalıdır. Tanım gereği, bir PRCS bu özelliklerden bir yada daha fazlasına sahiptir. İşçilerin izin gerektiren sınırlı alanlara girmeleri beklenirse, işveren yazılı bir izin programı geliştirmeli ve işçilere veya temsilcilerine sunmalıdır. İzin programı, alanı giriş için güvenli hale getirmek için atılacak adımları ayrıntıları ile belirtmelidir. Tüm Nacelle'lerin konfigürasyonu bunları sınırlı alanlar olarak sınıflandırır ve Nacelle'deki bakım faaliyetleri sırasında işçiler elektrikli motorlardan, dişliler vb. tehlikelere maruz kalabilir. Bu tehlikeler Nacelle'yi PRCS olarak sınıflandırabilir. Nacelle'de çalışan teknisyenler, bir Nacelle'ye giriş yapmadan önce hava örnekleme (düşük oksijen seviyeleri veya diğer tehlikeli gazlar için) gerçekleştirdiklerinden emin olmalıdırlar. Teknisyenin araç kitinde her zaman portatif bir gaz monitörü taşıması ve düzgün bir şekilde muhafaza edildiğinden emin olunması önerilir[36].

Rüzgar türbinleri, elektrik parçaları ve türbin muhafazasında (Nacelle) kullanılan yalıtım malzemesi veya yapım malzemesi gibi yanıcı materyaller veya çalışmasına katılan yağlayıcılar nedeniyle yangın tehlikesine sahip olabilir. Rüzgar enerjisi işverenleri, işyerinde yangın tehlikeleri ve bir yangın acil durumunda ne yapılacağı konusunda işçileri eğitmelidir. Bu plan, yangın durumunda kilit personelin görevlerini özetlemeli ve rüzgar türbinleri üzerindeki işçiler için bir tahliye planı sağlamalıdır. İşverenler işçilerden taşınabilir yangın söndürücülerini kullanabilmesini talep ederken, işçiler yangın söndürücü kullanımının genel ilkesi ve başlangıç aşamasındaki yangın söndürme ile ilgili tehlikeler konusunda eğitilmelidir. İşçiler, yangınlarla mücadele ederken, toksik gazların oluşabileceğini ve oksijenin Nacelle'lerde tükenebileceğini

ve bu gazlara maruz kalabileceğini veya oksijen eksikliğinden boğulabileceklerini bilmelidirler. Eğer işveren Nacelle içinde sabit bir söndürme sistemi kullanmayı seçerse, o zaman söndürme aracının donma noktası ve işçilerin emniyeti (toksik gazlara maruz kalma ve oksijen tükenmesi) acil kaçış yöntemi de dahil, dikkate alınmalıdır. Yangın söndürme mekanizmalarına (yangın söndürücülerin ya da bir yangın söndürme sisteminin ya da her ikisinin kullanımına bağlı olarak) ek olarak, Nacelle içine yangın algılama sistemleri ve acil durum alarm sistemleri yerleştirilmelidir ve böylece işçilerin kaçmalarına fırsat vermek için erken uyarı yapılmalıdır. Bu tür sistemler kurulursa, çalışabilir durumda tutulmalıdır. İşçiler, ne yapılması gerektiğini ve bir acil yangın durumunda nasıl kaçılacağını tam olarak bilmelidir. Rüzgar türbinlerine, işçiler için bir yangın veya diğer acil durumlarda kaçması için hızlı kaçış aletleri verilmelidir[36].

"Kilitleme/Etiketleme (LOTO)", çalışanların makine veya ekipmanın beklenmedik şekilde enerjilendirilmesine, devreye sokulmasına, servis veya bakım faaliyetleri sırasında tehlikeli enerjinin serbest bırakılmasına karşı belirli uygulamalara ve prosedürlere işaret eder. Yaklaşık 3 milyon işçi ekipmanı çalıştırıyor ve kilitleme/etiket çıkışı düzgün bir şekilde uygulanmadığında en büyük yaralanma riski ile karşı karşıya kalınıyor. Kilitleme/etiketleme standardına uyma, her yıl yaklaşık 120 ölü ve 50.000 yaralanma önlüyor. Tehlikeli enerjiye maruz kalındığında işyerinde yaralanan işçiler, iyileşme için ortalama 24 iş günü kaybederler. United Auto Workers (UAW) tarafından yürütülen bir araştırmada, 1973-1995 yılları arasında üyeleri arasında meydana gelen ölümlerin %20'sinde (414'ün 83'ü) yetersiz enerji kontrol prosedürleri, özellikle kilitleme/etiket çıkarma prosedürleri sebep olarak tespit edilmiştir. Rüzgar türbinleri, muhafaza edilmesi gereken bıçaklar da dahil olmak üzere çok sayıda dahili makine ve ekipmana sahiptir. Bakım yapan işçiler, beklenmedik enerji verme, makine veya teçhizatın devreye girmesi veya ekipman içindeki depolanmış enerjinin serbest bırakılması gibi yaralanmalara maruz kalabilir. Rüzgar santrali işverenleri, OSHA standartlarında

belirtilen kilitleme/etiketleme prosedürlerini uygulamalıdır. Bakım yapmak için yalnızca yetkili çalışanlar makine ve ekipmanların kilitlemesine veya etiketlenmesine neden olabilir. Kilitleme cihazları ve etiket çıkarma cihazları başka amaçlarla kullanılmamalı ve sadece enerjiyi kontrol etmek için kullanılmalıdır. Kilitleme ve etiketleme aygıtları, aygıtı uygulayan işçinin adını belirtmelidir. Ekipmana yönelik tüm enerji kaynakları belirlenmeli ve izole edilmelidir. Enerji makine ya da teçhizattan ayrıldıktan sonra, izole edici aygıt (lar) kilitlemeli ya da sadece yetkili çalışanlar tarafından güvenli ya da kapalı konumda işaretlenmelidir. Kilitleme veya etiketleme cihazlarının enerji izolasyon cihazlarına uygulanmasını takiben, depolanan veya kalan enerji güvenli şekilde boşaltılır veya hafifletilir. Ekipman üzerinde çalışmaya başlamadan önce, yetkili çalışan, ekipmanın enerji kaynağından izole edildiğini, örneğin makinedeki veya ekipman üzerindeki açma/kapama düğmesini çalıştırarak doğrulamalıdır. İş tamamlanıncaya kadar kilitleme ve etiket makinede kalmalıdır. İşverenin OSHA'nın kilitleme/etiketleme standardında belirtilen belirli bir prosedürü yoksa, yalnızca kilidi ve etiketi yerleştiren yetkili çalışan, kilidini veya etiketini kaldırmalıdır[36].

Rüzgar santralleri normalde bir hastaneden veya diğer acil arıtma tesislerinden uzaktaki yerlerde bulunur. Bir işçi incindiye, bu büyük bir endişe kaynağıdır. Rüzgar enerjisi işverenleri, tüm rüzgar santrali yerlerindeki acil sağlık hizmeti yanıt sürelerinin tahminlerini, işçilerinin bulunduğu gündüz ve gecenin her saatinde belirlemeli ve bu bilgileri ilk yardım programını planlarken kullanmalıdırlar. İşverenler, tıbbi personelin danışma hizmeti alabilmelerini sağlamalıdır ve eğitilmiş birinin ilk yardımda bulunabileceğini garanti etmelidir. Yakınında bir klinik veya hastane yoksa, eğitilmiş ilk yardım sağlayıcıları her boyuttaki tüm rüzgar santrallerinde mevcut olmalıdır. Bir işçinin kendi görevinin bir parçası olarak ilk yardım yapması beklenirse, işçi Kanlı Patojenlere Mesleki Maruz Kalma standardının şartları kapsamındadır. Bu standart, spesifik eğitim gereksinimlerini içerir. OSHA'nın Elektrik Enerjisi Üretimi, İletimi ve Dağıtım Standardı, elektrik çarpmasına maruz

kalabilecek bir çalışan ani bir kalp krizi yaşayabildiğinden, çalışanların kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) konusunda eğitilmesini gerektirir. Bu gibi olumsuz durumlarda, otomatik harici defibrilatörler (AED'ler) potansiyel bir ölümün önlenmesinde de yardımcı olabilir. Rüzgar santrallerinde AED'ler sağlanmalı ve işçiler bunların nasıl kullanılacağı konusunda eğitilmelidir. Bu eğitim, CPR eğitimi işçilere sağlandığında yapılabilir[36].

Rüzgar türbini kurulumu ve bakımı sırasında büyük, ağır yükleri taşımak için vinçler kullanılacaktır. Vinçler uygun şekilde muayene edilmez ve kullanılmazsa, ölümler ve ciddi yaralanmalar meydana gelebilir. Vinç bomu, yükleme hattı veya yük kontak hatlarını ve topraklama elektriğini kısa devre yaptırdığında birçok ölüm meydana gelebilir. Diğer olaylar, işçilere yük çarptığında, salınım yarıçapının içinde sıkıştığında veya vincin düzgün bir şekilde monte edilmesinde/sökülmesinde başarısız olduğunda gerçekleşir. Çeşitli kaldırma cihazlarının operatörleri ve yakınında çalışan işçiler için dikkate alınması gereken önemli güvenlik konuları vardır. Vinçler yalnızca nitelikli ve eğitimli personel tarafından çalıştırılmalıdır. Belirli bir yetkili, vinci ve tüm vinç kumandalarını kullanmadan önce kontrol etmelidir. Vincin sağlam/sabit bir yüzey ve seviyede olduğundan emin olunmalıdır. Montaj/demontaj sırasında bölümler tıkalı ve sağlam olmadıkça (dengeli) pimleri açılmamalı veya çıkarılmamalıdır. Vincin salınım yarıçapı içindeki boşluklar ve barikat erişilebilir alanları tamamen uzatılmalıdır. Havadaki elektrik hatları izlenmeli ve hatlardan en az 10 metrelik emniyetli bir çalışma boşluğu bulundurulmalıdır. Tüm teçhizat kullanmadan önce muayene edilmelidir. Vincin geçerli yapılandırması ve kurulumu, yük ağırlığı ve kaldırma yolu için doğru yük diyagramının kullanıldığından emin olunmalıdır. Kaldırma işlemi yapılırken yük diyagramının kapasitesi aşılmamalıdır. Yük işçiler üzerinde hareket ettirmemelidir. Vinçleri çalıştırırken sinyalleri ve üreticinin talimatlarını takip ettiğinizden emin olun. Rüzgar Türbinleri rüzgar alan alanlara kurulduğundan kaldırma faaliyetleri için rüzgar hızlarının etkileri dikkate alınmalıdır. Bom yüksek olduğunda ve vincin

arka, ön veya yanından gelen rüzgar yükün vinçten uzaklaşmasına, dolayısıyla yarıçapın artmasına ve böylece vinç kapasitesinin düşmesine neden olabileceğinden istikrarsızlık bir sorun oluşturabilir. Bir işverenin, kaldırma işlemlerine devam etmenin güvenli olmadığı rüzgar hızlarını belirlemesi gerekir. Yük diyagramları genellikle rüzgar hızlarını dikkate almaz. Yük diyagramı veya kullanım kılavuzu, rüzgar hızları bilgileri hakkında bilgi sahibi değilse, vinç üreticisine danışılmalıdır. Anma kapasiteleri (yük çizelgeleri), önerilen çalıştırma hızları, özel tehlike uyarıları, talimatları ve kullanım kılavuzunu da içeren ekipmanın çalışması için uygulanan prosedürler, operatör tarafından kullanılmak üzere her zaman kabin içerisinde mevcut olmalıdır. Müsaade edilebilir azami rüzgar hızı, kabin içinde veya yük diyagramında gözle görünür biçimde gönderilmelidir. Son derece soğuk hava koşulları, vinç ve kaldırma işlemleri üzerinde etkili olabilir.

Sıcaklıklar -12°C 'nin altına düştüğünde, vinç hidroliğine ve vincin indirgenme olasılığına dikkat edilmelidir. Yağmur, kar veya sis gibi kötü hava şartları kaldırmada da olumsuz etkilere neden olabilir. Ekipman ve/veya operasyonlar, rüzgar, buz ve karın ekipman stabilitesi ve nominal kapasite üzerindeki etkisini gidermek için ayarlanmalıdır. Olası fırtınaların belirtileri varsa, kaldırma faaliyetleri askıya alınmalı ve yük güvenli bir yere indirilmeli ve işçiler bölgeyi terk etmelidir. Vinç yıldırımdan etkileniyorsa, tekrar çalıştırılmadan önce iyice kontrol edilmelidir. Yüksek hız rüzgarlar ile birlikte şiddetli yağışlar vinç parçalarını da etkileyebilir. Su, fren veya debriyaj gibi parçalara girebilir ve onları çalışamaz hale getirir. Bu koşullar mevcut olduğunda, operatörler bileşenler kuruyana kadar beklemelidir[36].

Rüzgar santrallerinde çalışan işçiler, ark yayılımları (ark flaşı yanması ve patlamanın tehlikesi dahil), elektrik çarpması, düşme ve yaralanmaya ve ölüme neden olabilecek termal yanık tehlikeleri gibi çeşitli ciddi tehlikelere maruz kalabilir. Rüzgar santrali işverenleri, elektrik enerjisi

üretimi, iletimi ve dağıtım standartları kapsamında olup, bu nedenle, OSHA'nın Elektrik Enerjisi Üretimi, İletim ve Dağıtım standardı, 29 CFR 1910.269'ın emniyetli iş uygulamaları ve işçi eğitim gereksinimlerini uygulamak zorundadır. İşçiler, rüzgar santrallerinde havai enerji hatlarına dikkat etmelidir. Tehlike, güç hatlarıyla temas edebilecek alet ve teçhizat kullanmaktan kaynaklanır ve işçiler, aşırı gerilim taşıdıkları için, onlardan en az 10 m. uzak durmalıdırlar[36].

İmalat türbin kanatları, işçileri zararlı gazlara, buharlara ve tozlara maruz kalabilecek cilalama ve yeniden cilalama gibi işlemleri içerir. İşçiler, havalandırma kullanarak teneffüs etme tehlikesinden korunmalıdır. Tek başına havalandırma yeterli değilse, işçilerin aynı zamanda uygun solunum cihazlarını kullanmaları gerekebilir. Solunum cihazlarının kullanılması yanlış bir güvenlik hissi verebilir ve işçiler solunum cihazlarının sınırlamalarını anlamalıdır. Örneğin, yoğun hareket esnasında maske sık sık tehlikeye girer, ki bu da kimyasalın respiratör ile yüz arasındaki boşluklardan (filtrelenmeden) nefes alanına girmesini sağlar. Bu gibi durumlarda, yeterince eğitilmemiş bir işçi, kendisinin korunmakta olduğunu düşünebilir. Bu nedenle, çalışanlara solunum cihazlarının doğru kullanımı ve limitleri konusunda eğitim verilmesi şarttır. Buna ek olarak, solunum cihazlarının uygun şekilde depolanması ve bakımı konusunda eğitim almış olmaları gerekir. Solunum koruması ancak aşağıdaki durumlarda etkili olabilir: Doğru tipte solunum cihazı kullanılır, kolaylıkla temin edilebilir, işçi bunu nasıl yapacağını ve çıkarılacağını bilir ve üreticinin önerileri temel alınarak depolanır ve çalışır durumda tutulur[36].

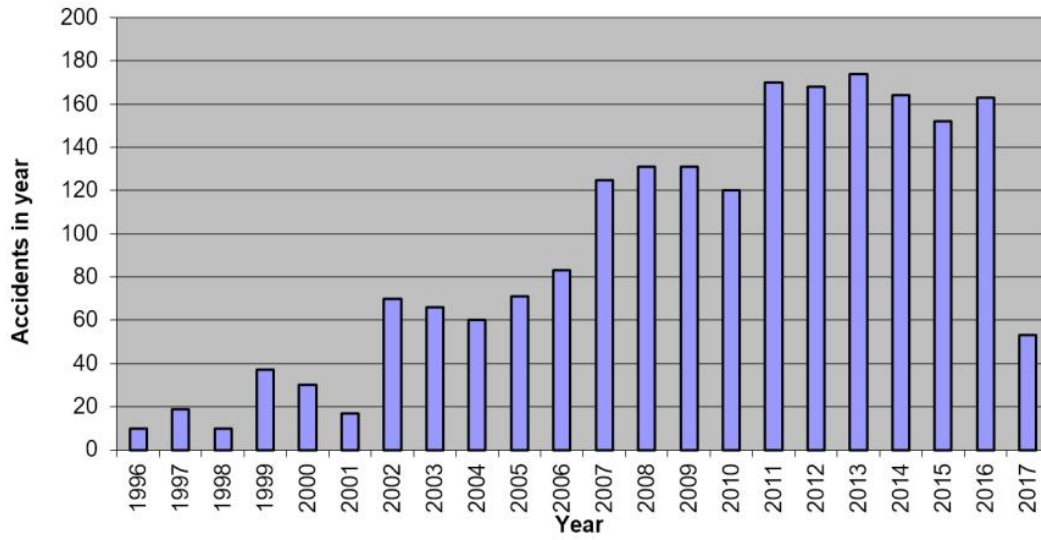
OSHA Standartları ile Türkiye standartları karşılaştırıldığında ise Türk standartlarının oldukça yetersiz olduğu görülmektedir. Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili yönetmelikler sektör bazlı olmayıp genel çalışmalar baz alınarak çıkarılmaktadır. Şöyle ki, bir rüzgar türbininde yüksekte yapılan çalışma ile diğer özel sektör iş kollarında yapılan

Çalışma aynı değildir. Çalışılan ortam koşulları, çalışma alanının mekanik ve çevresel koşulları farklıdır ve bu da beraberinde farklı riskler doğurmaktadır. Türkiye’de rüzgar türbininde yapılan işlerle ilgili özel yönetmeliklere acilen yer verilmelidir.



5. RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE GLOBAL ÇAPTA KAYITLARA GEÇMİŞ KAZA VE OLAYLAR

Rüzgar Enerjisi işçileri ölümlerle sonuçlanabilecek ve ciddi yaralanmalara neden olabilecek tehlikelere maruz kalmaktadır. Sektörde, düşmeler, elektrik çarpması, yangınlar sonucu ortaya çıkan ciddi yanıklar ve ezilme yaralanmaları içeren birçok olay meydana gelmektedir.



Şekil 5. 31 Mart 2017'ye kadar olan kaza oranları (Dünya'daki tüm kazalar)[37].

İngiltere'de Caithness Wind Farms (CWIF) adlı kuruluş, global çapta rüzgar türbinlerinde yaşanan kaza ve olayları biraraya getirmektedir. Finansal desteği halktan alan kuruluş tarafsızdır ve rüzgar enerji sektöründe insan ve çevre sağlığına yönelik çalışmalar yapmaktadır. Global çapta yayınlanmış tüm haberler, makaleler, röportajlar bu sitede halka sunulmaktadır.

Caithness Wind Farms (CWIF)' in çalışmaları neticesinde rüzgar türbinlerinde yaşanan kazalarla ilgili bir istatistik oluşturulmuştur. Bu istatistik neticesinde, Şekil 4'te yer alan tablo, 31 Mart 2017 tarihine kadar

basında çıkan haberlere ya da resmi bültenlere göre bulunabilen ve teyit edilebilen rüzgar türbini ile ilgili kazaların ve olayların belgelenmiş durumlarını kapsamaktadır(Şekil 5).

Fakat CWIF tablonun gerçeği yansıtmadığına, bildirilmemiş, üstü kapatılmış birçok kazanın varlığına da inanmaktadır. Gerçekten de, 11 Aralık 2011'de Daily Telegraph, Renewable UK tarafından, önceki 5 yıl içinde yalnızca İngiltere'de 1500 adet rüzgar türbini kazası ve olayı olduğunu doğrulandığını bildirmiştir. Veri, burada 2006-2010 yılları arasında sadece 142 İngiltere kazası bildirdiğinden burada verilen rakamlar fiili kazaların sadece % 9' unu oluşturabilir. Veriler bununla birlikte meydana gelebilecek kazaların tipine ve sonuçlarına mükemmel bir kesit verir. Birkaç istisna dışında, 1997 yılından önce ölümcül kazalarla ilgili veri bulunamamıştır. Tahmin edilebildiği üzere daha fazla türbin inşa edildiği için daha fazla kaza meydana gelmekte, gelişen rüzgar enerji sektörü beraberinde İş Sağlığı ve Güvenliği metot ve işlenirliğini de olumsuz yönde etkilemektedir. Kayıtlı kazaların sayısı 1997-2001 yılları arasında yıllık ortalama 22 kaza ile bu durumu yansıtıyor; 2002-2006 arası her yıl 70 kaza; 2007-2011 arası yılda 135 kaza ve 2012-2016 döneminde yılda 164 kaza meydana gelmiştir. Yıllara göre kaza sayılarına, aşağıdaki çizelgelerde daha net bir şekilde değinilmiştir[37,38].

Toplam kaza sayısı: 2089

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı	109	30	17	70	66	60	71	83	125	131	131	120	170	168	174	164	152	163	85

Ölümcül kazaların sayısı: 132

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı	24	3	0	1	4	4	4	5	5	11	8	8	15	16	4	2	7	5	6

Bazı kazalarda birden fazla ölüm olduğu için ölümlü kaza sayısı ve ölüm oranı uyuşmamaktadır[37].

Ölümlü kazaların oluş şekilleri ise çok çeşitlidir. Örneğin; OSHA verilerine göre, 11 Kasım 2005 tarihinde, bir işçi ve iki iş arkadaşı yerden yaklaşık 60.96 m. yükseklikte bir rüzgar türbininde, nacelle tertibatındaki kırık bir civatayı sökme işinde iken, civatayı oksijen-asetilen alev ile ısıttıkları sırada yangın çıkmıştır. 1 numaralı işçi, merdiven giriş alanından uzakta, nacelle'nin arka tarafına çekilmiştir. İki işçi kuleye inebildiklerinde, 1 numaralı işçi yerden yaklaşık 60.96 m. yükseklikten düşerek yaşamını yitirmiştir[38].

Yine, OSHA verilerine göre, 17 Haziran 1992'de saat 11.40'da, bir işçi rüzgar türbini içindeki 80 m.'lik merdivenden inerken işçinin ayağının kayması sonucu merdivenlerden yere çakılarak yaşamını yitirmiştir. İşçinin şirket tarafından sağlanan emniyet kemerini taktığı, fakat güvenlik kordonlarını bağlamamış olduğu bildirilmiştir[39].

Yaralanmayla sonuçlanan kazaların sayısı: 152

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı	5	4	1	2	2	2	6	10	16	16	9	14	12	15	9	8	8	9	4

152 kaza sırasında, 168 rüzgar türbini işçisi yaralanmış ve rüzgar endüstrisine doğrudan bağımlı olmayan halkın veya işçilerin (Örneğin itfaiyeciler, nakliye işçileri) 74 üyesi daha yaralanmıştır[39].

İnsan sağlığı vakaları: 102

Yıl	12	13	14	15	16	*17
Sayı	6	27	19	13	17	20

2012 yılından bu yana, insan sağlığını etkileyen 102 rüzgar türbini olayı kaydedilmiştir. Bu vakalar daha önce "çeşitli" kategorisine dahil edilmekteydi ancak CWIF insan sağlığına etki eden olayların sayısı ve etkileri baz alındığında ayrı kategoride yer almasına karar vermiştir. Olaylar arasında türbin sesi, gölge titremesi vb. nedenlerle kötü hava raporları ve etkileri sayılabilir. Türbinler gittikçe artan bir şekilde onaylanarak uygun olmayan yerlerde, insanların evlerine yakın olarak inşa edildiği için, bu tür raporların önemli ölçüde arttığı öngörülmektedir[39].

Kanat arızası: 370

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı	35	4	6	15	13	15	12	17	23	20	26	20	20	28	35	31	19	21	10

Şimdiye kadar yaşanan vakaların sayısına bakıldığında en fazla kanat arızasından kaynaklanan vakalar olduğu görülmüştür. Bıçak arızası, bir takım olası kaynaklardan ortaya çıkabilir ve türbinlerden bütün bıçakların veya bıçak parçalarının atılmasına neden olur. Toplam 370 ayrı vaka tespit edilmiştir. Bıçak parçalarının 1 mil kadar savrulduğu belgelenmiştir. Almanya'da bıçak parçaları, yakınlardaki binaların çatısı ve duvarları arasından geçmiştir. Bu nedenle CWIF, kamu güvenliği, gürültü ve gölgeli titreşim de dahil olmak üzere diğer konuları ele almak için türbinlerle işgal altındaki konut arasında en az 2 km'lik bir mesafe olması gerektiğini savunmaktadır[39].

Yangın sayısı: 229

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı	7	3	2	24	17	16	14	12	21	17	17	13	20	19	24	19	18	28	7

Yangın, tespit edilen vakalarda 2. sırada bulunan en yaygın kaza türüdür. Alev, bir takım kaynaklardan ortaya çıkabilmektedir ve bazı türbin türleri ateşe diğerlerinden daha az dayanıklıdır. Toplamda 299 yangın olayı kaydedilmiştir[39].

Türbin yangınlarıyla ilgili en büyük sorun, türbin yüksekliğinden dolayı, itfaiyenin yeterince verimli olamamasıdır. Kuru havalarda açık alanlarda, özellikle orman alanlarında veya yakınında ve/veya konutlara yakın olan türbinler için daha geniş bir yangın riski söz konusudur. Kayda alınan 4 yangın vakasında 4 türbin çalışanı yanarak yaşamını yitirmiştir[39].

Yangın vakalarına birkaç örnek vermek gerekirse; Wind Power Monthly'nin verilerine göre, bir işçi bir rüzgar türbinine hizmet eden 480 Volt'luk bir devreyi kesme işinde çalıştığı sırada, döner anahtarı, devre kesiciyi ayırmak için açık pozisyon olduğunu düşündüğü yere çevirmiştir. Bununla birlikte, işçi devrenin enerjisinin kesildiğinden emin olmak için test etmemiştir. İşçi, döner şalteri kapalı bir konuma getirmiş ve devre kesici, bir transformatörden geri besleme ile enerjilenmiştir. Çalışan iki adet plastik tutma tornavida kullanarak, kesici üzerindeki iki kontağı statik voltaj birikimini boşaltmak için kısa devre yapmıştır. Bu durum arıza oluşturmuş ve ortaya çıkan elektrikli ark, işçinin yüz ve kollarında ciddi derin yanıklar oluştururken üzerindeki gömlek de tutuşmuştur. İşçi yanık ünitesinde 4 gün yoğun bakımda kalmıştır[39].

Yine Wind Power Monthly'nin verilerine göre, Şubat 2012'de İç Moğolistan'daki Huaneng Renewables rüzgar türbini üzerindeki bir yangında

iki mühendis yaşamını yitirmiştir. Türbin, China South Locomotive ve Rolling Stock (CSR) tarafından yapılmıştır[40].

Yapısal arıza sayısı: 189

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı	15	9	3	9	7	4	7	9	13	9	16	9	13	10	14	13	12	11	6

Verilere bakıldığı zaman yapısal arızaların en yaygın 3. kaza nedeni olduğu görülmektedir ve 189 kayıt bulunmuştur. Yapısal arıza, fırtına hasarı, kule çöküşü gibi ana bileşen arızası olarak kabul edilmektedir. Kötü kalite kontrolü, bakım eksikliği ve bileşen arızası bu kazaların sebepleri arasındadır. Yapısal bozulma bıçak arızasından daha zararlı ve mali açıdan daha külfetli olmasına rağmen, riskler türbinden nispeten kısa bir mesafede sınırlı olduğu için kaza sonuçları ve insan sağlığına yönelik sonuçlar daha düşüktür. Ancak, küçük türbinlerin okullar da dahil konut alanlarına kurulması bu kazaların artmasına sebep olabilir[38].

Taşımacılıkta kaza sayısı: 177

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı				4		3	6	6	19	10	11	11	24	17	12	17	14	15	8

Türbin kanadının taşınması esnasında kanadın yol kenarında bulunan eve girmesi, türbin parçasının yol kenarındaki elektrik direğinde çalışma yapan araca çarpması, parçanın tırdan düşmesi sonucu kara trafiğinde yaşanan problemler gibi toplamda 177 kaza meydana gelmiştir. Taşımacılık sırasında trafik kazası sonucu ölümler ve yaralanmalar ayrı tutulmuştur[38].

Çevresel zararlar (kuş ölümleri dahil): 212

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı	1		1	1	8	1	6	5	10	21	13	19	20	20	16	21	18	22	9

Diğer (çeşitli): 417

Yıl	2000 öncesi	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	*17
Sayı	13	7	4	12	13	11	12	16	18	24	27	25	43	36	33	33	42	32	15

Diğer (çeşitli) arızalarda, mekanik arızalar, bakım eksikliği, elektrik kesilmesi (yangın veya elektrik çarpmasına neden olmayan), inşaat kazaları, yıldırım çarpması vb. dahildir[38].

Bakım eksikliğinden kaynaklanan bir kaza örneği şu şekildedir; Wind Power Monthly'nin verilerine göre, 2015 Mart ayında Jiangsu eyaletindeki Jingye Rulman açık deniz tesisi fabrikasında bir çelik platform çöktüğünde 5 kişi hayatını kaybetmiş ve 4 kişi de yaralanmıştır. Ardından Eylül ayında, kuzeybatı Çin'in Sincan eyaletinde bir Ming Yang 1.5 MS rüzgar türbini çöktüğünde 1 kişi yaşamını yitirmiş ve 3 kişi yaralanmıştır[40].

Dünya çapında rüzgar endüstrisinin kuşkusuz ölümlü iş kazası rekoru 2013 yılında Çin'dedir ve toplamda 12 ölümlü iş kazasının 8'i Çin'de meydana gelmiştir. 2011 yılında, 11 işçi ölümünden 8'i yine Çin'de meydana gelmiştir[38].

Uluslararası hukuk firması Pinsent Masons'taki H&S (Health & Safety)'nin üst düzey yöneticisi Jon Cowlan, Çin'in kurulmuş bir İSG kültürüne sahip olduğunu ve işçilerin standartlara uymalarını zorlaştırdığını söylemiştir.

Çin'in itibarının zayıf olması sebebiyle, merkezi hükümet ciddi iş kazası nedeniyle ülkenin duruşunu iyileştirmek için zorlanmaktadır[40].

Çin dışındaki kazalar, Kuzey Denizi'ndeki iki deniz üstü projesine dahildir. 2015 Ocak ayında, bir bileşen düştükten sonra 400 MW Bard Offshore 1'de bir iple erişim teknisyeni hayatını kaybetmiş ve bağlı bulunduğu halat onu suyun derinliklerine çekmiştir[38].



Şekil 6. Hollanda 29/10/2013[41].

Hollanda'nın Ooltgensplaat kenti Mariadijk Mevkii'nde bulunan rüzgar türbininde periyodik bakım yapıldığı sırada kısa devre sonucu yangın çıkmıştır. Çıkan yangında 19 ve 21 yaşlarındaki 2 teknisyen hayatını kaybetmiştir. Teknisyenlerden biri türbin kabini içinde yanarak, diğeri yangından kaçmak amacıyla 70 m. yükseklikteki türbinden atlayarak hayatını kaybetmiştir. 2 teknisyenin de kurtarma eğitimi aldığı ve türbinde iniş için gerekli malzemelerin bulunduğu halde olayın ölümle sonuçlanması yetkilileri de oldukça şaşırtmıştır. Tahminler yangının ani şekilde tüm türbini sardığı ve

teknisyenlerin eğitimde gördükleri iniş uygulamasını gerçekleştiremediği yönündedir(Şekil 6).

5.1.Türkiye’de Kayıtlara Geçmiş İş Kazaları

Türkiye’de de diğer sektörlerde olduğu gibi Rüzgar Enerji Sektörü’nde meydana gelen kaza ve olay kayıtlarının tutulması aşamasında ciddi sorunlar görülmektedir. Kazaların bildirilmemesi sonucu kayıtlar kesin olarak belirlenememekte ve kaza ve olaylar bilinmediği için söz konusu alanlarda önleyici ve iyileştirici çalışmalar yeterlilik kazanamamaktadır.

31 Mart 2017’ye kadar kayıtlara geçmiş tüm kaza ve olay sayısı 7’dir ve sıralı şekilde aşağıdaki gibidir:



Şekil 7. Balıkesir – Susurluk 17/08/2013[42].

Balıkesir-Susurluk'ta bulunan rüzgar türbininde oluşan kısa devre sonucu rüzgar türbini yanmıştır. Orman Bölge Müdürlüğü ve Balıkesir İtfaiyesi çevreden gelen ihbarlar sonucu olay yerine ulaşarak yangını kontrol altına almıştır. Can kaybı yaşanmayan olayda çevredeki otlak araziler zarar görmüştür(Şekil 7).



Şekil 8. Afyonkarahisar 06/11/2013[43].

Tırla montaj sahasına taşınan rüzgar türbininin kanadı seyir halindeki yolcu otobüsünün camından girmiş, kazada can kaybı ve yaralanma yaşanmamıştır(Şekil 8).



Şekil 9. Balıkesir 24/12/2015[4].

Balıkesir'in Havutçu mahallesinde, bölgenin rüzgar ölçümlerini almak amacıyla kurulan rüzgar türbininin arıza yapması üzerine, bakım onarım işinde görevlendirilen 2 kişi hız sensörlerinden (Anemometre) birinin yıkılması sonucu yıkılan demirlerin altında kalmıştır. İşçilerden biri hayatını kaybetmiş diğer işçi ise ağır şekilde yaralanmış ve vücudunda çok sayıda kırık meydana gelmiştir(Şekil 9).



Şekil 10. Hatay Belen Ötençay 22/10/2016[45].

Hatay Belen Ötençay mevkiinde bulunan bir rüzgar türbininde nedeni belirlenemeyen yangın sonucunda can kaybı yaşanmamıştır, yangın çevredeki zeytinlik alanlara da sıçramadan yangın ekipleri tarafından kontrol altına alınmıştır(Şekil 10).

Türkiye’de kayıtlara geçmiş (Tüm ülkelerdeki rüzgar türbini kaza kayıtlarını tutan Caithness Wind Farms-CWIF’in kayıtlarına göre) 4 kaza bulunmaktadır. Kurumun son kayıt tarihi 31/03/2017’dir. Kalan 2085 kaza diğer ülkelerde yaşanmıştır. Kurulu gücün 6.195 MWE olduğu ülkemizde kaza sayısı oldukça düşüktür. Fakat kayıtlara geçmeyen kazalar olduğu aşikardır. Şirketlerin prestij kayguları sebebiyle tüm sektörlerde olduğu gibi rüzgar türbinlerinde yaşanan iş kazalarının bildirilmemesi son derece önemli bir konudur. Bu konuda daha hassas davranılarak ulusal ve uluslararası çalışmalar arttırılmalı, yeni denetim mekanizmaları geliştirilerek ciddiyle uygulanmalıdır[37,46].

6. RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE RİSK ANALİZİ

İş Sağlığı ve Güvenliği kapsamında işverenler, çalışanların sağlığının ruhen ve bedenen tam bir bütünlük halinde olmasını sağlamak, sürdürmek ve geliştirmek zorundadır. Bu sebeple, işyerinde iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk değerlendirmesi yapar/yaptırır. Aynı zamanda, risk değerlendirmesini yapmakla yükümlü uzman kişilere, işyerindeki her türlü bilgi ve malzemeyi sağlamakla yükümlüdür. Tabii ki risk değerlendirmesi yapmakla görevli kişi ve kişiler de işverenin işyeri ile ilgili paylaşmış olduğu tüm belge ve bilgileri sağlamak durumundadır. Risk değerlendirmesi, bir işyerinin kurulumundan başlayarak, işletme kısımlarına kadar olan süreçte oluşabilecek tüm tehlikeleri, belirlenen tehlikelerden oluşabilecek riskleri belirleme, bu risklerin kontrol tedbirlerinin belirlenmesi, dökümantasyon ve alınan tedbirler sonucunda revize edilmesi aşamalarını kapsamalıdır[47-51].

Yukarıda bahsedilen “Risk” ve “Tehlike” kavramları çoğu zaman birbirinden ayırt edilememektedir. Risk, tehlikenin doğurabileceği her türlü yaralanma, ölüm vb. sonuç olarak oluşabilecek hasarı ifade etmektedir. Tehlike ise, riske neden olabilecek işyeri çalışma ortamı, çalışan davranışı vb. hasar ve zarar verme potansiyelini ifade etmektedir. Aşağıdaki çizelgede rüzgar türbinlerinde oluşabilecek riskler hakkında bilgi veren bir risk analizi paylaşılmıştır. Bu risk analizi 4x4 Matris Yöntemi’yle hazırlanmıştır[47-51]. Hazırlanan risk analizinde kurulum aşamasındaki tehlike ve risklere değinilerek çözüm metodları belirlenmiştir. Bakım süreçleri risk analizinde irdelenmemiştir. Bu konuda çalışmalar yapılabilir.

Şiddet (Etki) (E)

- 1 bildirilmesi zorunlu olmayan iş kazası / hastalık
- 2 bildirilmesi zorunlu olan iş kazası / hastalık
- 3 bildirilmesi zorunlu olan, kalıcı sağlık sorunları bırakan iş kazası / hastalık
- 4 bildirilmesi zorunlu olan, kalıcı ağır sağlık sorunları bırakan iş kazası / hastalık
- 5 ölümcül iş kazası

Gerçekleşme olasılığı, Sıklık (Frekans) (S)

- 1 zayıf olasılık
- 2 nadiren
- 3 arada bir
- 4 sıkça
- 5 çok sık

Risk potansiyeli (R)

- <5 küçük (uzun vadeli önlemler)
- 5-9 orta vadeli önlemler
- >9 yüksek koruma etkisi olan kısa vadeli önlemler

		Gerçekleşme olasılığı				
		1	2	3	4	5
Hasar kapsamı	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

RİSK ANALİZİ														
Sıra No	İş Kolu	Atık	Etki	Sıklık	Çevre Etki Derecesi	Risk Puanı	Durum	Önlemler	Önlem Alındıktan Sonra			Sorumlu	Etkili Mi?	Önlemlerin Takibi?
									Sıklık	Çevre Etki Derecesi	Risk Puanı			
RÜZGAR TÜRBİNİ SAHASI														
1	Üretim	Plastik çuval	Toprak, Su Kirliliği	2	2	4	Orta Riskli Çevre Boyutu	Hammaddelerin plastik çuvalları tekrar kullanılmalıdır	1	2	2	Servis merkezi	X	
2	Üretim	Tahta Atıkları	Görüntü Kirliliği	2	1	2	Düşük Riskli Çevre Boyutu	Tahta paletlerin hasarlı olanları tamir edilmeye çalışılmalı ve tekrar kullanıma alınmalı	1	1	1	Servis merkezi	x	
3	Üretim	Boya Kutuları	Toprak, Su Kirliliği	2	2	4	Düşük Riskli Çevre Boyutu	Boya yapılırken altına branda çekilmeli	1	2	2	Servis merkezi	X	
4	Depo	Boya Kutuları	Toprak, Su Kirliliği	2	2	4	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Müşterinin atık sahasına bırakılmalı	1	2	2	Servis merkezi	X	
5	Bakım	Makine bakım kaynaklı yağ atıkları	Toprak, Su Kirliliği	4	3	12	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Yağlı teneke, vb. yağlı bulaşıklar ayrı olarak depolanmalı, atık toplama bölümüne bırakılmalı	2	3	6	Servis merkezi		X

6	Bakım	Makine-türbin bakım kaynaklı metal, plastik, filtre atık	Toprak, Su Kirliliği	4	3	12	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Kontamine metaller ayrı olarak depolanmalı ve lisanslı kuruluşlara verilmeli	2	3	6	Servis merkezi	X	
7	Bakım	Demir vb. metal atıklar	Toprak, Su Kirliliği	2	2	4	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Geri hareketler sadece ikinci bir kişinin yönlendirmesi ile yapılmalı	1	2	2	Servis merkezi	X	
8	Araçlar	Atık motor yağı	Toprak, Su Kirliliği	3	3	9	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Araçlar bakım-onarımlarının yapıldığı yetkili serviste bırakılmalı	1	3	3	Servis merkezi	X	
9	Araçlar	Dişli, hidrolik vb.	Toprak, Su Kirliliği	2	3	6	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Araçlar bakım-onarımlarının yapıldığı yetkili serviste bırakılmalı	1	3	3	Servis merkezi	X	
10	Araçlar	Yağ filtresi vb. yağ atıkları	Toprak, Su Kirliliği	2	3	6	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Araçlar bakım-onarımlarının yapıldığı yetkili serviste bırakılmalı	1	3	3	Servis merkezi		
11	Araçlar	Araç Lastikleri	Toprak, Su Kirliliği	2	2	6	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Araçlar bakım-onarımlarının yapıldığı yetkili serviste bırakılmalı	1	2	2	Servis merkezi	X	

12	Araçlar	Egzoz	Hava Kirliliği	2	2	4	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Egzoz muayeneleri düzenli olarak yaptırılmalı	1	2	2	Servis merkezi	X	
13	Genel	Emisyon	Hava Kirliliği	2	2	4	Orta Riskli Çevre Boyutu	Emisyon ölçümleri düzenli olarak yaptırılmalı	1	2	2	Servis merkezi	X	
14	Genel	Gürültü	Çevre Kirliliği	2	2	4	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Ekipmanların kontrolü zamanında ve düzenli olarak yaptırılmalı	1	2	2	Servis merkezi	X	
15	Genel	Gıda ambalajı Karton bardak vb. atıklar	Toprak, Su, Çevre Kirliliği	3	2	6	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Ambalaj atıkları, ayrıştırılmış kutulara atılmalı (Pet şişe, cam, karton-kağıt, evsel atık)	1	2	2	Servis merkezi		X
16	Genel	Piller	Toprak, Su, Çevre Kirliliği	2	3	6	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Kullanılan piller şalt merkezinde piller için ayrılmış uygun pil atık bölümüne/kutusuna bırakılmalı	1	3	3	Servis merkezi	X	

GENEL

17	Genel	Cam	Görüntü Kirliliği	2	1	2	Düşük Riskli Çevre Boyutu	-Geri dönüşüm amaçlı belediyeye verilmeli	1	1	1	Servis merkezi	X	
18	Gıda	Yemek atığı	Su, görüntü kirliliği	3	2	6	Düşük Riskli Çevre Boyutu	Evsel atık bölümüne atılır	1	2	2	Servis merkezi	X	
19	Genel	Plastik	Toprak, su kirliliği	2	2	4	Tolere Edilir Çevre Boyutu	Plastik için ayrılmış atık bölümüne atılır	1	2	2	Servis merkezi	X	
20	Tıbbi	Tıbbi Atıklar	Toprak, su kirliliği	2	2	4	Düşük Riskli Çevre Boyutu	Tıbbi atık için ayrılmış bölüme atılır	1	2	2	Servis merkezi	X	
21	Genel	Su tüketimi	Toprak, su kirliliği	3	3	9	Orta Riskli Çevre Boyutu	Kanalizasyon bağlantısı olmalıdır	2	3	6	Servis merkezi	X	

22	Genel	Su (WB, Lavabo)	Doğal kaynak azalması	3	2	6	Orta Riskli Çevre Boyutu	Su tüketiminin bilinçli yapılması	2	2	4	Servis merkezi	X	
23	Acil Durum Yangın	Yangın sonrası çevresel etki	Toprak, hava kirliliği	2	4	8	Düşük Riskli Çevre Boyutu	Uygun yerlere yangın tüpleri yerleştirilir ve yangın tüpleri belirtilen aralıklarla kontrolü yaptırılır	1	4	4	Servis merkezi	X	
24	Acil Durum Deprem	Deprem sonrası çevresel etki	Toprak, hava kirliliği	1	4	4	Düşük Riskli Çevre Boyutu	Belirli periyotlarla deprem tatbikatı yapılır	1	4	4	Servis merkezi	X	

DEPO ÇALIŞMALARINDA RİSK ANALİZİ

Sıra No:	Bölüm/ Konu	KONTROL LİSTESİ VE TEHLİKELERİN BELİRLENMESİ	RİSK	Önlem Öncesi			ÖNLEMLER	Önlem Sonrası			Sorumlu	Etkili Mi?	Önlemlerin Takibi
				SIKLIK	ETKİ	RİSK		SIKLIK	ETKİ	RİSK			
1	Genel	Depoda yanıcı maddelerin alev alması	Yangın	2	4	8	-Depoda yanıcı madde bulundurulmamalı	1	4	4	Depocu	X	
2	Genel	Elektrik aksamından kaynaklanacak tehlikeler	Yanma, yangın, elektrik	2	4	8	-Elektrik devresi yetkili personel tarafından kontrol edilmeli, elektrik panosu kapalı tutulmalı	1	4	4	Depocu	X	
3	Genel	Elektrik arızalarına yetkisiz kişilerin müdahale etmesi	Yanma, yangın, elektrik	2	4	8	-Ofis içinde kullanılan mobilya ve sandalyeler düzenli olarak kontrol edilmelidir	2	4	8	Depocu		X
4	Genel	Hidrolik iş ekipmanlarında sistem kaçakları, sızıntılar	Sızıntı	2	2	4	-Ofiste temizlikten sorumlu kişi/kişiler belirlenmelidir	1	2	2	Depocu	X	

5	Genel	Temizlik personeli hariç, temizlik kimyasalları kullanımı, solunumu, dökülmesi	Zehir	3	3	9	-Çalışanlar, temizlikte kullanılan kimyasallar konusunda bilgilendirilmelidir	1	3	3	Depocu	X	
6	Genel	Ağır nesnelere elle taşınması	Yara alma	3	3	9	-Yüklerin taşınması esnasında "Elle Taşıma Eğitimi" prensipleri dikkate alınmalıdır -Yükler tek başına kaldırılmamalıdır	2	3	6	Depocu/ Çalışan	X	
7	Genel	Nakliye araçlarının çarpması veya sıkıştırması	Yara alma	2	4	8	-Nakliye ve şirket araçlarının yükleme veya boşaltma esnasında park bölgesinde personel bulunmamalı, araç tam durmadan nakliye işlemlerine başlanmamalıdır	1	4	4	Depocu/ Çalışan	X	

8	Genel	Depo içerisinde yağ vb. malzeme dökülmesi sonucu kaymalar	Kayma Düşme	2	2	4	-Her türlü dökülme, hemen soft bariyer ile çevrilerek derhal temizlenmelidir - Zemine temizlik sonrası kaygan zemin levhası konmalıdır.	1	2	2	Depocu Çalışan	X	
9	Genel	Çalışanların kullandıkları elektrikli cihazların ve diğer elektronik cihazların kablolarının ayaklara dolanmaları	Düşme, Yara alma	3	3	9	-Kullanılan elektrikli cihazların ve iletişim cihazlarının kablolarının bağlanması ve çalışanların ayaklarına takılmaması için uygun yerlerden muhafaza edilmesi -Çalışanların bilgilendirilmesi -Etkin kontrollerin yapılması	1	3	3	Depocu	X	
10	Genel	Rafların devrilmesi	Sıkışma Uzuv yarası	3	4	12	-Rafların stabilizasyonunun sağlanması gerekmektedir	1	4	4	Depocu		X

11	Genel	Rafların ağırlık tolerans değerlerinin yazılı olmaması	Uzuv yarası	2	3	6	-Rafların üzerine konulacak ağırlıkların bilinmesi gerekmektedir. Raflar üzerinde, rafların kaç kg yük kaldıracağı yazılmalıdır.	1	3	3	Depocu/ Satın alma/ İSG Uzmanı		X
12	Genel	Kalibrasyon tarihi gelmiş ekipmanın kullanımı	Uzuv yarası	2	3	6	-Kalibrasyon tarihi gelmiş ekipmanların ayrı bölümde saklanması gerekmektedir -Bu alan kilitli ve erişime sınırlı olmalıdır	1	3	3	Depocu/ Satın alma/ İSG Uzmanı		X
13	Genel	Kullanım dışı malzeme ve ekipmanlar	Yara alma Düşme	2	3	6	-Kullanım dışı malzeme ve ekipmanlar ayrı bölümde depo edilmeli, personellerin bu bölüme erişimi sınırlandırılmalı, kimyasallar etiketlenmelidir	1	3	3	Depocu/ Satın alma/ İSG Uzmanı	X	

14	Elektrik	Kabloların uçlarının izolasyonsuz olması, kablolarının geçişinin emniyetsiz olması	Elektrik çarpma Düşme Yara alma	3	4	12	-Kabloların izolasyonunun yetkin bir elektrikçi tarafından izole edilmesi -Kabloların türlerine uygun geçişlerinin düzenlenmesi	1	4	4	Depocu	X
15	Elektrik	Hasarlı elektrik ekipmanı kullanımı	Elektrik çarpma Yanık	3	3	9	-Hasarlı ekipman güvenli bir şekilde sökülmeli, derhal yenisi ile değiştirilmelidir	2	3	6	Depocu	X
16	Genel	Sahadan gelen malzemenin kontrol eksikliği	Yara alma	3	4	12	-Sahadan dönen malzemeler ayrılmış ilgili bölümde kontrol edilir, sayımı, gözle muayenesi, temizliği yapılır, yerleştirilir	1	4	4	Depocu	X
17	Yangın	Yangına maruz kalan personel olması	Duman Soluma Yanma	3	5	15	-Depoda yangın tüpü bulundurulması ve kontrolünün yapılması -Periyodik muayenenin yaptırılması	1	5	5	Satın alma/ İSG Uzmanı	X
18	Güvenli durum	Kapı ve pencerelerin kapalı tutulması	Depoda maddi kayıp	2	1	2	-Kapı, kullanımdan sonra kilitli tutulmalıdır -Depo, güvenlik kameraları ile izlenmelidir	1	1	1	Depocu	X

19	Çevre	Kıt kaynakların kullanımı	Çevre kirliliği	4	2	8	-Depoda kıt kaynak kullanımı konusunda bilgi sahibi olunması ve aktarılması -Elektrik, su gibi kaynakların boşa kullanılmaması -Kimyasalların çevre görüşü açısından gereksiz yere kullanılmaması gerekmektedir	1	2	2	Yönetim	X	
----	-------	---------------------------	-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---------	---	--

RÜZGAR ENERJİ TÜRBİNİ KURULUMU RİSK ANALİZİ											
Sıra No	Tehlikeler	Önlem Öncesi			ÖNLEMLER	Önlem Sonrası			Sorumlu	Etkili Mi?	Önlemlerin Takibi
		S	E	R		S	E	R			
1.1.	Makine parçaları ve malzeme indirirken ve yükler askıya alınırken ezilme/makaslanma noktaları	4	4	18	-İşlem adımlarını işe başlamadan önce belirleyin - Telsiz cihazları kullanın - Sadece izin verilen yük bağlama gereçlerini kullanın - Koruyucu giysi kullanın - Sadece eğitim / bilgi almış personel yükleme işlemine katılabilir - Yükleri kaldırırken iş arkadaşlarınızı zamanında uyarın ve bölgeyi kontrol edin	3	4	12	Servis merkezi Kurulum ekibi	X	

1.2.	Makine parçaları ve malzeme askıya bağlanırken ve yükler askıya bağlanırken ezilme/yardımcı gereçleri sabitlerken uygun olmayan bir mevkiinin kullanılması	5	5	25	-Teleskopik yükleyici için bir çalışma sepeti kullanılması	3	5	15	Servis merkezi Kurulum ekibi		X
1.3.	Vincin halat sargısında ezilme/makaslanma noktası (vinçler ve nakil sandığı)	3	4	12	-Vinç halatı kılavuz ekipmanı kullanın - Vinçte çalışmalar sadece öncesinde bilgilendirme aldıktan sonra yapılacaktır - Üretici bilgilerine dikkat edin	2	4	8	Kurulum ekibi	X	
2.1.	Halatlarla, tel halatlarla ya da keskin kenar ve çapakları olan parçalarda çalışırken el yaralanmaları	2	3	6	-Koruyucu eldiven kullanılması	1	3	3	Kurulum ekibi	X	
2.2.	Darbe alındığında ya da düşmeyi önleyici kemerin içine düştüğünde baş yaralanmaları	4	3	12	-Baret kullanın -Düşme tehlikesi varsa çene kayışı kullanın	2	3	6	Kurulum ekibi	X	
2.3.	Araçla / römorkla geri hareket sırasında kişilere zarar ve maddi hasar ortaya çıkması	3	4	12	-Geri hareketler sadece ikinci bir kişinin yönlendirmesi ile yapılacaktır	2	4	8	Kurulum ekibi	X	
2.4.	RET 'ten aşağı düşen cisimler	4	3	12	-Çalışma bölgelerini belirleyin - Koruyucu baret takın	3	3	9	Kurulum ekibi	X	

3.1.	Tırmanma merdiveninde çıkarken ve inerken cisimler aşağı düşebilir	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> -Küçük cisimleri, bir taşıma torbasında taşıyın - Malzemeleri vinçle taşıyın - Tırmanma merdiveninde peş peşe tırmanın ya da merdivenin boşalmasını bekleyin <ul style="list-style-type: none"> - Baret kullanın - Baretin düşme tehlikesi varsa çene kayışı kullanın. 	1	3	3	Kurulum ekibi	X	
3.2.	Vinçle malzeme taşırken aşağıya düşen cisimler	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> -Sadece kontrol edilmiş yük bağlama gereçleri kullanın - Kullanmadan önce gözle muayene yapın - Yükleri güvenilir olarak askıya alın - Yükleri ağırlık noktası üzerinde askıya alın - Asılı yüklerin altında durmaktan kaçının - Vidalanmış mapalara emniyet kopyalarını takın - Tehlike bölgesinde bulunmaktan kaçının - Baret takın - Sadece eğitimini almış kişiler askıya bağlama işlemleri yapacaktır 	2	3	6	Servis Merkezi Kurulum ekibi		X
3.3.	Vinçle malzeme kaldırırken malzemenin kontrolsüz olarak salınması	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> -Tehlike bölgesinden çıkın -İletişimi (örn. telsizleri) güvence altına alın 	2	2	4	Kurulum ekibi	X	
4.1.	Hidrolik aletlerle çalışma	4	4	16	<ul style="list-style-type: none"> -Üreticinin talimatlarına uyun -Koruyucu gözlük kullanın 	2	4	8	Kurulum ekibi	X	

4.2.	Hidrolik tork aleti kullanma	4	4	16	<ul style="list-style-type: none"> -Tork aleti tek kişi tarafından kullanılacak, kumandası kullanan kişi tarafından yönlendirilecektir. -Tork yapılan yüzey önce yağ ve kayganlıktan arındırılacaktır. Tork aleti tutma kolu (handle) ile kullanılacaktır. -Tutma kolu her zaman temiz olmalıdır 	2	4	8	Kurulum ekibi	X	
5.1.	Yüksekte çalışmalar	5	4	20	<ul style="list-style-type: none"> -Düşmeye karşı KKD kullanın <ul style="list-style-type: none"> - Sadece eğitilmiş/bilgilendirilmiş personel KKD kullanacaktır - Sadece yetkili uzman kişi tarafından muayene edilmiş KKD kullanın - KKD'de günlük olarak gözle muayene ve işlerlik kontrolü yapın - Kurtarma cihazı çabuk kullanılabilir olmalıdır - Sarı renkte işaretli askı noktaları kullanın - Duruş alanlarının buzsuz olmasını sağlayın 	4	4	16	Servis merkezi/ Bölge yöneticisi / Kurulum ekibi	X	
5.2.	Merdiven üzerindeki çalışmalar	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> -Merdivendeki çalışmaları en aza indirin - Merdivenin güvenilir olarak durmasını sağlayın - Teleskopik yükleyici için çalışma sepeti kullanın 	2	4	8	Kurulum ekibi		X

5.3.	Türbinde inerken/çıkarken düşme	3	4	12	-Düşmeye karşı KKD kullanın - Ara duraklarda merdivende askıya bağlanın - Merdiveni terk etmeden önce askıya bağlanın - Merdivende tırmanırken ellerinizle destek alın	2	4	8	Kurulum ekibi	X	
5.4.	Vincin kullanılması sırasında düşme tehlikesi	3	5	15	- Düşmeye karşı KKD kullanın - Sarı renkle işaretli askı noktalarını kullanın - İş arkadaşlarınızı ikaz ederek, kendilerini askıya almalarını sağlayın	2	5	10	Kurulum ekibi	X	
5.5.	Arızalı merdivenler ve basamaklıklar	4	3	12	-Sadece eğitimli kişiler tarafından kontrol edilmiş merdiven ve basamaklıkları kullanın - Günlük gözle muayene ve işlerlik kontrolü yapın - Arızalı merdiven ve basamaklıkları ayıklayın	3	3	9	Kurulum ekibi	X	
6.1.	Arızalı iş gereçleri nedeniyle elektrik çarpması	4	5	20	-Elektrikli iş gereçlerini düzenli aralıklarla yetkili uzman kişilere kontrol ettirin - Günlük bakım ve işlerlik kontrolü yapın - Arızalı ve muayene edilmemiş elektrikli iş gereçlerini kullanımdan kaldırın	3	5	15	Bölge yöneticisi / Kurulum ekibi	X	

6.2.	Aktif / elektrik taşıyan parçalardaki çalışmalarda elektrik çarpması	5	5	25	-Elektroteknik çalışmaları sadece elektrik teknisyenlerine yaptırın	3	5	15	Teknik servis merkezi /Kurulum ekibi	X	
7.1.	Tehlikeli maddelerle temas sonucunda göz ve cilt yaralanmaları ve tahriş	3	4	12	-Tehlikeli maddelerin yerine daha az tehlikeli maddeler kullanın -İyi havalandırma olmasını sağlayın - Aerosol oluşumundan kaçının - Asgari düzeyde kullanın - Malzeme Güvenlik Bilgi Formu'nu tedarik edin - Koruyucu eldiven ve gözlük takın -Kimyasallar listesine uyun	2	4	8	Satın alma / Kurulum ekibi	X	
7.2.	Tehlikeli madde buharlarının/aerosollerin solunması	3	3	9	-Tehlikeli maddelerin yerine daha az tehlikeli maddeler kullanın - İyi havalandırma olmasını sağlayın - Aerosol oluşumundan kaçının - Asgari düzeyde kullanın - Malzeme Güvenlik Bilgi Formu'nu tedarik edin - Koruyucu eldiven ve gözlük takın - Geniş alanda kullanılıyorsa gerekiyorsa solunum koruması kullanın	2	3	6	Satın alma / Kurulum ekibi	X	

7.3.	Tehlikeli maddelerin yutulması	3	5	15	-Tehlikeli maddeleri gıda maddeleriyle karıştırılabilecek haznelerde saklamayın - Tehlikeli maddeleri işaretleyin - Gıda maddelerini tehlikeli maddelerle bir arada saklamayın - Molalarda önce ellerinizi temizleyin	2	5	10	Kurulum ekibi	X	
7.4.	Mantar sporu solunması	4	3	12	-Türbin / ekipman kirlendiyse servis merkezine başvurun	3	3	9	Kurulum ekibi	X	
8.1.	RET içerisinde yangın	3	5	15	-RET içerisinde sigara yasağına uyun - Sıcak işleri sadece özel talimatlar gerekçesiyle ve yeterli korunma önlemi olarak RET içerisinde gerçekleştirin - Yangın söndürme cihazını hazır bulundurun - Kaçış yollarını açık tutun - İple inme ve kurtarma cihazını hazır tutun	2	5	8	Kurulum ekibi	X	
8.2.	Alev alabilen tehlikeli maddeleri kullanırken patlayıcı bir atmosfer oluşabilir	3	4	12	-İyi bir havalandırma olmasını sağlayın - Kullanımı asgari seviyeye indirin - Sigara yasağına uyun	2	4	8	Kurulum ekibi	X	
9.1.	Mesai saati içerisinde gürültülü çalışmalar sonucunda rahatsızlık verici gürültü olması	3	3	9	-İş arkadaşlarınıza, gürültülü çalışmalar yapılacağını duyurun - İşitme koruması kullanın	1	3	3	Kurulum ekibi	X	

10.1.	Elle kullanılan titreşen aletlerle çalışma	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> -Düşük salınım emisyon değerleri olan aletler seçin - Asgari düzeyde kullanın - Çalışanlar için maruz kalma süresini azaltmak amacıyla faaliyeti değiştirin - Soğukta iyi izole eden eldiven kullanın 	1	3	3	Satın alma /Kurulum ekibi	X	
11.1.	Dış alanda uzunca bir süre çalışıldığında güneş ışınlarından kaynaklanan mor ötesi ışın etkisi	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> -Mümkün olduğunca gölgede çalışın - Cildinizi koruyucu giysiyle örtün - Güneşten koruyucu gözlük kullanın - Güneşten koruyucu krem kullanın 	2	3	6	Kurulum ekibi	X	
11.2.	Hava şartlarından kaynaklanan etkiler, özellikle dış alandaki çalışmalarda	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> -İşletme güvenliği talimatnamesine ve eldiven planına göre KKD (hava şartlarına, soğuğa vb.karşı koruma) kullanın - Hava raporlarını takip edin - Çalışmaları gerekirse durdurun ve türbini terkedin veya baştan türbine girmeyin 	2	2	4	Kurulum ekibi	X	
11.3.	Güneş ışınları ve açık renkli alanlarda çalışmalarda gözlerin kamaşması	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> -Koyu renk camlı iş gözlüğü kullanın 	2	2	4	Kurulum ekibi	X	

11.4.	Karanlıktaki çalışmalarda veya örneğin iyi aydınlatılmamış türbin bölümlerindeki çalışmalarda	2	3	6	-Aydınlatmayı açın - Dış bölümde yeterli aydınlatma olmasını sağlayın - El ve baret lambalarıyla yeterli aydınlatma olmasını sağlayın	1	3	3	Kurulum ekibi	X	
12.1.	RET'e erişim yolunun bozuk olması	3	2	6	-Kusurları düzeltin veya düzelttirin - Bilinmeyen erişim yolları kullanırken dikkatli araç kullanın	1	2	2	İşletici / Bölge yöneticisi / Kurulum ekibi	X	
13.1.	Türbin parçalarına takılma tehlikesi	2	2	4	-Bedene yapışık giysiler giyin	1	2	2	Kurulum ekibi	X	
13.2.	Dar türbin bölümlerindeki çalışmalar	3	3	9	-Girişleri / çıkışları (kaçış / kurtarma yollarını) açık tutun - Dışarıdaki ikinci kişiyle olan iletişimi muhafaza edin - Kurtarma cihazını hazır bulundurun	2	3	6	Kurulum ekibi	X	
14.1.	Su kaynaklarındaki çalışmalar (su bitişiğindeki türbinlerde nakliye / trafik yolu su üzerinde veya su başında olduğunda)	2	3	6	-Başka önlemler (örn. yeterli korkuluğu olan bir platform) alınmadıysa kurtarma yeleklerinin kullanılması	1	3	3	Kurulum ekibi	X	
15.1.	Kas-iskelet sisteminin ağır kaldırma ve taşıma sonucu zorlanması.	3	3	9	Çalışma ve nakliye için yardımcı gereçler kullanın (örn. zincirli palangalar) - Ağır cisimleri mümkün olduğunca iki kişi hareket ettirin	3	2	6	Kurulum ekibi	X	

15.2.	Türbin içerisinde tırmanma sonucunda bedensel zorlanma	2	2	4	-Çalışma sepeti kullanın - Arada duraklamalar yapın - Düzenli olarak bedensel muayeneye girin	1	2	2	Teknik servis merkezi / Kurulum ekibi	X	
15.3.	Kas-iskelet sisteminin kaldırma işi sonucu zorlanması	3	2	6	-Çalışma için yardımcı gereçler (örn. zincirli palangalar) kullanarak tutma işlerinden kaçının	2	2	4	Kurulum ekibi	X	
16.1.	Personelin görülmemesi (nakliye, vinç ya da ağır vinçle sevk).	2	4	8	-Firma tarafından sunulan KKD'yi (ikaz renklerinde ceket veya ikaz yeleği) giyin - Koruyucu etkisini korumak için kullanma talimatnamesine göre KKD'nin bakımını yapın	1	4	4	Kurulum ekibi	X	
17.1.	Telsiz üzerinden anlaşılmaz veya fazla sayıda talimat verilmesi	3	2	6	-Telsiz cihazları kullanılıyorsa bir konuşma hiyerarşisi belirleyin - Bir rüzgar santralinde birden çok ekip çalışıyorsa farklı frekanslar kullanın	1	2	2	Kurulum ekibi	X	

18.1.	Hasarlı ya da uygun olmayan KKD	5	4	20	<ul style="list-style-type: none"> -Sadece firma tarafından sunulan KKD'yi kullanın (KKD listesini dikkate alın) - Sadece CE işaretlemesi ve EN normu belirtilmiş olan KKD kullanın - Yetkili uzman kişiler tarafından düzenli muayene yapılmasına dikkat edin - Kullanımdan önce ve sonra gözle muayene ve işlerlik kontrolü yapın - Arızalı KKD'yi derhal yenisiyle değiştirin/Ofise bilgi verin 	3	4	12	Kurulum ekibi/ Bölge yöneticisi	X	
19.1.	Tehlikeli maddelerin kullanımı ve mekanik zorlanma nedeniyle cilt tahrişi	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> -Tehlikeli maddelerin kullanımını asgari düzeye indirin - Malzeme Güvenlik Bilgi Formu'nu tedarik edin. - Koruyucu eldiven kullanın - Eldiven altında terlemeyi önlemek için pamuktan astar eldiven giyin -Kimyasal listesini dikkate alın 	1	3	3	Kurulum ekibi	X	
19.2.	Alkol, uyuşturucu ya da ilaç suiistimali vb. nedeniyle aşırı kendine güven, tepki verme yeteneğinin olmaması	5	4	20	<ul style="list-style-type: none"> -Yasaklara uyun, disiplin yönetmeliği oluşturun 	3	4	12	Kurulum ekibi	X	
20.1.	Yaban hayvanlarından kaynaklanan tehlike	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> -Şantiyeyi terk etmeyin - Kurulum bölgelerinde, inşaat başlamadan yerel makamlara bilgi verin. 	1	3	3	Kurulum ekibi		X

20.2.	Alerjik reaksiyonların ortaya çıkması (boğulma tehlikesi dahil), örn. böcek ısırması	3	3	9	-Gıda maddelerini ve içecek maddelerini açıkta bırakmayın - Gıda maddesi ve içecek artıklarını kapalı (çöp) haznelerinde elden çıkartın - Konteyner kapılarını ve pencerelerini sineklik veya benzer gereçlerle kapatın	1	3	3	Kurulum ekibi		X
20.3.	Bitkilerden kaynaklanan alerjik reaksiyonlar	2	2	4	-Şantiye bölgesini terk etmeyin - Şantiye bölgesinde bilinmeyen bitkilere karşı koruyucu giysi olmadan dokunmayın	1	2	2	Kurulum ekibi	X	
21.1.	Yeni çalışanlar olduğunda çalışanların zorlanması sonucu ortaya çıkan tehlikeler	2	3	6	-Yeni çalışanların eğitimi - Yeni çalışanlara özel dikkat gösterin - Yeni çalışanları tek başlarına çalıştırmayın	1	3	3	Teknik servis merkezi / Kurulum ekibi	X	
21.2.	Tek başına çalışan personele, hızla ilk yardım verememe	2	3	6	-İş yerleri ayrı olduğunda sözlü iletişimi koruyun (örn. telsiz cihazlarıyla) - Kurtarma cihazını hazır bulundurun - İlk yardım mini seti yanınızda götürün	1	3	3	Teknik servis merkezi / Kurulum ekibi	X	
21.3.	RET'in yanlış kullanılması sonucunda kişilere ve mallara zarar gelebilir	2	2	4	Sadece teorik ve pratik eğitim almış personel RET'te çalışacaktır	1	2	2	Teknik servis merkezi / Kurulum ekibi	X	

21.4.	RET'te yetersiz eğitim almış personel ya da başka kişilerin bulunması	3	4	12	-Sadece kuramsal ve pratik eğitim /bilgilendirme almış personelin RET'te çalışmasına izin vardır - Yabancı firmalar, ziyaretçiler vb. en geç mahalde bilgilendirme almalı ve bu bilgilendirme tutanak altına alınmalıdır - Yeni personele özel dikkat gösterin	2	4	8	Teknik servis merkezi /Kurulum ekibi	X	
21.5.	Koordine edilmiş sorumlulukların yetersiz olması	3	4	12	-Sorumluluk ve görevler, servis merkezi ve şirket yönetimi tarafından belirlenir -İşe başlamadan önce görevler belirlenir, toolbox yapılır, kayıt altına alınır	1	4	4	Kurulum ekibi/ Servis merkezi		X
22.1.	Acil durumda (yangın, kaza), RET'i terk etme olanağı olmalıdır.	2	5	10	RET içerisinde ipe inme ve kurtarma cihazını yanınızda götürün - İpe inme eğitimini 2 yılda bir yenileyin	1	5	5	Bölge yöneticisi / Teknik servis merkezi / Kurulum ekibi	X	
22.2.	Acil durumda (yangın, kaza vb.), RET'i terk etme olanağı olmalıdır	2	5	10	Bodrumdan kurtarma yapabilmek için yeni kurtarma cihazı ek cihaz olarak hazır tutulacak - Bodrumdan kurtarma eğitimi yıllık olarak tekrarlanacak	1	5	5	Teknik servis merkezi / Kurulum ekibi		X

22.3.	Acil durumlarda hızla ilk yardım verme olanağı	2	4	8	<ul style="list-style-type: none"> -Karşılıklı olarak yardımcı olabilmek için, tüm çalışanların düzenli olarak ilk yardım eğitimi alması zorunludur - Türbin ve motorlu araç içindeki ilk yardım malzemesini kullandıktan sonra yeniden tamamlayın - İlk yardım mini setini yanınızda götürün 	1	4	4	Teknik servis merkezi /Kurulum ekibi		X
22.4.	Acil durumlarda hızla ilk yardım verme olanağı	2	3	6	İlk yardım ekipmanlarının donanımı gözden geçirilmelidir	1	3	3	Teknik servis merkezi / Kurulum ekibi		
22.5.	Acil durumda kurtarma hizmetlerinin kaza yerine geç gelmesi	2	4	8	<ul style="list-style-type: none"> -Acil çağrısı yapabilmek için cep telefonunu hazır bulundurun - Alarm planında yol tarifi güncel ve net tutularak kurtarma ekipleri için yol hızla tarif edilebilmelidir - Mümkünse kurtarma ekibine rüzgar santrali yolunda yardımcı olun 	1	4	4	Kurulum ekibi	X	

22.6.	Acil durumda kurtarma hizmetlerinin kaza yerine geç gelmesi	2	4	8	-Projelendirme departmanı üzerinden kurulum aşamasından önce kurtarma koordinasyon merkezine başvurup saha planlarını teslim edin - Alarm planındaki adres ve telefon numaralarının güncel ve doğru olup olmadığını kontrol edin	1	4	4	Kurulum Ekibi		X
23.2.	Makine parçalarındaki köşe ve kenarlardan dolayı yaralanmalar	3	3	9	-Tehlike bölgesine dikkatle girin - Montaj çalışmalarını doğrudan ve talimata uygun olarak yürütün ve dolayısıyla tehlike kaynaklarını ortadan kaldırın.	2	3	6	Kurulum Ekibi	X	
24.1.	Platformlardan aşağı düşen cisimler	5	3	15	-Platformları kaldırmadan önce platformlarda cisimlerin kalıp kalmadığını kontrol edin - Tehlike bölgesinde bulunmaktan kaçının - Baret takın	3	3	9	Kurulum Ekibi	X	
24.2.	Platformlarda burkulma, tökezleme, kayma, düşme	3	3	9	Etraftaki cisimleri uygun bir şekilde saklayın - Kalan tökezleme noktalarına işaret koyun - Güvenlik ayakkabısı kullanın	2	3	6	Kurulum Ekibi	X	
24.4.	Malzeme ve makine parçalarını naklederken ve takarken kaldırma ve taşıma	3	3	9	-Ağır cisimleri vinçle veya teleskopik yükleyiciyle hareket ettirin - Cisimleri birkaç kişi birlikte nakledin - Malzemeleri tek tek nakledin	2	3	6	Kurulum Ekibi	X	

25.1.	Kule segmentlerinin ve montaj parçalarının alınması, indirilmesi ve konumlandırılması sırasında ezilme / kesilme noktaları	3	5	15	-Telsiz cihazları kullanın - Asılı yüklerin altında durmayın veya çalışmayın veya mümkün olan en az süre kalın	2	5	10	Kurulum Ekibi	X	
25.2.	Kule segmentlerini hidrolik tork anahtarı ile vidalarken ezilme / kesilme yerleri	3	4	12	Sadece bilgilendirilmiş / eğitim almış personel hidrolik aletlerle çalışacaktır	2	4	8	Kurulum Ekibi	X	
26.1.	Kurulum çalışmalarında aşağı düşen cisimler	5	2	10	"Yetkisiz kişilerin girmesi yasaktır" levhasını yeterli bir mesafede kurun - Tehlike bölgesinde bulunmaktan kaçının - Baret takın	3	2	6	Kurulum Ekibi	X	
26.2.	Kurulum çalışmalarında aşağı düşen cisimler	3	3	9	"Yetkisiz kişilerin girmesi yasaktır" levhasını yeterli bir mesafede kurun - Levhaya "Uyarı yeleşti tak" emri simgesini ekleyin.	1	3	3	Kurulum Ekibi		X
26.3.	Kuledeki platformlarda burkulma, tökezleme, kayma, düşme vb.	2	3	6	-Koruyucu ayakkabı giyin -Zeminde yağ vb. bulaşık olmamasına dikkat edin.	1	3	3	Kurulum Ekibi	X	
26.4.	İlk kule segmentini karşılariken düşme	4	4	16	Kule segmentini sadece güvenli bir noktadan yönlendirin (örn. merdiven veya çalışma sepeti)	3	4	12	Kurulum Ekibi		x
26.5.	Diğer kule segmentlerini takarken platformdan düşme	5	5	25	-Düşmeye karşı kişisel güvenlik teçhizatı kullanın - Kablo açıklığı kapağını kapalı tutun	2	5	10	Kurulum Ekibi		x
27.1.	Yıldırım çarpması	3	5	15	-Hava durumu raporlarını takip edin - Boran yaklaşıyorsa RET'i / çalışma sepetini zamanında terk edin	1	5	5	Kurulum Ekibi	x	

28.1.	Kule flanşı bağlantılarını temizlerken tozları soluma durumu	3	2	6	-Rüzgarın geliş yönünü dikkate alın - Gerekirse solunum koruması kullanın	2	2	4	Kurulum Ekibi	X	
29.1.	Aşağıdaki ve yukarıdaki çalışanlar arasında gözle ve sesle bağlantı kuramama durumu	3	4	12	-İletişimi (örn. telsiz cihazlarıyla) sağlayarak yanlış anlaşılmaların önüne geçin - Düzenli aralıklarla iletişim kurarak acil durumları erkenden tespit etme ve tepki verme olanağını sağlayın	2	4	8	Kurulum Ekibi	x	
30.1.	Makine parçalarını takarken özellikle ellerin ve parmakların ezilme tehlikesi var	4	3	12	Yardımcı gereçler kullanın	3	3	9	Kurulum ekibi	X	
31.1.	Ön montajda uygun olmayan duruş pozisyonu nedeniyle düşme tehlikesi	2	5	10	Sadece güvenli duruş yerlerinden (örn. merdiven veya çalışma sepeti) çalışmaları gerçekleştirin	1	5	5	Kurulum ekibi		X
32.1.	Makine dairesinden malzemeyi yeniden yüklerken taşıma	4	3	12	Ağır parçalar, örneğin dişli saplamaları ayrı bir palette gönderilerek malzemenin yeniden yüklenmesi gereği önlenir.	3	3	9	Kurulum ekibi		X
33.1.	Makine parçalarını kurarken ve takarken ezilme tehlikesi var	5	5	25	-Telsiz cihazları kullanın - Sadece izin verilen yük bağlama gereçlerini kullanın - Sadece eğitim / bilgi almış personel yükleme işlemine katılabilir - Yükleri kaldırırken iş arkadaşlarınızı zamanında uyarın ve bölgeyi kontrol edin	3	5	15	Servis merkezi/ Kurulum ekibi	X	

34.1.	Çelik kuleden makine dairesine geçerken düşme	2	5	10	-Çalışanların eğitilmesi - Sadece kontrol edilmiş ve ruhsat verilmiş emniyet gereçlerini (geri sarmalı düşme önleyici cihaz) kullanın	1	5	5	Kurulum Ekibi		X
34.2.	Jeneratör ve göbek karşılanırken düşme	2	5	10	-Çalışanların eğitilmesi - Sadece kontrol edilmiş ve ruhsat verilmiş emniyet gereçlerini (geri sarmalı düşme önleyici cihaz) kullanın	1	5	5	Kurulum Ekibi	x	
35.1.	Çalışma sepetiyle hareket ederken arızalı parçalar nedeniyle düşme	2	5	10	-Kullanmadan önce çalışma sepetini gözle muayeneden ve işlerlik kontrolünden geçirin. -Yıllık olarak yetkili uzman kişiye kontrol ettirin	1	5	5	Bölge yöneticisi /Teknik servis merkezi /Kurulum ekibi		X
35.2.	Çalışma sepetinden düşme	2	5	10	-Düşmeye karşı kişisel güvenlik teçhizatı kullanın - Sadece kontrol edilmiş ve ruhsat verilmiş emniyet gereçlerini (geri sarmalı düşme önleyici cihaz) kullanın	1	5	5	Kurulum ekibi		X
35.3.	Rüzgar nedeniyle çalışma sepetinin kuvvetle salınması.	2	5	10	-Rüzgar durumunu dikkate alın. -Hava durumu raporlarını takip edin. - Vinci, rüzgar doğrudan platforma vurmuyacak şekilde döndürün. - Üreticinin sağladığı bilgileri dikkate alın.	1	5	5	Kurulum ekibi	X	

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmalar sonucunda görölmüştür ki Rüzgar Enerji Sektörü büyümekte olan bir sektördür. Fakat sektörde İş Sağlığı ve Güvenliği çalışmaları yetersizdir ve haliyle bu konuda bilimsel çalışma yapmak isteyen şahışlar içim kaynak sıkıntısı mevcuttur. şirketler yaşanan bazı iş kazalarını gizleyebilmekte, kazaların bir kısmı kayıt dışı kalmaktadır. Gerek ölkemizde gerek diğer ölkelerde rüzgar enerji sektörü ekonomik anlamda ilerleme kaydederken insan ve çevre sağlığı konuları arka planda kalmaktadır.

Ölkelerin rüzgar türbini sayısını arttırma, türbin alanlarını genişletme şeklinde ilerleyen politikaları sebebiyle yapılan çalışmalar türbin tasarımlarını geliştirme odaklıdır. İnsan ve çevre sağlığını dikkate alan çalışmaların sayısı ve kapsamı yetersiz kalmaktadır.

Çalışanlar eğitimli ve deneyimli olmalarına rağmen iş baskısı, çalışma sürelerinin dengesiz olması, sosyal ve ekonomik yönden tatminsizlik gibi birçok gerçekte yüzleşmek zorunda kalınmaktadır. Haliyle tüm bu eksiler kazaları da beraberinde getirmektedir. Sektör ile ilgili global çapta denetimi sağlayacak şekilde standart kurallar uygulanmaya başlanmalı ve ölkemiz de bu kurallara uyum sağlamalıdır. İş Sağlığı ve Güvenliğinin uygulanabilirliği ve sürekliliği ile ilgili daha iyileştirici ve yaptırım gücü yüksek çalışmalara ağırlık verilmelidir. Aksi takdirde sektör büyürken sektörde çalışan işçileri yaşam kalitesi düşecek ve sağlık tehlikeleri artacaktır. Bunun yanında geri döndürülemez çevresel etkilerin oluşması da mümkündür.

OSHA tarafından rüzgar türbinlerinde yapılacak çalışmalarla ilgili İş Sağlığı ve Güvenliği alanında özel yönetmelikler ve kurallar belirlenmiştir. Fakat Türkiye’de bu konuda yayınlanmış kanun, yönetmelik vb. bulunmamaktadır. Ölkemizde kabul edilen yönetmelikler daha çok genel çalışma alanlarıyla kısıtlı kalmaktadır. Rüzgar türbininde yapılan işlerle ilgili İş Sağlığı ve Güvenliği adına bir yönetmeliğimiz bulunmamaktadır. Bu da sektördeki tehlike ve riskelere karşı net kurallar belirlenememesine olanak sağlamaktadır. Bu sebeple, yaşanan kaza ve olaylar karşısında kesin çözümler üretilememektedir.

Bu tez kapsamında hazırlanan risk analizinde kurulum aşamasındaki tehlike ve risklere değinilerek çözüm metodları belirlenmiştir. Bakım süreçleri risk analizinde irdelenmemiştir. Bu konuda çalışmalar yapılabilir.



KAYNAKLAR

- (1) **EWEA 2012 Annual Event** - The European Wind Energy Association
- (2) **Global Wind Report** - GWEC 2013
- (3) **CSI** - Renewable Energy Country Attractiveness Index 2011
- (4) **M. Ragheb**, Safety of Wind Systems, 2016
- (5) **6331** - İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 20/06/2012
- (6) **Kubilay Avlayıcı**, Adnan Menderes Üniversitesi, Didim Meslek Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği ders notları
- (7) **Özlem Özkılıç**, Bakanlık Teknik İş Müfettişi, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri
- (8) **Adem Korkmaz, Hüseyin Avsallı**, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Ağustos 2012, Sayı:26
- (9) **Zerrin Taç ALTUNTAŞOĞLU**, Elektrik Mühendisi, Kamu Yönetimi Yüksek Lisans, 2009/28/AB Direktifi ve Türk Mevzuatı ile Karşılaştırma,
- (10) <http://www.enerjiatlası.com/ruzgar/>
- (11) **Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu**, Ocak 2014
- (12) **Aliye Aybige Boztepe**, Risk Yönetimi Temelli Rüzgar Enerjisi Ekonomisi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010
- (13) <http://demirer.com.tr/santral/alize/cesme/index.html>
- (14) **Dağ ve Ovalar Eğitim ve Araştırma Merkezi (MAP ERC)**, Colorado Halk Sağlığı Okulu, Nisan 2011
- (15) **Science for Environment Policy**, Wind & Solar Energy And Nature Conservation, Aralık 2014
- (16) **French Environmental and Occupational Health Agency (AFSSET)**, Noisy Health Effects Produced By Wind Turbines Built By The Ministries Of Health And Environment, Mart 2008
- (17) **Loren D. Knopper, Christopher A. Ollson**, Health Effects And Wind Turbines: A Review Of The Literature, Kanada 2011
- (18) <http://ekoıq.com/enerji-cevre-surdurulebilirlik-diialog-cercevesinde-ruzgarin-getirdikleri/>
- (19) **Hürriyet Gazetesi**, Gündem, Ege'de Res'tleşme, 27.12.2015
- (20) **Dr. Christopher Hanning**, Wind Turbine Noise, Sleep And Health, Sleep Disturbance And Wind Turbine Noise, Kasım 2010

- (21) **Robert D. O’Neal , Robert D. Hellweg Jr., Richard M. Lampeter**, Low frequency noise and infrasound from wind turbines, Ocak 2011
- (22) **MMI Engineering**, Study and development of a methodology for the estimation of the risk and harm to persons from wind turbines, 2013
- (23) **Chia Chen Ciang**, Jung-Ryul Lee And Hyung-Joon Bang, Structural Health Monitoring For A Wind Turbine System: A Review Of Damage Detection Methods, Department Of Aerospace Engineering, Chonbuk National University, Centre Of Industrial Technology, 04/03/2008
- (24) **IFC (International Finance Corporation)**, Environmental, Health, and Safety Guidelines for Wind Energy, Şubat 2015
- (25) <http://www.ep-scotland.org.uk/events/?date1=all>
- (26) **World Council For Nature**, Kasım 2011
- (27) **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı**, Rüzgar Enerjisi Yenilenebilir Enerji Kapasitelerinin Tahsisine İlişkin Şartname, 13/04/2017
- (28) **Karayolları Trafik Yönetmeliği**, 18/07/1997 Tarihli Resmi Gazete
- (29) **Mesleki Yeterlilik Kurumu Kanunu**, 21/09/2006 Tarihli Resmi Gazete
- (30) **Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik**, 02/07/2013 Tarihli Resmi Gazete
- (31) **Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği**, 05/10/2013 Tarihli Resmi Gazete
- (32) **Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik**, 28/07/2013 Tarihli Resmi Gazete
- (33) **İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği**, 11/02/2004 Tarihli Resmi Gazete
- (34) **Harun Urul**, İş Müfettişi Yardımcısı, Yapı İşyerlerinde Kullanılan Vinçlerle Yapılan Çalışmalarda Alınması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri, İstanbul 2013
- (35) **İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik**, 18.06.2013 Tarihli Yönetmelik
- (36) <https://www.osha.gov/dep/greenjobs/windenergy.html>
- (37) **CWIF - Caithness Windfarm Information Forum**, Accidents in year, 31/04/2017
- (38) **Metropolitan Engineering, Consulting & Forensics (MECF)**, ABD
- (39) **Summary of Wind Turbine Full Accident and Incident data** to 31 May 2017, CWIF

- (40) **Windpower Monthly**: Wind power business, technology & policy
- (41) <http://www.epaw.org/multimedia.php?lang=en&article=a19>
- (42) <http://www.memurlar.net/haber/397362/balikesir-de-kisa-devre-yapan-ruzgar-turbini-yandi.html>
- (43) **Hürriyet Gazetesi**, Gündem, 06/11/2013
- (44) <http://www.reshaber.com/site/?sf=bldt&dl=tr&ky=165>
- (45) <http://www.reshaber.com/site/?sf=bldt&dl=&ky=460>
- (46) **Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu**, Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği, Ocak 2014
- (47) **Ömer Çelik, Doç. Dr. Zafer Utlu**, Rüzgar Enerji Santrallerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamaları, İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, Sayı 19
- (48) **Tolga Muratdağı**, Rüzgar Türbinlerinin Kurulum Ve Bakım Süreçlerindeki Risklerin Tespiti, Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerilerinin Sunulması, ÇSGB İş Sağlığı Ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, 2015
- (49) **Risk Değerlendirme Bülteni**, Hasar Servisi Ve Underwriterlar İçin Mühendislik Branşı Risk Ve Hasar Değerlendirmeleri, Sayı 2016/02
- (50) **Özlem Özkılıç**, ÇSGB Teknik İş Müfettişi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, 26/04/2012
- (51) **İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği**, 29/12/2012 Tarihli Resmi Gazete