

Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Bakımından Değerlendirilmesi

Erhan ÖZTÜRK¹, Hatice ŞİMŞEK², Şahin ALTUNTAŞ³

Öz

Geçmişten bugüne kadar rüzgâr gücünden farklı biçimlerde yararlanılmıştır. İlk olarak tahılların öğütülmesi için kullanılmaya başlanan rüzgâr enerjisi günümüzde elektriğin üretilmesi için kullanılmaktadır. Rüzgâr, 1980'li yıllardan sonra Avrupa ve Amerika'da rüzgâr gücü teknolojisinin daha da geliştirilmesi ile yoğun biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Fosil yakıtların sebep olduğu çevre kirlilikleri ve bu yakıtların sınırlı kaynak olmaları, insanoğlunu alternatif kaynaklar aramaya yönlendirmiştir. Yenilebilir enerji kaynaklarının başında rüzgâr enerjisi gelmektedir. Rüzgâr enerjisi, sonsuz potansiyele sahip olduğundan pek çok ülkenin dikkatini çekmektedir. Başta Almanya ve Danimarka olmak üzere gelişmiş ülkelerin çoğu rüzgâr enerjisine yönelirken gelişmekte olan ülkelerde de rüzgâr enerjisine yönelim ve bu konuda ilgili çalışmalar başlamıştır. Rüzgâr enerjisi santrallerinde bulunan ya da santral haricinde gelecek tehlikelerin tespit edilmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine sebep olan etmenlerin ve tehlikelerden kaynaklanan riskler tespit edilmiş ve iş sağlığı ve güvenliği bakımından kabul edilebilir seviyeye indirilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Yenilenebilir Enerji, Rüzgâr Enerjisi,

Evaluation of Wind Power Plants in Terms of Occupational Health and Safety

Abstract

Wind power has been used in different ways from the past until today. Wind energy, which was first used to grind grains, is now used to generate electricity. Wind has been used extensively in Europe and America after the 1980s with the further development of wind power technology. Environmental pollution caused by fossil fuels and the fact that these fuels are limited resources have led human beings to seek alternative resources. Wind energy is the leading renewable energy source. Wind energy attracts the attention of many countries as it has infinite potential. While most of the developed countries, especially Germany and Denmark, have turned to wind energy, developing countries have started to tend towards wind energy and related studies on this issue have started. Determining the future dangers in wind power plants or outside the power plant, the factors that cause these dangers to turn into risks and the risks arising from the dangers have been determined and recommendations have been made to reduce them to an acceptable level in terms of occupational health and safety.

Keywords: Occupational Health and Safety, Renewable Energy, Wind Energy.

1. GİRİŞ

Fosil yakıtların sınırlı bir kaynak olması ve çevreyi kirlletici nitelikte atıklar bırakıyor olmalarından dolayı yeni enerji kaynaklarına gereksinim duyulmuştur. Söz konusu bu yeni

¹ Otomotiv Teknolojisi Bölümü, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul

² Makine Resim Konstrüksiyon Bölümü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

³ Elektronik Teknolojisi Bölümü, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul

*İlgili yazar / Corresponding author: erhanozturk@aydin.edu.tr

enerji kaynakları; güneş, rüzgâr, biyomas, jeotermal, su gücü, deniz dalgası ve gel-git enerjisidir.

Rüzgâr enerji santralleri, sürdürülebilir ve sera gazı emisyonu olmayan endüstriyel kuruluşlardır. Avrupa Birliği, fosil yakıt ve nükleer enerjiden uzaklaşır iken rüzgâr enerjisi adına yaptığı yatırımları giderek arttırmaktadır. Rüzgâr enerjisinin sektör büyümesinde, finansal güven, teknoloji, idari ve kamu desteğinin yanında farkındalık da etkili olmaktadır (Çelik ve Utlu, 2015: 57).

Bugün çalışmakta olan çeşitli rüzgâr türbinleri vardır. En yaygın cihaz yatay eksenli rüzgâr türbinidir. Bu türbin, düzenleme amacıyla genellikle uzun eksenleri etrafında yuvarlanabilen, sadece birkaç aerodinamik olarak optimize edilmiş rotor kanadından oluşur (Pitch düzenleme). Düzenlemenin daha ucuz bir yolu, bıçakların, bıçaklar boyunca akan havanın belirli bir hızda türbülansa gireceği şekilde tasarlanmasıdır (Stall-Regulasyon). Bu türbinler, 10 kW ile bazı MW arasında değişen bir güç sağlayabilir. Avrupa pazarındaki en büyük türbin 8 MW gücündedir, daha büyük makineler şu anda test edilmektedir. Bu tür verimli türbinler bu nedenle, sadece şanzımanı ve jeneratörü küçük ve ucuz tutmak için "yüksek hızlı motorlara" ihtiyaç duyan elektrik üretimi için kullanılır (Wagner, 2017: 44721).

Diğer bir geleneksel (eski) tip yatay eksenli rotor, çok kademeli rüzgâr türbinidir. İlk önce yaklaşık yüz yıl önce inşa edildi. Bu tür rüzgâr değirmenleri yüksek mekanik su pompalarını çalıştırmak için onları uygun kılan başlangıç torku. Dönme sayısı düşüktür ve bıçaklar kolay bir geometriye sahip basit tabakalardan yapılıdır. Su pompalamak için rotasyon düzenleyici bir sistem gerekli değildir, ancak türbini fırtına hasarına karşı korumak için kurulan mekanik bir güvenlik sistemidir. Rotor, rüzgâr yönünde bir rüzgâr levhası kullanılarak, rüzgâr yönünde döndürülür. Dönme sayısını artırmak için, bu tür türbin, elektrik üretimini kolaylaştıran aerodinamik olarak daha verimli bıçaklarla donatılmıştır (Wagner, 2017: 44721).

Bu "yavaş hızlı türbinlerin" mekanik stabilitesi çok yüksektir, bazılarında elli yıldan fazla çalışma süreleri vardır.

Üçüncü tür bir türbin, dikey eksenli bir yapı olan DARRIEUS olarak bilinir. Avantajları, rüzgârın yönüne bağlı olmamalarıdır. Başlamak için motor olarak çalışan bir jeneratörün veya dikey eksenin üstüne monte edilmiş olan bir SAVONIUS rotorun yardımına ihtiyaç duyar. Seksenlerde, California'da makul sayıda DARRIEUS-türbin kuruldu, ancak daha yüksek güç aralığında ve Avrupa pazarlarında daha fazla genişleme gerçekleşmedi. Bunun bir nedeni yatay eksenli türbinlerden daha gürültülü olmaları olabilir. Diğer bir dezavantaj, rüzgâr hızının yükseklikle önemli ölçüde artması ve kulelerdeki yatay eksenli tekerlekleri daha ekonomik hale getirmesidir (Ender, 2016: 22). Bununla birlikte, DARRIEUS-türbinleri üreten bazı şirketler halen bulunmaktadır.

Savonius rotoru yalnızca araştırma faaliyetleri için kullanılır; özellikle rüzgâr hızı için bir ölçüm cihazı olarak, güç üretimi için kullanılmaz. Ele alınacak son teknik Up-Stream-Power-Station veya termal kule olarak bilinir. Prensipte, bir rüzgâr türbini ve bir güneş kolektörü arasında bir karışım olarak kabul edilebilir. Dar bir kulenin tepesinde, yükselen ılık hava ile tahrik edilen dikey eksende bir rüzgâr çarkı bulunur. Kulenin ayağı etrafına monte edilmiş bir güneş kolektörü havayı ısıtır. Kolektörün tasarımı basittir; şeffaf plastik bir folyo, kulenin etrafındaki dairede zemine birkaç metreye sabitlenir. Bu nedenle, istasyonun çok fazla alanı ve kule çok yüksek olmalı. Böyle bir sistem çok düşük bir verime sahiptir, sadece yüzde bir kadar. Dünya çapında sadece bir adet Up-Stream-Power-Station yapıldı (Wagner, 2017: 22721).

Şimdiye kadar bir Alman şirketi tarafından tasarlandı. Bazı yıllar boyunca İspanya'daki Manzarenas bölgesinde tatmin edici bir şekilde çalıştı, ancak seksenlerin ortalarında kötü hava tarafından imha olmuştur (Ender, 2016: 23).

Bu istasyon 20 kW'lık bir elektrik gücüne sahipti, kule yaklaşık 200 m yükseklikte ve kollektör yaklaşık olarak aynı boyutta bir çapa sahipti. Avustralya'da 200 MW'lık elektriksel performansa sahip ikinci bir Up-StreamPower- İstasyonu planlandı, ancak bugüne kadar gerçekleşmedi. Kule yüksekliği yaklaşık 1000 m, toplayıcı alanın çapı yaklaşık 7000 m olmalıdır. Yeni bir Up-Stream-Power-Station sistemi yapılmamıştır (Wagner, 2017: 22722).

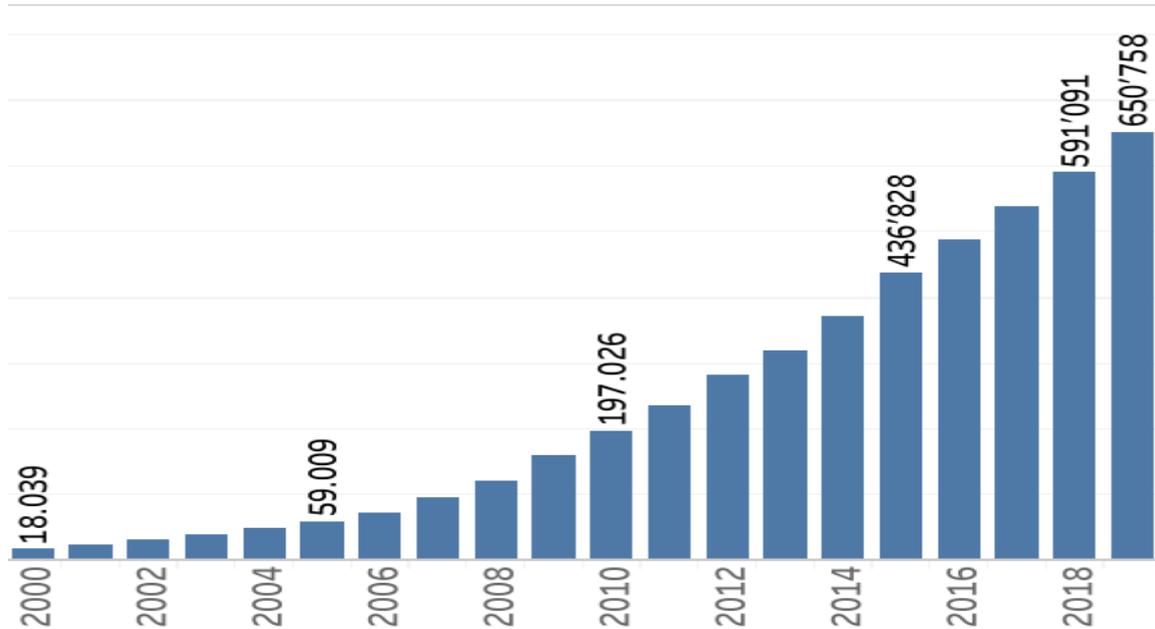
2. RÜZGÂR ENERJİSİ

Rüzgâr enerjisi ana kaynağını güneşten alır. Güneş Dünya'nın bir tarafında hava, toprak ve suyu ısıtırken Dünya'nın diğer tarafı soğumaktadır. Günü birlik oluşan soğumalar ve ısınmalar gün boyu Dünya'nın çevresinde devam etmektedir. Ekvator bölgeleri kutba nazaran çok daha fazla bir şekilde güneş depo etmektedir. Ekvatorlarda ısınan hava yükseldikten sonra kutplara gider, soğumuş hava ise ağırlaşır geri dönmektedir. Hava 300 kuzey enleminde yığılma eğiliminde olur. Bunun sonucu olarak bu bölgede basınç yüksek ve iklim ılımandır. Bazı hava kütleleri bu yüksek basınç bölgesinin dışında güney doğuya doğru eser ve dünyanın dönmesinin oluşturduğu etki ile batıya sapar, böylelikle rüzgârlar oluşur (MGM, 2021)

2.1. Rüzgâr Enerjisinin Dünya'da ki Durumu

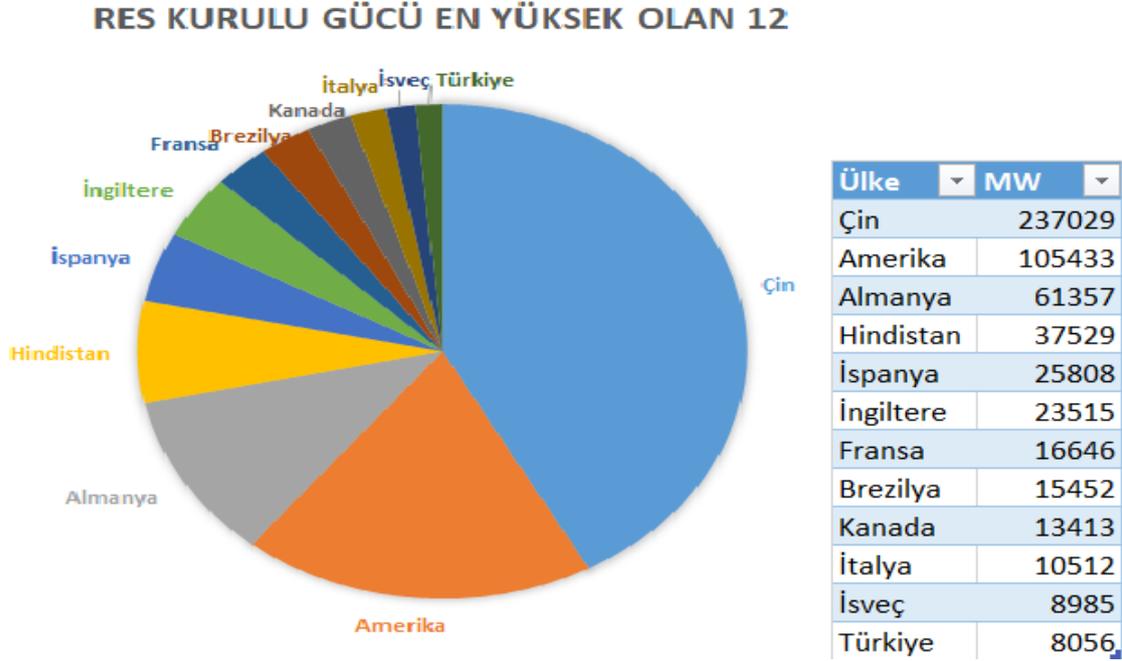
Dünya Rüzgâr Enerjisi Birliği (WWEA) raporuna göre, 2019'da rekor bir şekilde kapasitenin artmasıyla, Dünya'da ki kurulu rüzgâr gücü 650,758 MW'a yükselmiştir. Elektrik üreten rüzgârı kullanan 86 ülke bulunur. Şekil 1'de 2020'ye kadar olan Dünya'da ki toplam kurulu rüzgâr gücü kapasitesindeki değişim görülüyor.

GWEC tarafından yayınlanan istatistiki raporlara göre, 2019'da rüzgâr enerjilerine yatırımı yapan ilk sıradaki 5 ülke Çin, Amerika, Almanya, Hindistan ve Brezilya'dır.



Şekil 1: Dünyadaki kurulu rüzgâr gücü (MW)

2019 sonu itibariyle Dünya’da ki en büyük kurulu güce sahip olan ülkelerse sırayla Çin, Amerika, Almanya, Hindistan ve İspanya’dır (WWEA, 2020).



Şekil 2: 2019 yılı Kümülatif RES kurulu gücü en yüksek olan 12 ülke

GWEC tarafından yapılan yeni analiz, önümüzdeki beş yıl içinde küresel olarak rüzgâr enerjisi sektörü için 3,3 milyon yeni iş imkanının sağlayabileceğini gösteriyor.

Hâlihazırda kurulu 751 GW’lık rüzgâr enerjisi kapasitesiyle rüzgâr endüstrisi, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (International Energy Agency / IEA)’ya göre bugüne kadar küresel olarak yaklaşık 1,2 milyon iş imkânı yarattı. Dünyanın önde gelen rüzgâr enerjisi ülkeleri, rüzgâr endüstrisinde yüz binlerce doğrudan işe ev sahipliği yapıyor. GWEC Market Intelligence tarafından yapılan küresel bir ankete göre 2020 itibarıyla Çin’de yaklaşık 550 bin, Brezilya’da 260 bin, ABD’de 115 bin ve Hindistan’da 63 bin rüzgâr enerjisi çalışanı bulunuyor (WWEA, 2020).

2.2. Rüzgâr Enerjisinin Türkiye’deki Durumu

1973'teki Petrol Krizi, enerji güvenliği konusunda ciddi bir endişe yarattı ve tüm dünyada yeni ve yenilenebilir kaynaklar hakkında yoğun kamuoyu tartışmalarına neden oldu. Her ne kadar petrol fiyatları 1980'lerin ortalarında düşse de, "enerji güvenliği" kavramı, petrol krizinin ardından ortaya çıkmıştır.

Enerji güvenliği ve kaynak çeşitliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji sektörüne girmesini sağlamıştır. 1990'lı yıllarda çevre bilincinin ortaya çıkması, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini destekleyen başka bir olaydı. Bu yerel ve bölgesel ve küresel düzeyde çevre ve doğal kaynaklardaki farkındalık, geleneksel enerji üretim ve tüketiminin yarattığı olumsuz etkilerin anlaşılmasına yol açtı. Ayrıca, atmosferik kirletici emisyonu üretmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının “temiz enerjiler” olarak algılanması ve desteklenmesine yol açmıştır.

Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili ve 7200 km’lik bir sahil şeridine sahip, toprakları için ise Türkiye, ülkeye ortalama 1100 metre yükseklik sağlayan sayısız dağlık arsa oluşumuna sahiptir. Bu coğrafi konum ve peyzaj Türkiye’ye önemli rüzgâr enerjisi potansiyeli

sağlamaktadır. Bu nedenle, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte, rüzgâr enerjisi zengin potansiyeli ve beklenen iyi verimi ile öne çıkmıştır. Rekabetçi fiyatlarla rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi elde edilir.

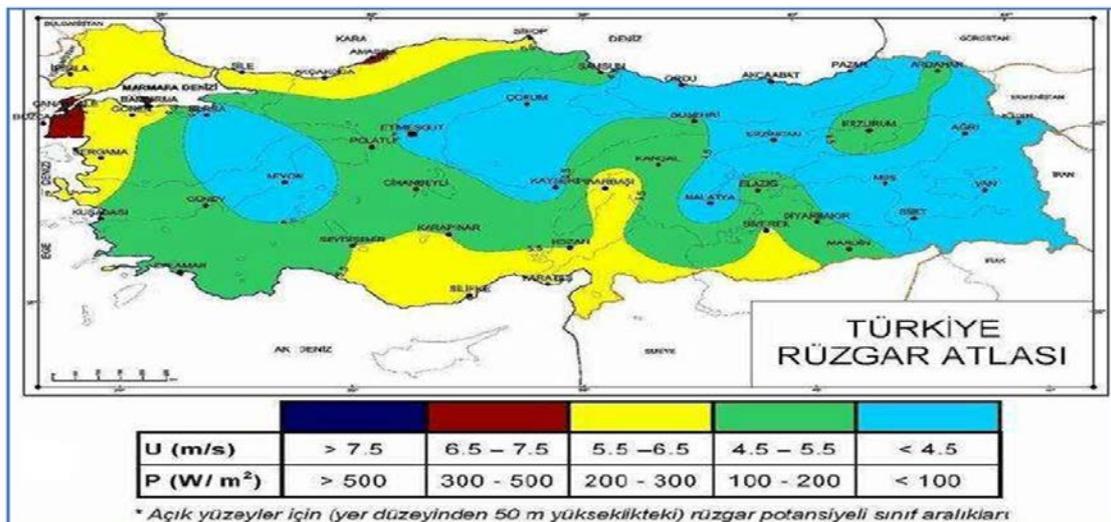
Tüm bunları göz önünde bulundurarak, dünyanın birçok yerinde geleneksel üretim yöntemleri ile rüzgâr enerjisi sektöründeki fırsatları ve potansiyeli belirlemeye yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Son teknolojik gelişmeler ve destek mekanizmaları ve yeni teşvikler sayesinde dünyanın her yerinde hızla büyümüşür. Sonuç olarak, rüzgâr enerjisinin elektrik üretimindeki payı sürekli artmıştır.

Aşağıdaki Şekil 3'de Türkiye'de ki rüzgâr enerjisi kurulu gücünün yıllar içindeki artışı görülmektedir. 2019 yılı Temmuz ayı itibari ile rüzgâr enerjisinde kurulu güç 7615 MW'a ulaşmıştır(TUREB, 2020).



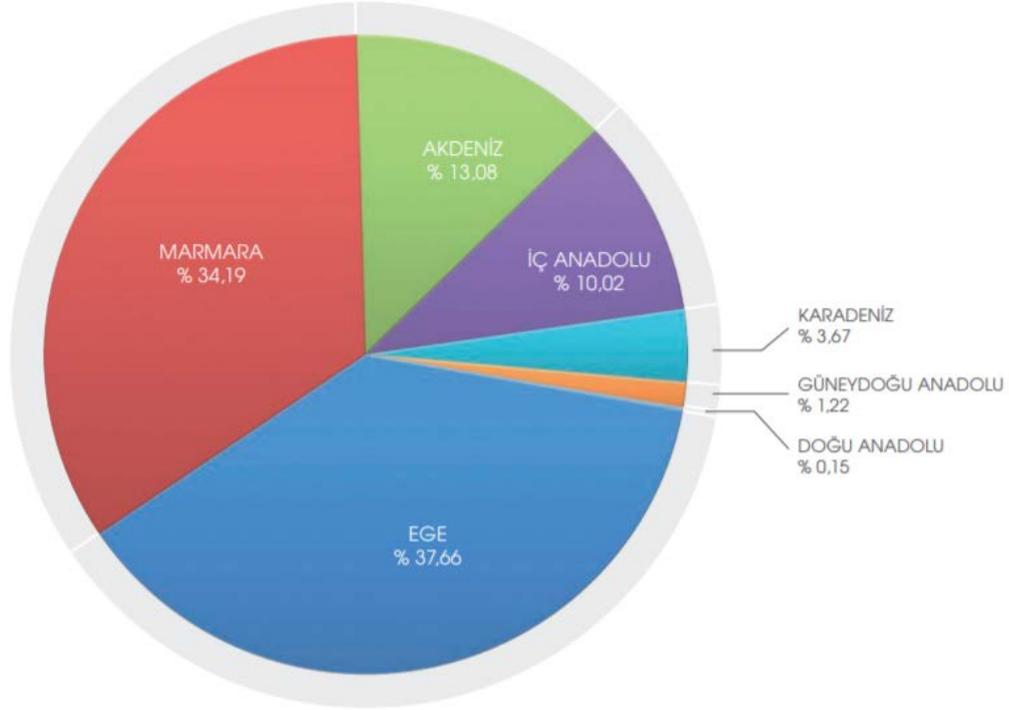
Şekil 3: Türkiye Rüzgâr Enerji Santrallerinin Kurulu güç bakımından yıllara göre değişimi.(TUREB, 2020)

Yukarıdaki tabloya baktığımızda gün geçtikçe insanoğlu doğal enerji kaynağının önemi ve yararını daha iyi anlamaktadır. Bu yüzden gerçekleşmiş gelişmelerden de görüldüğü gibi 2008'den itibaren yenilenebilir rüzgâr enerjileri kullanımları ülkede her geçen yıl düzenli bir şekilde artmaktadır.



Şekil 4: Türkiye Rüzgâr Atlası (MGM, 2019)

Türkiye' nin sahip olduğu rüzgâr enerji potansiyeli 48000 MW değerindedir. 2019 yılı rüzgâr enerjisi kurulu gücü 7615 MW'dır. Bu verilere göre rüzgâr enerji potansiyelinin yalnızca %15,8 kadarından faydalanılmaktadır. Ayrıca ülkemizde 183 adet işletme halinde olan rüzgâr enerji santrali ve 17 adet inşa halinde olan rüzgâr enerji santrali bulunmaktadır. Şekil 5'de rüzgâr enerji santrallerinin bölgelere göre dağılımı incelenmektedir (TUREB, 2020).



Şekil 5: İşletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin bölgelere göre dağılımı (TUREB, 2020)

Daha önceki rüzgâr ölçümleri, Ulusal Meteoroloji Enstitüsü tarafından hava tahmini ve iklimsel amaçlar için yapılmıştı ve ölçümler genellikle yaşam ve tarım alanlarındaki rüzgâr potansiyelini yansıtıyordu. Bu nedenle eldeki herhangi bir istatistiksel veri rüzgâr enerjisi potansiyeli açısından yardımcı olmamıştır. 1983 yılında, Elektrik Enerjisi Kaynakları Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) rüzgâr enerjisi sektöründe Ar-Ge (Araştırma ve Geliştirme) projelerini başlattı ve 1970 ve 1980 yılları arasında DMI tarafından elde edilen rüzgâr hızı ve yönünün istatistiksel verilerinden, ortalama rüzgâr gücünün tahmininde faydalandı. Tüm Türkiye'de yoğunluk ve rüzgâr hızı, daha sonra, 1990'da EİE tarafından rüzgâr ölçümleri görevi üstlenildi ve ardından rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü, rüzgâr enerjisi santrallerinin montajı için yüksek potansiyele sahip alanlarda ölçülmeye başlandı (Öner vd., 2016: 46).

Dolayısıyla, Vizyon 2023 kapsamında, hükümet yenilenebilir kaynakların kullanılması konusundaki hedefini revize etti ve Türkiye'nin uzun vadeli hedefi şu andaki tüm teknik potansiyelinden yararlanmaktır. Rüzgâr enerjisi, bu nedenle hedef, 2023 yılına kadar 20.000 MW rüzgâr enerjisi kullanımı (açık deniz rüzgâr enerjisi olanaklarının analizi) için revize edilmiştir (Kılıç ve Urgan, 2016). Bununla birlikte, 2015 yılı için bir kilometre taşı 10.000 MW kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi gerçekleştirilememiştir ve 5.000 MW civarında olan gerçek değer çok geride kalmıştır. Ancak son yıllardaki büyümenin % 25 civarında olduğu ve bu hızda devam ettiği varsayılarak, 2023 yılına kadar 20.000 MW hedefine ulaşmak hala mümkün gözükmemektedir (Öner vd. 2016: 47).

Enerji ve Tabii Kaynak Bakanlığı'nın verisine göre Türkiye'nin 50 m. deniz rüzgâr gücü potansiyeli 17.393,20 MW için toplam rüzgâr gücü potansiyeli 131.756,40 MW'tır (Tablo 1, Tablo 2).

Tablo 1 Türkiye Toplam Rüzgâr Gücü Potansiyeli (50 m) (TUREB, 2020)

| Rüzgâr Sınıfı | Rüzgâr gücü (W/m ²) | Rüzgâr Hızı (m/s) | Toplam potansiyel (MW) |
|---------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|
| 3 | 300-400 | 6,5 – 7,0 | 83.906,96 |
| 4 | 400-500 | 7,0 – 7,5 | 29.259,36 |
| 5 | 500-600 | 7,5 – 8,0 | 12.994,32 |
| 6 | 600-800 | 8,0 – 9,0 | 5.399,92 |
| 7 | >800 | > 9,0 | 195,84 |
| Toplam | | | 131.756,40 MW |

Tablo 2 Türkiye Deniz Rüzgâr Gücü Potansiyeli (50m) (TUREB, 2020)

| Rüzgâr Sınıfı | Rüzgâr gücü (W/m ²) | Rüzgâr Hızı (m/s) | Toplam potansiyel (MW) |
|---------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|
| 3 | 300-400 | 6,5 – 7,0 | 6.929,92 |
| 4 | 400-500 | 7,0-7,5 | 5.133,20 |
| 5 | 500-600 | 7,5-8,0 | 3.444,80 |
| 6 | 600-800 | 8,0-9,0 | 1.742,56 |
| 7 | >800 | >9,0 | 142,72 |
| Toplam | | | 17.393,20 MW |

Sonuç olarak, Türkiye'nin Vizyon 2023 rüzgâr enerjisi hedeflerine ulaşmak için her yıl yaklaşık 2,5 milyar ABD doları yatırım yapması gerekmektedir. Türkiye, büyük projelere ulaşmak ve ulaşılmaması zor hedeflere ulaşma konusundaki kabiliyetini ve gücünü göstermiştir. Sonuç olarak, Vizyon 2023'ün rüzgâr enerjisine yönelik hedefinin Türkiye ölçeğinde bir ülke için karşılanması zor, ancak hem zaman hem de uygulanabilirlik açısından teorik olarak hala mümkün. Ancak, Türkiye bu görevi bazı sübvansiyonları, bağışları ve teşvikleri uygulayarak ve yerel oyuncuları piyasaya girmeye teşvik etmenin ve onlara yol göstermesini teşvik ederek kolaylaştırabilir.

3. RÜZGÂR ENERJİSİ VE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatında Rüzgâr Enerjisi Sektörü

20 Haziran 2012 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kabul edilmiş ve 30 Haziran 2012 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu esasları ile çalışanların iş yerlerindeki sağlığı ve güvenliği temin altına alınmaya çalışılmaktadır. Bu kanuni esasa göre işveren ve çalışanların hak ve yükümlülükleri düzenlenmektedir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kamu ve özel sektöre bağlı işyerlerindeki işverenler, işverenlerin vekilleri, çalışanlar, stajyer ve asistan konumundaki kişilerin mertebelerine bakılmadan, herkese uygulanmaktadır (İş Sağlığı ve Güvenliği, 2012).

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, ilgili yönetmelikleri ve tebliğleri gereği, rüzgâr enerji santralleri, elektrik enerjisi üretimi olarak tanımlanan 35.11.19 NACE kodlu çok tehlikeli

sınıf işyeri kapsamındadır. İşverenler çalışanların iş sağlığı ve güvenliği için tehlikeli görevleri üstlenen çalışanları için bir takım faaliyetler düzenlemektedir. Ayda en az 40 dakika A sınıfı İş Güvenliği Uzmanı tarafından işyeri hekimi ve diğer sağlık personelinin görev, yetki, sorumluluk ve eğitimleri hakkında eğitimler verilmektedir. Ayrıca 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 (İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri, 2012).

Avrupa Birliği mevzuatındaki rüzgâr enerji sektörü ile alakalı 2009/28/EC sayılı Yenilenebilir Enerji Direktifi dışında rüzgâr enerjisi ile alakalı belli bir yasal düzenlemenin olmadığı gözlemlenmektedir. Yenilenebilir Enerji Direktifi sayesinde çevresel koşullara duyarlı ve sürdürülebilir enerji bakımından yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi amaçlanmaktadır. Bu direktifin temelinde yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin kullanımının yaygınlaştırılması ve Avrupa Birliği üyesi ülkelerinde yenilenebilir enerji üretimi hususunda belli hedefleri yerine getirmesi zorunlu gele getirilmektedir (Avrupa Birliği içinde yenilenebilir enerji kullanım,2009).

3.2. Rüzgâr Türbinlerinde Çalışmak İçin Asgari Şartlar ve Temel Riskler Nelerdir?

Bir işyerinde çalışanlarda incelenen asgari şartlar, iş hususundaki temel risklerin önüne geçilmesi bakımından önemsenmektedir. Uzman, donanımlı ve eğitilmiş çalışanların iş yerlerinde daha bilinçli hareket ettiği ve işe hâkim olmasından ötürü riskleri azalttığı gözlemlenmektedir. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları rüzgâr enerjisi sektöründeki çalışma koşullarını incelediğinde, sevkiyat aşamasında tehlike ve risklerin olduğu fark edilmektedir. Bu bağlamda rüzgâr türbinlerinin parçalarının büyük olması ve bu parçaları taşıyan tırların trafikteki diğer araçlar ile çarpışma ihtimali, rüzgâr enerjisi sektörü kapsamında iş sağlığı ve güvenliğini tehdit eden temel risklerdendir. Bu yüzden rüzgâr türbinlerinin sevkiyatının trafiğin olmadığı saatlerde ve genellikle geceleri koruma aracı ile yapılması uygun bulunmaktadır. Ayrıca sevkiyatı taşıyan sürücülerin standart karayolları trafik kurallarına uyması ve işveren tarafından hazırlanan sevkiyat talimatlarını birebir yerine getirmesi gerekmektedir. Kazaların önüne geçilmesi için uzun süre araç kullanılmaması talep edilmektedir.

Sevkiyatı yapan sürücülerin tek vardiyada 8 saati geçmeyecek şekilde ve saat başı 15 dakikalık molalar ile sürüşü tamamlaması, sürüş esnasında telefon ya da diğer dikkat dağıtıcı unsurlardan uzak durması; iş sağlığı ve güvenliği kapsamında sürücülerin uyması gereken prosedürlere dendir. Sevkiyatta herhangi bir sorun yaşanmaması için öncesinde bir seyir planının oluşturulması ve oluşabilecek durumlar için acil eylem planının hazırlanarak, tatbikatının yapılması gerekmektedir. Sevkiyatı yapılacak türbinlerin yük araçlarına sağlam ve devrilmeyecek şekilde bağlanmasından sonra sevkiyat sürecine başlanmaktadır.

Rüzgâr enerji sektöründe çalışma aşamasına geçilmeden önce personellerin eğitilmiş ve donanımlı olmasına dikkat edilmektedir. Küresel firmaların kendilerinin belirlediği standartlar ve zorunlu eğitimler bulunmaktadır. Türkiye’de de Mesleki Yeterlilik Kurumu, riskli ve tehlikeli işlerde çalışanlar için mesleki yeterlilik belgesini zorunlu kılmıştır. Türkiye’deki rüzgâr enerjisi sektörü incelendiğinde rüzgâr türbinini kurma işleminin genellikle yabancı firmalar tarafından yapıldığı, bu firmalarında kurulum, onarım ve bakım işlemlerinde Türk firmaları ile ortaklaşa çalıştıkları gözlemlenmektedir. Yabancı firmaların kendi bünyelerinde belirlediği standart prosedürlere, Türk firmalarının da uyması zorunludur.

Rüzgâr türbinlerinde çalışabilmek için personellerin “Yüksekte Çalışabilir Raporu” na sahip olması gerekmektedir. Bütün personelin İlk Yardım, Abseiling Eğitimi ve Kurtarma Eğitim sertifikalarına sahip olması ve bunu da süresi geçtiğinde güncellemesi zorunlu tutulmaktadır. Türbin kapsamındaki faaliyetlerin en az iki personel tarafından yapılması ve bu personellerinde eğitilmiş, uzman elektrikçiler olması gerekmektedir. Rüzgâr türbininde

çalışanların işyerlerinde uyması gereken koşullar ve yasaklar bulunmaktadır. Sigara, alkol ve zararlı madde kullanımı ve rüzgâr türbini içerisinde bulundurulması yasaktır. Ayrıca dönen ve sabit akşamlara takılma riskinden dolayı takı ve süs eşyasının kullanımı da yasaktır. Personellerin kule içerisinde zorunlu olarak taşınması gereken bir takım eşyalar bulunmaktadır. Yüksekten düşmeyi engelleyen ekipmanlar, eldiven ve zaruri durumlarda kulak tıkacı veya kulaklık, yüz siperliği, maske, tam kapalı gözlükler, kimyasal malzemelere karşı koruyucu eldiven, iş tulumu gibi eşyaların çalışanlar tarafından taşınması denetlenmektedir. Çalışanların sağlığının korunması için baret kullanımı zorunlu tutulmakta ve bu baretle çene kayışının olması, bu kayışında daima bağlı olması gerekmektedir. Her personelin ekipmanı kendisine aittir ve değiş-tokuş yapılması söz konusu olmadığından, personellerin kendilerine ait emniyet kemeri ve düşmeden koruyucu ekipmanları yanında taşınması zorunlu hale getirilmelidir. Bu yüzden de ekipmanlar kişilere zimmetlenmektedir. Rüzgâr türbinlerinde çalışırken kullanılması gereken asgari ekipmanlar; baret, iş güvenliği ayakkabısı, reflektörlü kıyafet, baret üzerine monte edilen baş aydınlatması, iş güvenliği gözlüğü ve eldivendir.

Yüksekten düşmeyi önleyici kişisel koruyucu ekipmanlar; Paraşüt tipi emniyet kemeri, HACA (Kuleye tırmanışta kullanılacak merdiven üzerinde bulunan ray sistemine bağlanmaya yarar), şok emici emniyet kemeri halatı (çift kancalı), ayarlanabilen tutunma halatı olmalıdır. Rüzgâr türbinine tırmanmanın gerekli olduğu faaliyetlerde yüksekten düşmeyi önleyici kişisel koruyucu ekipmanlar ile yapılmasına onay verilmelidir. Ancak kişisel koruyucu ekipmanlarda eksikler varsa veya tırmanma sisteminde bir hasar durumu oluşmuş ise kuleye çıkış işleminin yapılmaması ve yetkili personele haber verilmesi gerekmektedir. Bunun dışında her faaliyet öncesi yüksekten düşmeyi önleyici kişisel koruyucu ekipmanların kontrolü ve hasarlı ekipmanların değiştirilmesi zorunlu hale getirilmelidir.

Kule asansörlerinde personelin emniyet kemeri takması zorunludur. Asansörlerde bir arıza meydana geldiğinde ilk olarak Şantiye Sorumlusuna haber verilmekte ve arıza düzeltilene kadar asansörün kullanılmaması için uyarı işaretleri konulmaktadır. Asansörleri ikiden fazla kişinin kullanılması yasaklanmış olup, asansör içerisinde belirlenen güvenli bağlantı noktalarına kendilerini bağlamaları gerekmektedir.

Kuleye tırmanmadan önce personeller taşıyacağı cep telefonu ve el aletleri gibi eşyalarını düşmeden önlemek için emniyete almalıdır. Taşınması ağır aletlerin tırmanma sürecinde alınması yasaktır. Bunun haricinde kişisel yaralanmaya neden olacak tornavida ya da açık bıçakların taşınması yasaklanmaktadır. Merdiven ile platforma geçiş durumlarında düşme riski yüksek olduğu için emniyet kemeri sürekli sağlam şekilde takılmalıdır.

Kule içindeki çalışma bölgelerinin sürekli temiz tutulması ve aşağıya düşme riski olan malzemelerin kenarda bırakılmadan, kapalı kutularda tutulmalıdır. Telsiz veya cep telefonu gibi iletişim cihazlarının kule içerisindeki personeller tarafından daima yanında taşınmalı ve bu cihazlar sürekli açık olmalıdır. Kuledeki tırmanma işlemlerinden önce iş güvenliği bakımından temizliği kontrol edilir ve tırmanma esnasında ayakkabının altından hiçbir parça düşmemesi için temizlenmektedir. Kule içerisinde gürültü ve sesi yüksek görevlerde bulunan personellerin kulaklık ve kulak tıkacı takması önerilmektedir. Bazı zamanlarda tırmanma sistemlerinde buzlanma meydana gelmektedir, bu durumlarda kuleye tırmanışın iptal edilmesi gerekmektedir. Kuleye tırmanış süreçlerinde rüzgâr hızına dikkat edilmekte ve tırmanış öncesi hesaplanan rüzgâr hızına göre tırmanma işlemine ya onay verilir ya da tırmanma iptal edilir.

Rüzgâr türbinlerinde bütün platform ağızları işlemler bittikten sonrası kapatılmalıdır. Nacelle kapsamında yapılan faaliyetlerde eğer çatı açık ise personelin kendi güvenliği için emniyet kemeri kancası ile bağlanması ve hareket etmesi durumunda iki kanca ile yürütmesi

sağlanmaktadır. Ancak nacelle üzerinde buzlanma var ise kuleye tırmanma ve yaklaşmak tehlikeli gözükmemektedir.

Rüzgâr türbinlerinin kurulum aşamasında kaldırma işlemleri sıklıkla yapılmaktadır. Kaldırma işlemlerinden önce vinçleri belli zaman aralıklarında düzenli olarak kontrollerinin yapılmış olması ve kaldırma süpervizörü tarafından bütün ekipmanların kontrolünün tamamlanması gerekmektedir. Kaldırma süpervizörü dışında vinç operatörü de her hafta aracın kontrollerini yapmalıdır. Kaldırma işleminde önce zeminin taşıma kapasitesi ölçülmektedir ve buna göre vincin konumu belirlenmektedir. Ayrıca kaldırmanın etki kalanı kapatılarak, yetkili olmayan çalışanlar alandan çıkarılmaktadır. Yükü yönlendirme operasyonunda çalışanların yüke yaklaşması engellenmeli ve yükün dengede tutulması için minimum iki tane kılavuz halat kullanılmalıdır. Kaldırma işlemlerinde sapanıcı, işaretçi ve kaldırma süpervizörü gibi eğitilmiş personeller görev almaktadır. Kurulum süreci genellikle dar ve kapalı alanlarda gerçekleştiği için personelleri maske, kulaklık gibi ekipmanları kullanmaktadır. Örneğin torklama işlemlerinde ses 85 Db üstüne çıktığı için türbin içindeki ses yankısı, çalışanların kulaklarını olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden ergonomik olmayan çalışma koşullarında personeller dönüşümlü ve kısa süreli çalışma saatlerine göre çalışmalıdır. Bunun dışında sıcak hava koşullarına dikkat edilerek, iş ortamındaki oksijen seviyesi düzenli ölçülmelidir. Kapalı çalışma alanlarında öncelik ekipmanların korunması değil, personellerin sağlığının güvence altına alınmasıdır. Bu bağlamda Acil Durum Eylem Planları ile iş sağlığı ve güvenliği hususundaki esaslar belirlenmektedir.

Rüzgâr türbinlerinde çalışmanın en önemli riski yüksekte düşmektedir. Düşme ihtimaline karşın her yerde tam gövde emniyet kemeri etkin olarak kullanılmalı ve yüksekte çalışan her personel bu çalışma ile ilgili eğitilmiş ve yetkin olmalıdır. Herhangi bir işe başlamadan ve ekipmanların kullanımından önce kişisel koruyucu ekipmanlar çalışanlar tarafından gözde kontrol edilmeli ve işveren tarafından da bu ekipmanların teminatı düzenli olarak sağlanmalı, sıkça denetlenmelidir. Tırmanma işleminde görev alan bütün çalışanların her aşamada bağlı olması ve düşme ihtimaline karşı askıda kalabilmesi sağlanmalıdır. Yapılan işin özelliğine göre rüzgâr hızı önceden ölçülüp, çalışmaya engel olabilecek sınırı aşan rüzgâr hızının olması durumunda işlemlerin iptal edilmesi gerekmektedir. Fırtına, kar, yağmur gibi kötü hava koşullarında kule üzerinde ve içerisinde çalışma yapılması tehlike arz etmektedir.

Kazı aşamasında elektrikle ilgili çalışmalara başlamadan önce kurum ve bakım ile ilgili tüm tedbirler alınmalı ve bu konuda donanımlı ve tecrübeli personellere sorumluluklar devredilmelidir. Gerçekleştirilen her iş kalemine göre ayrı bir talimat hazırlanmalı ve bu talimatların dışında personellerin hareket etmesi yasaklanmalıdır. İzolasyon halıları, topraklamalar kontrol edilmeli, standart dışı, modifiye edilmiş alet ve ekipmanlar kullanılmamalı hatta çalışma sahası içinde dahi bulundurulmamalıdır. Tehlikeli enerjinin devre dışı bırakılması için üzerinde çalışılan donanımın izolasyonunun yapılması zorunlu olmalıdır.

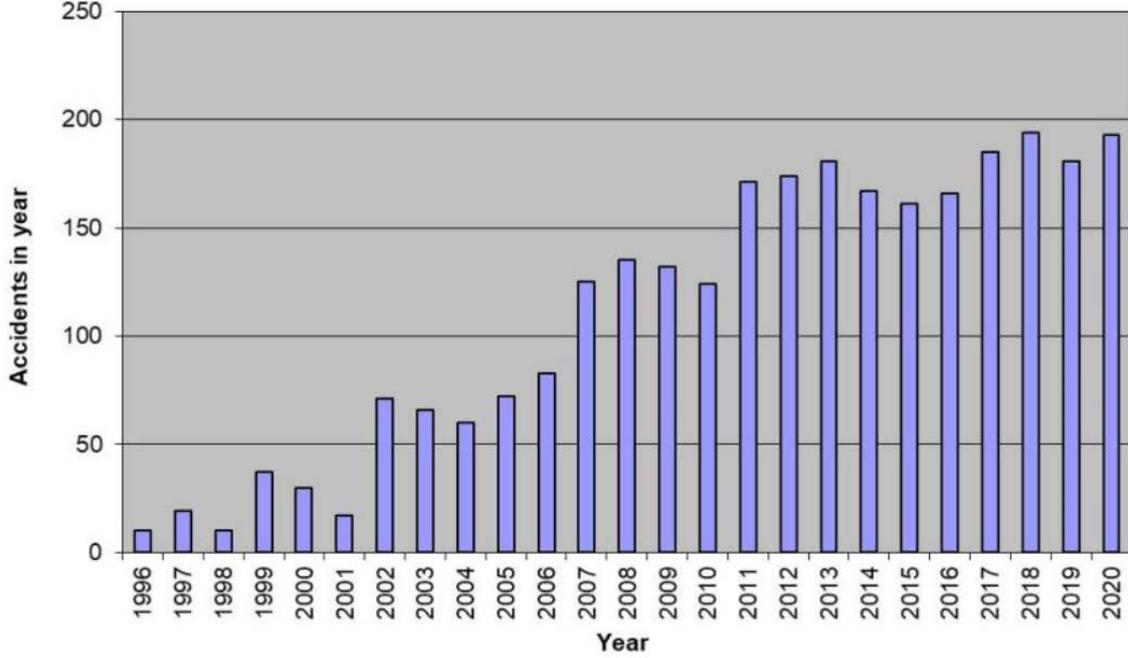
Kimyasal ekipmanlar için ayrı bir depo alanları kurulmalı ve MSDS(Malzeme Güvenlik Bilgi Formları) bütün çalışanların görebileceği yerlere asılmalıdır. Genel iş düzeni kapsamında ise her yüzey ve alan kontrol edilerek, düşme takılıp düşme ihtimaline karşı malzemelerin çalışma alanından uzaklaştırılması, sahanın temizlik düzen kurallarına uygun hale getirilmesi gerekmektedir.

Buzlanma ve kayganlık nedenlerinden ötürü hava koşullarına dikkat edilmektedir. Rüzgâr türbinlerinde çeşitli birimlerde çalışan personellerin çalışma saatleri ve mola süreleri bir prosedüre göre düzenlenmelidir. Kule üzerindeki işlemlerde çalışanların merkez ile sürekli iletişim halinde olması gereklidir, çünkü acil durumlarda yardım sevkiyatının hızlı halde olması için iletişime ihtiyaç duyulmaktadır. Türbin santrallerine ulaşımın olabilmesi için

önceden yolların inşa edilmesi ve acil durumlarda sağlık araçlarının gelebileceği şekilde güzergâhların oluşturulması, buna göre sürekli bu yolların kontrol edilmesi gerekmektedir.

3.3. Rüzgâr Türbinlerinde Global Çapta Kayıtlara Geçmiş Kaza ve Olaylar

Rüzgâr türbinlerinde çalışanların koşullarından ötürü ciddi yaralanmalara ve bazen ölümlü sonuçlanan tehlikelere maruz kaldığı görülmektedir. Rüzgâr enerjisi sektöründe elektrik çarpması, yüksek düşme ya da yangınlardan dolayı ciddi yanıklar ve ezilmeden kaynaklı yaralanmalar meydana gelmektedir.



Şekil 6: 31 Mart 2021'ye kadar olan kaza oranları (Dünya'daki tüm kazalar), (CWIF, 2021).

İngiltere'de kurulan Caithness Wind Farms (CWIF) adlı kuruluş, dünya çapında çapta rüzgâr türbinlerinde meydana gelen kaza ve olayları incelemektedir. CWIF, tarafsız ilkesi ile halk tarafından finanse edilmektedir ve rüzgâr enerji sektöründeki koşulların insan ve çevre sağlığına etkilerini incelemektedir. Bu incelemeler neticesinde pek çok yayımlanan haber, makale ve röportaj bulunmaktadır (CWIF, 2021).

Yıllara göre kaza sayılarına, aşağıdaki çizelgelerde daha net bir şekilde değinilmiştir.

Tablo 3 Yıllara Göre Dünya' daki Kaza Sayıları

| Yıllar | 2000 Öncesi | 2000-2005 | 2006-2010 | 2011-2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | *2021 |
|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|------|------|-------|
| Sayılar | 109 | 316 | 599 | 854 | 166 | 185 | 194 | 181 | 194 | 42 |

*31 Mart 2021' e kadar

Toplam kaza sayısı: 2840

Ölümcül kazaların sayısı: 155

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

Ölüm ile neticelenen iş kazalarının meydana geliş biçimleri farklılık göstermektedir. Örneğin; OSHA verilerine göre, 11 Kasım 2005 tarihinde, bir işçi ve iki iş arkadaşı yerden yaklaşık

60.96 m. yükseklikte bir rüzgâr türbininde, motor tertibatındaki kırık bir civatayı sökme işinde iken, civatayı oksijen-asetilen alev ile ısıttıkları sırada yangın çıkmıştır. 1 numaralı işçi, merdiven giriş alanından uzakta, motorun arka tarafına çekilmiştir. İki işçi kuleye inebildiklerinde, 1 numaralı işçi yerden yaklaşık 60.96 m. yükseklikten düşerek yaşamını yitirmiştir.

Yine, OSHA verilerine göre, 17 Haziran 1992'de saat 11.40'da, bir işçi rüzgâr 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.

Yaralanmayla sonuçlanan kazaların sayısı: 185

185 kaza sırasında, 220 rüzgâr endüstrisi veya inşaat / bakım işçisi yaralandı ve rüzgâr endüstrisine doğrudan bağımlı olmayan 79 halk üyesi veya işçi (örneğin itfaiyeciler, nakliye işçileri) de yaralandı. Halkın yaralandığı bu yaralanmalardan sekizi Birleşik Krallık 'taydı.

İnsan sağlığı vakaları: 191

2012 yılından bu yana, insan sağlığı olayları ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler dâhil edilmiştir. Bunlar daha önce "çeşitli" adı altında dosyalanmıştı, ancak CWIF bunların kendilerine ait bir kategoriye hak ettiklerine inanıyor. Olaylar, türbin gürültüsü, gölge titreşimi, vb. Nedenli hastalıklar ve etkilerle ilgili raporları içerir. Bu tür raporların, türbinlerin giderek daha fazla onaylanması ve insanların evlerine yakın, uygun olmayan yerlerde inşa edilmesi nedeniyle önemli ölçüde artacağı tahmin edilmektedir (CWIF, 2021).

Kanat arızası: 467

Rüzgâr türbinleri ile ilgili vakalar incelendiğinde sıklıkla kanat arızasından kaynaklı tehlikeli olayların olduğu fark edilmektedir. Bıçak arızası neticesinde türbinlerden bıçakların parçalanması ve parçaların etrafa saçılması riski bulunmaktadır. Bununla ilgili 370 tane vaka tespit edilmiştir ve bıçak parçalarının 1 mil kadar savrulduğu bile belgelenmiştir. Örneğin Almanya'da bıçakların insanların yaşadıkları binaların çatısına düştüğü görülmüştür. Bundan dolayı CWIF, rüzgâr türbinlerinin yerleşim alanlarının minimum 2km uzağına inşa edilmesini savunmaktadır. Böylelikle kamu güvenliği, gürültü ve gölgeli titreşim mevzusunda insanların rahatsızlıkları giderilmiş olmaktadır.

Yangın sayısı: 409

Rüzgâr türbinlerindeki olaylarda ikinci sırada yangın kazaları yer almaktadır. Alevler pek çok nedenden meydana gelmektedir ve bazı türbin modelleri ateşe daha az dayanıklıdır. Bundan kaynaklı olarak 409 yangın meydana gelmiştir.

Global çapta rüzgâr enerjisi sektöründe meydana gelen en çok ölümlü iş kazaları 2013 yılında Çin'de gerçekleşmiştir. Dünya genelinde 2013 yılındaki toplam 12 ölümlü iş kazasının 8'i Çin'de olmuştur ve 2011 yılındaki 11 ölümlü iş kazalarının 8'ide Çin'de meydana gelmiştir.

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.

Çin dışındaki kazalar, Kuzey Denizi'ndeki iki deniz üstü projesine dâhildir. 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.

3.4. Türkiye'de Kayıtlara Geçmiş İş Kazaları

Türkiye'de pek çok sektörde olduğu gibi rüzgâr enerji sektörü ile ilgili meydana gelen kazaların kayıt altına alınmasında ciddi sorunlar bulunmaktadır. Bunun nedeni kazaların bildirilmemesi ve bu yüzden kayıtlara geçilmemesidir. Kaza ve olayların kayıta geçmemesi, bu vakaların önüne geçilmesi ya da iyileştirici faaliyetlerin gerçekleştirilmesini de engellemektedir.

Şubat 2019 tarihine kadar kayıt altına alınan kaza sayısı dokuzdur ve bazıları aşağıdaki gibidir:



Şekil 7: Susurluk' da ki rüzgâr türbininde meydana gelen yangın.

Yukarıdaki şekilde görülen Balıkesir Susurluk hattında yer alan rüzgâr türbininde kısa devre sonucu yangın çıkmıştır. Çevre sakinlerinin ihbarı ile Orman Bölge Müdürlüğü ve Balıkesir İtfaiyesi tarafından yangın söndürülmüş, herhangi bir can kaybı yaşanmamış ancak toprak arazilerinde zararlar görülmüştür (İHA, 2013 17 Ağustos).



Şekil 8: Afyonkarahisar meydana gelen kaza.

Yukarıdaki şekilde rüzgâr türbinin kanadının sevkiyatı sürecinde tır üstünde taşınan rüzgâr türbin kanadı yolcu otobüsünün camına girmiş ve bu vakada can kaybı ve yaralanma yaşanmamıştır. Otobüste hasarlar meydana gelmiştir (AA, 2013, 7 Kasım).

Balıkesir ilinin Havutçu mahallesindeki rüzgâr hızı ölçümlerini yapabilmek için rüzgâr türbini kurulmuştur. Bu rüzgâr türbininde meydana gelen arızalanmayı onaracak iki kişinin hız sensörlerinin yıkılmasından dolayı demirlerin altında kalması; çalışanlardan birinin hayatını kaybetmesine, diğerinin ise pek çok kemiğinin kırılarak ağır yaralanmasına neden olmuştur.



Şekil 9: 2016 yılında Hatay' da meydana gelen iş kazası.

Yukarıdaki şekilde Hatay ili Belen Ötençay mevkiinde yer alan rüzgâr türbininde meydana gelen yangınında can kaybı olmamıştır. Ancak yangının hangi sebep ile çıktığı bulunamamıştır. İtfaiye tarafından söndürülen yangın, çevredeki zeytinliklere sıçraması engellenmiştir (8.Gün Haber, 2016,27 Ekim).



Şekil 10: Hatay'ın Yayladağı ilçesinde meydana gelen yangın

Hatay'ın Yayladağı ilçesinde, özel bir şirkete ait rüzgâr türbininde yangın çıktı. İlçeye bağlı Şenoba Mahallesi'nde, elektrik üretmek üzere faaliyet gösteren rüzgâr türbinlerinden birinde henüz bilinmeyen bir nedenle dumanlar yükselmeye başladı. Yetkililer tarafından bölgenin elektriği kesildi. Yangının kendiliğinden sönmesi beklendi. Herhangi bir can kaybı veya yaralanma olmadı (AA, 2019, 30 Ocak).



Şekil 11: İzmir Aliağa'da parçalanan rüzgâr türbini

İzmir'in Aliağa ilçesi Kültür Mahallesi Haraççı bahçe mevkiinde, özel bir şirkete ait olan rüzgâr enerjisi santralinde yer alan türbinlerden bir tanesinde kaza meydana geldi! Meydana gelen olayda, santralde yer alan türbinlerden bir tanesinin kanadının pervane göbeğinden koparak çevreye savruldu. Kanat parçaları, kopmanın etkisiyle yaklaşık 500 metre çaplı alana dağıldı. Kanat, parçalandıktan sonra gövdede yüke dayanamadı ve rüzgâr türbini kullanamaz hale geldi (İHA, 2019, 4 Şubat)

4. SONUÇ

Global çapta sanayileşme ve dünya genelindeki nüfus artışı ile birlikte insanoğlunun enerji gereksinimi artmıştır. Fosil yakıtların gelecek yıllarda tükenme olasılığı ve bu kaynakların çevrede yarattığı tahribatların rahatsızlık vermesi neticesinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim gerçekleşmiştir. Ülkemizde de tercih edilen rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji kaynağı türleri bakımından dünyanın pek çok ülkesinde tercih edilmekte ve buna göre rüzgâr enerji sektörü gelişmektedir.

Rüzgâr gücünden enerji elde edilmesi, çok eski dönemlerde başlamıştır. İlk olarak yelkenli gemiler ve yel değirmenleri ile rüzgâr gücünden yararlanılmıştır. Sonrasında tahıl, su pompalama ve ağaçların kesilmesinde rüzgâr gücü kullanılmıştır. Fosil yakıtlardan enerji üretiminde atmosfere sera gazı yayılmakta ve çevreye hava ve su kirliliği bırakmaktadır. Ancak rüzgâr gücünden edinilen enerjide atmosfere zararlı gazlar salınmaz ve su kirliliği yaşanmaz, sadece pervanelerinden kaynaklı ses ve gürültü kirliliği meydana gelmektedir.

Rüzgâr enerjisi sektöründe meydana gelen iş kazaları genellikle bıçak arızası, yapısal arıza, taşımacılık ya da kanat arızasından ötürü meydana gelmektedir. Bazı zamanlarda bakım ve onarımın düzenli yapılmamasından ötürü kısa devreler meydana gelmekte ve bundan dolayı yangınlar ortaya çıkmaktadır.

Rüzgâr enerji santrallerinde çalışacak kişilerin eğitilmiş ve donanımlı olması talep edilmektedir. Çalışma koşullarından ötürü çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini tehdit ve riske atan durumlar bulunmaktadır. Bu kapsamda rüzgâr enerji santralleri yerleşim alanlarının dışında olduğu için ulaşımı zordur. Türbin kanat yüksekliği yaklaşık 65m olduğu için hava koşullarının zorluğu ve yüksekte çalışmanın getirdiği riskler çalışanların sağlığı açısından önemli risklerdendir. Türbin motorunun bulunduğu kısım oldukça dar bir alana sahiptir. Bu da kapalı, dar ve ergonomik olmayan çalışma koşulları anlamına gelmektedir. Bu tip çalışma ortamları çalışanların kas-iskelet sisteminde bozukluklara sebep olabilmektedir. Aynı zamanda rüzgâr türbinlerinden elde edilen enerjinin, elektrik enerjisine dönüşümü ve dağıtımı elektrikli işlerde iş sağlığı ve güvenliği konularında son derece dikkatli olunması, yönetmeliklerin ve kanunların titizlikle incelenip, çalışma şartlarının sürekli iyileştirme gerektiği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

ÇELİK, Ö. ve UTLU, Z. (2015). Rüzgâr Enerji Santrallerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, Sayı: 19, ss.57-64.

KILIÇ, R. and URGUN, N. (2016), The Effects of the Turn Towards Renewable Energy Resources in Turkey on Country Economy and Its Contributions in Reducing Turkey's Foreign Dependence On Energy. Dumlupınar University Journal of Social Sciences. 47, p.148-166.

ÖNER, İ. O., YEŞİLYURT, M. K., ÖMEROĞLU, G. ve YILMAZ, E. Ç. (2016), Wind Energy: Potential, Policies and Status in Turkey, International Journal of Engineering Research & Science (IJOER) ISSN: [2395-6992] 2 (12).

EKOLOJİST, (2017), Dünya Enerji Birliği'ndeki İlk Beş Sıra, <http://ekolojist.net/dunya-enerji-birliğindeki-ilk-bes-sira/>, 13.12.2018.

GWEC,(2020).“GlobalWindStatistics”(http://www.gwec.net/wpcontent/uploads/2015/02/GWE C_GlobalWindStats2014_FINAL_10.2.2015.pdf, Erişim Tarihi: 10.05.2021).

KAVUN, E. (2018). Türkiye’de Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmaların İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (MGM) (2021). <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/mevsimlik-tahmin.aspx?a=3>. Erişim Tarihi: 01.05.2021.

CWIF, (2021). <http://www.caithnesswindfarms.co.uk/AccidentStatistics.htm>
Erişim Tarihi: 18.05.2021

ÖZTÜRK, U. (2018). Küçük Ölçekli Rüzgâr Türbinlerinin Yerleşim Alanlarında Kullanımın Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü.

T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma Ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, (2012). Türkiye Kuş Hareketliliği Haritaları. <http://www.ormansu.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 16.01.2019.

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği, (Tureb) (2020). <https://www.tureb.com.tr/>. Erişim Tarihi: 09.05.2021.

WAGNER, H. J. (2017), Introduction to wind energy systems, EPJ Web of Conferences 148, 00011, Ruhr-University Bochum, Energy Systems and Energy Economics P.O. Box 102148, 44721, Bochum, Germany.

WINDS. (2001). <http://library.thinkquest.org>. Erişim Tarihi: 12.12.2018.

World Wind Energy Association, (WWEA) (2021). <https://wwindea.org/>. Erişim Tarihi: 16.01.2021.

Yeni Şafak, (2017), Sivas rüzgâr ekip enerji biçecek, 19 Kasım 2017. <https://www.yenisafak.com/ekonomi/sivas-ruzgar-ekip-enerji-bicecek-2831204> Erişim Tarihi: 27.04.2021.

İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Resmi Gazete (Sayı:28339) (30.06.2012), Kanun no:6331,

İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik.

(2012, 29 Aralık). Resmî Gazete (Sayı: 28512).

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16923&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
Erişim Tarihi: 01.05.2021

2009/28 / EC, Avrupa Birliği içinde yenilenebilir enerji kullanım seviyelerini zorunlu kılan bir Avrupa Birliği direktifi. (2009, 23 Nisan).

İHA, (2013 17 Ağustos). Balıkesir’de Kısa Devre Yapan Rüzgâr Türbini Yandı.

<https://www.haberercis.com.tr/asayis/balikesirde-kisa-devre-yapan-ruzgar-turbini-yandi-h20377.html>

Erişim Tarihi: 05.05.2021

AA, (2013, 7 Kasım). Otobüse rüzgâr gülü çarptı. Milliyet.

<https://www.milliyet.com.tr/gundem/otobuse-ruzg-r-gulu-carpti-1788337> Erişim Tarihi: 05.05.2021

8.Gün Haber, (2016, 27 Ekim). Rüzgâr Türbini Yandı.

<https://www.8gunhaber.com/haber/25218/ruzgar-turbini-yandi.html> Erişim Tarihi: 12.05.2021

AA, (2019, 30 Ocak). Hatay'da Rüzgar Türbininde Yangın. <https://www.haberler.com/hatay-da-ruzgar-turbininde-yangin->. Erişim Tarihi: 14.05.2021

İHA, (2019, 4 Şubat). İzmirdeki Rüzgar Enerji Santralinde Kaza Meydana Geldi. <https://www.enerjiportali.com/izmirdeki-ruzgar-enerjisi-santralinde-kaza-meydana-geldi/> Erişim Tarihi:16.05.2020