



**ERANET-LAC:
KÜÇÜK RÜZGAR
TÜRBİNLERİ OPTİMİZASYON
VE MARKET PROMOSYONU PROJESİ**

Ferhat Bingöl¹, Felix Avia Aranda², Carolina Garcia Barquero², Luis Arribas², LuisCano Santa Barbara², Jose Ignacio Cruz Cruz², Javier De la Cruz Soto³, Martín Draper⁴, Salim Cenk Elmacı¹, Alexeis Fernandez⁵, Oscar Izquierdo Monge², Timo Karlsson⁶, Juan Pablo Duzdevich⁷, Enrique Soria Lascorz², Lorand Szabo⁸, Gabriel Usera⁴, Andrés Zappa⁷

¹ İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE

² Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, İSPANYA

³ Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, MEKSİKA

⁴ La Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, URUGUAY

⁵ Instituto Tecnológico de Santo Domingo, DOMİNİK CUMHURİYETİ

⁶ Teknologian tutkimuskeskus-VTT, FİNLANDİYA

⁷ Instituto Nacional de Tecnología Industrial, ARJANTİN

⁸ Lorand Szabo, Technical University of Cluj-Napoca, Department of Electrical Machines and Drives, ROMANYA

¹ ferhatbingol@iyte.edu.tr

ÖZET

Projesinin ana amacı küçük ve orta ölçekli rüzgar türbinlerinin ana şebekeden uzak noktalar ya da düşük kapasiteli şebeke bağlantıları olan noktalarda kullanımı için tanıtımının yapılması, bu şartlara uygunluğu için geliştirilmesi ve nihayetinde belirtilen şartlar uygulanabilir hale getirilmesidir. Bunu yaparken aynı zamanda yerel rüzgar yapısı ve altyapı olanaklarına uygun bir yol izlenmesi de hedeflenmektedir. 3 senelik projenin beklenen çıktıları şöyle özetlenebilir:

- Soğuk ve tropical iklimlere sahip noktalarda çalışabilen küçük türbin karakteristiklerini belirlemek ve ilk örnek geliştirmek
- Projeye üye ülkelerde küçük türbinleri tanıtmak, uygulanabilir hale getirmek ve yerel üretimi desteklemek
- Üye ülkelerde kullanılabilecek hızlı ve basit bir fizibilite yöntemi geliştirilerek küçük türbin yatırımlarının artmasını sağlamak
- Üye ülkeler arasında küçük türbinler konusunda ortak çalışma ve iletişim ağı oluşturabilmek ve projeden sonrada bu iletişimi canlı tutabilmek.

İspanya, Finlandiya, Türkiye, Meksika, Arjantin, Dominik Cumhuriyeti, Romanya ve Uruguay olmak üzere 8 araştırma kurumunun katılımı ile yürütülecektir.

1. GİRİŞ

Rüzgar Türbinleri 50kW ve benzeri büyüklüklerdeki ticari kapasiteden bugün açık denizlerde 9.4MW'lık[1] rüzgar türbinleri seviyesine ulaşmıştır ve bu gelişme 30 sene gibi kısa bir sürede sağlanmıştır [2,3]. Ülkemizde kurulu kapasite 5GW'a yaklaşmakta ve 2030 hedefi olarak 20GW hedeflenmektedir [4]. Türbin kapasiteleri (i) Mikro 5kW'dan küçük (ii) Küçük 50kW ila 1MW arası ve (iii) büyük 1MW ve üstü olarak gruplandırılabilir. Bu kapasite artışının benzer paralel gelişmeleri dünyanın tüm ülkelerinde hissedilmektedir. Kurulu küçük türbinlerin istatistikî verilerine ve buna bağlı öngörülere bakıldığında 2014 yılında yaklaşık 750MW olan kurulu küçük rüzgar türbin kapasitenin 2020 yılına kadar 1750MW kurulu güce çıkması beklenmektedir [5]. Bu yeni üretilecek 4000 adet 250kW ya da 20000 adet 50kW yeni küçük türbinin üretilip 6 sene içinde satılmasının öngörüldüğü anlamına gelir ki, bu çaplı bir üretim maliyetleri düşürerek daha da fazla talebe yol açabilir.

Özellikle, rüzgar enerjilerinde tam kapasitesine ulaşmamış Türkiye gibi ülkeler bu konuda ARGE ve yerli üretim çalışmalarına hız vermek istemektedir. Türkiye Cumhuriyeti 2016 senesinde yerli üretimi destekleyecek ve üretimi arttıracak önlemlerini duyurmuş ve bu tüm pazarda yerli üretim konusunda ön çalışmaların başlamasına sebep olmuştur. Yerli üretimde başarılı olunabilecek bir konuda küçük rüzgar türbinleridir. 1990'lı yıllardan beri üretilen bu türbinler bahsi geçen büyüme sonrasında küçük türbin kategorisinde değerlendirilmeye başlanmış ve bir çoğu 30 seneyi aşkın bir süredir üretilmektedir. Bu türbinlerin tasarım aşamasındaki hatalar bu 30 sene içersinde defalarca yapılan güncellemelerle asgari azami bakım azami üretim konusunda iyi bir orantıya getirmiştir. Örneğin, Almanya, Hollanda ve Danimarka gibi ülkelerde 20 seneyi aşkındır çalışan ve neredeyse sadece dişli kutusu bakımıyla hayatını devam ettirebilecek kadar optimizasyonları yapılmış türbin teknolojileri mevcuttur[6,7,8,9]. Ancak, tüm bu gelişmişliğe karşın dikkat edilmesi gereken husus tüm bu gelişimlerin dünyanın kısıtlı bir bölümü için yapıldığıdır. En basit örnekle Hollanda, Almanya ve Danimarka gibi düz arazileri çok olan yerlerde kullanılan bu küçük türbinler Türkiye, Arjantin ya da benzeri coğrafi yapıya sahip ülkelerde kullanıldığı zaman aynı kapasitede çalışmamaktadırlar [10]. Tabii ki, bu engel sadece coğrafi yapıyla ilgili değil atmosferik koşullarla da alakalıdır [11]. Örneğin Karayib adalarında denizlerle çevrili olmaktan ötürü farklı ve çok yönlü rüzgar karakteristikleri görülmektedir. Bu örnekler arttırılabilir ancak bu iki örnekten de anlaşılacağı gibi küçük türbinlerin üretildikleri ve ilk tasarlandıkları yerden farklı yerlerde çalışmaları için bir adaptasyon ve optimasyon süreci gereklidir [12,13]. Ayrıca, küçük türbinlerin kullanıcıları genelde kar amacı güden ya da gütmeyen son kullanıcılar, uzak noktalarda şebekesiz ortamda yaşayanlar ya da mevcut şebekesi yeterli olmayıp bu şebekeye destek olmak isteyenlerdir [14].

Bu tür bir kullanım ihtiyacı durumunda küçük türbinlerin getiri ve götürüsünü hesaplamak ve hem üretilecek enerji için hem de türbinin finansmanı için ek uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir. Küçük bir türbinin üretim kapasitesinde yola çıkarak elde edilecek maddi getiri de küçüktür, oysaki bu getirinin hesaplanması istendiğinde alınacak mühendislik servisi oldukça büyük rakamlara ulaşabilmektedir. Dolayısıyla, son kullanıcı ve yatırımcının basit ancak gerçeklere yakın olarak bir fizibilite çalışmasına ihtiyacı vardır. Bu fizibilite çalışmasının yapılması ve ekonomik öngörülerin finansman desteği alınabilir hale getirilmesi için şu anda çok ucuz çözümler tüm dünya için yoktur. Bu vesileyle bir çok ülkede küçük türbinlerin daha fazla noktada kolayca kullanılabilmesi, fizibilite çalışmalarında ön hazırlık sürecinin hızlı bir şekilde aşılabilmesi ve halk tarafından kabülünü arttıracak çalışmalar yürütülmeye başlanmıştır [15,16].

2016 yılında kurulan ve bu makalede adı geçen araştırmacıların yer aldığı çalışma grubu 8 ülkeden uzmanları bir araya getirmiştir (Tablo 1). Çalışma grubunun amacı küçük türbinlerin kullanımı konusunda dünya çapında yapılabilecek çalışmaların ve eksikliklerin listelenmesi ve bunu takip eden ilgili bir destek çağrısına proje başvurusu yapmak olarak belirlenmiştir.

Tablo 1: Proje Ortakları

	Kuruluş	Ülke
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas	İspanya
VTT	Technical Research Centre of Finland Ltd	Finlandiya
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial	Arjantin
IYTE	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Türkiye
IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas	Meksika
INTEC	Instituto Tecnológico de Santo Domingo	Dom.Cum.
UTCN	Uni. Tehnica Cluj-Napoca, Dep. de Masini si Actionari Electricice	Romanya
UdelaR	Universidad de la República	Uruguay

Çalışma grubu 4 ana konuda küçük türbinlerin geliştirilebileceği konusunda ortak bir karara varmıştır. Bu başlıklar aşağıdaki gibi listelenebilir ve çalışma grubundaki ülkeler için geçerli eksikliklerdir.

- Yönetmelikler hızlı işletilebilir duruma getirilmesi gereklidir ve bu konuda ülkeler bazında yapılmış geniş çalışmalar yoktur.
- Türbin yatırımı yapmadan önce fizibilite çalışmalarının hızlı ve düşük belirsizlikte yapılabilmesi konusunda yapılmış çalışmalar vardır ancak bu çalışmalar katılımcı ülkelerin tümünü kapsamamakta ve/veya sağlaması yapılmamıştır
- Küçük türbinlerin bugüne kadar sıklıkla çalıştırılmadığı iki farklı doğa koşulu (çok yüksek ve çok düşük sıcaklık) için yapılmış tasarımlar mevcut değildir.
- Yerel standardizasyon kuruluşları ülkelerin doğa ve market yapısına göre yerel standardizasyonlar geliştirmemişlerdir.

Bu dört eksik göz önüne alınarak çalışma grubu Ekim 2016'da Avrupa Birliğinin (AB) ERANET fonu kapsamında ERANET-LAC (Network of the European Union, Latin America and the Caribbean Countries on Joint Innovation and Research Activities)[†] çağrısına başvurmuştur. Şubat 2017'de onaylanan proje Nisan 2017'de yerel destek sağlayıcıların da onayıyla 1 Mayıs 2017'de başlamıştır. Projenin süresi 36 ay olarak belirlenmiştir. Projenin başlangıç toplantısı Soria, İspanya'da tüm ülkelerden yapılan katılımı 9-11 Mayıs 2017 tarihleri arasında yapılmış ve 3 senelik iş planı belirlenmiştir. Bu teknik makale, proje planlamasında ve başlangıç toplantısında alınan kararlar ve içerik hakkında bilgi vermek amacıyla yazılmış ve Türkiye'de projeden istifade etmeyi düşünebilecek paydaşlara yapılan çalışma hakkında bilgi vermek için derlenmiştir.

Takip eden bölümlerde, projenin iş paketleri tanımlanmış ve her iş paketi için koyulan hedefler konusunda bilgi verilmiştir. Daha sonra hedeflenen çıktılar sonuçlar bölümünde sunulmuştur. Bu makalenin bir benzeri İngilizce olarak da yayınlanmıştır [16].

[†] <http://www.eranet-lac.eu/>

2. İş Paketleri

Giriş bölümünde çalışma grubunun yaptığı incelemeler sonucunda proje paydaşı ülkelerde ortak eksikliklerden yola çıkarak Küçük Rüzgar Türbinleri (KRT) için listelenen başlıklar dört iş paketine bölünmüştür. Her ülke her pakette görev almamakla beraber her iş paketinin bir yöneticisi ve tüm projenin de yönetimini sağlayan yönetim kurulu oluşturulmuştur. Bu bölümde iş paketleri hakkında bilgiler iş paketi sırasına göre verilmiştir.

İş Paketi 1: Market Promosyonu

Lider: CIEMAT

Katılımcılar: IIE, INTEC, INTI, İYTE, UdİR, VTT

Amaç: İş paketi KRT'lerinin kullanımının artırılmasına yönelik engellerin çözümlenmesi ve aşılmasını sağlayarak özellikle şebeke bağlantısı olmadan uzak noktalarda kullanılması konusunda adımlar atmaktır.

Hedefler: Her ülkenin market analizi yapılacaktır. Yerel paydaşlarla her ülkede çalıştaylar düzenlenecektir. Ayrıca, eğitmenler tarafından her ülkede kullanılabilir eğitim malzemelerinin ve teknik dökümanların hazırlanması hedeflenmektedir.

İş Paketi 2: Fizibilite Yöntembilimi Geliştirilmesi

Lider: İYTE

Katılımcılar: CIEMAT, IIT, IIE, INTEC, INTI, UdelaR, VTT

Amaç: İş paketi KRT'lerinin konumlanacağı her ortamda fizibilite yapabilecek bir yöntembilim geliştirmektir.

Hedefler: İş paketi iki aşamaya bölünmüştür. İlk hedef, hali hazırda var olan fizibilite model/yazılımları ile rüzgar ölçüm ve üretim rakamları bulunan noktalar için modellerin sağlamalarını yapmak WASP, WindPRO, WindSIM, MyWindTurbine.com, Homer olarka belirlenmiştir. İkinci bölümünde eksik görülen noktaların eklenmesiyle üye ülkelerde kullanılabilecek online bir yazılım geliştirmek ve kullanıma sunmaktır.

İş Paketi 3: Tasarım Optimizasyonu

Lider: IEE ve INTI

Katılımcılar: CIEMAT, UdelaR, UTCN

Amaç: Bu iş paketinde iki küçük rüzgar türbinin tasarımı çok sıcak ve çok soğuk ortamlarda çalışacak şekilde güncellenecek ve üye ülkelerle. Bu çalışmayı yaparken uluslararası ve yerel standartlara uyumluluk sağlamak birincil amaçtır.

Hedefler: Türbin parçalarını üye ülkelerde konusunda uzman paydaşlar tarafından koordinasyon içinde üretmek. Bu parçaları birleştirip testlere tabi tutmak ve sonuçları yayınlamak.

İş Paketi 4: Standartlar

Lider: CIEMAT

Katılımcılar: IIE, INTEC, İYTE, INTI, UdelaR

Amaç: İş paketi içinde KRT'leri için üretim, kurulum, işletme ve finansal konularda var olan tüm standartların üye ülkelere uygun bir şekilde güncellenip yayınlanmasıdır.

Hedefler: İş paketinin ilk 1 senesinde var olan eksiklerin tüm ülkelerden toparlanması ve bunun bir anket yoluyla yapılması hedeflenmektedir. İkinci adımda halen geliştirilme aşamasında olan IEC 61400-12-2 nolu standarta önerilerde bulunacak bir yayın yapılmasıdır.

3. SONUÇ

Bu çalışma sayesinde üye ülkelerdeki KRT üretici, kullanıcı ve bu konuda danışmanlık hizmeti veren kurum ve kuruluşlar projenin tamamlanmasıyla birlikte aşağıdaki imkanlara kavuşacaklardır.

- KRT'lerinin üye ülke pazarlarında tüketiciler tarafından kabülü arttıracak bilgilendirme çalışmalarında yer alma
- Üye ülkelerin herhangi birinde küçük rüzgar türbini konusunda hızlı bir fizibilite çalışması yapabilme ve bunun belirsizliği konusunda yorum yapabilme bilgisi
- Açık kaynak kodlu türbin tasarımı ve bu türbinleri çok soğuk ya da çok sıcak yerlerde çalışabilmesi konusunda bilgi
- Üye ülkelerin standart enstitüleri tarafından kullanılacak sonuçlar elde ederek KRT'lerin bu ülkelerde pazara hızlı entegrasyonunu sağlamak.

Yerli üretimi hedefleyen bir ülke olarak Türkiye'nin bu projeden en büyük yararı sağlayacağı ilk yazar tarafından öngörülmektedir.

TEŞEKKÜRLER

Proje ERANET-LAC ve TÜBİTAK (proje no 216M505) tarafından desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **MHI Vestas Offshore Wind**, <http://www.mhivestasoffshore.com/innovations/>, 2017
- [2] **Global Wind Energy Council**, Global Statistics, <http://www.gwec.net/global-figures/graphs/>, 2016
- [3] **IEC, International Energy Agency**, Key Renewables Trends, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyRenewablesTrends.pdf>, 2016
- [4] **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı**, 2015-2019 Stratejik Planı, 2016
- [5] **WWEA, World Wind Energy Association**, Small Wind World Report, 2015
- [6] **Bonou, Alexandra, Alexis Laurent, and Stig I. Olsen**. 2016. "Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy-from theory to application." Applied Energy 180, 327-337. ScienceDirect, EBSCOhost (accessed November 18, 2016).
- [7] **Noori, M, M Kucukvar, and O Tatari**. 2015. "Economic Input-Output Based Sustainability Analysis of Onshore and Offshore Wind Energy Systems." International Journal Of Green Energy 12, no. 9: 939-948. Science Citation Index, EBSCOhost
- [8] **Ortegon, K, Nies, LF, & Sutherland, JW** 2013, 'Preparing for end of service life of wind turbines', Journal of Cleaner Production, vol. 39, pp. 191-199. Available from: 10.1016/j.jclepro.2012.08.022.
- [9] **Crawford, R.H.** 2009. "Life cycle energy and greenhouse emissions analysis of wind turbines and the effect of size on energy yield." Renewable And Sustainable Energy Reviews 13, 2653-2660. ScienceDirect,
- [10] **Wright, RM** 'Wind energy development in the Caribbean', Renewable Energy, 24, pp. 439-444, ScienceDirect, EBSCOhost, viewed 18 November 2016.
- [11] **Abrahams, Mwasha, and Maharaj Davatee** "An analysis of the effect of temperature on the pattern of wind energy distribution in the Caribbean region." Journal Of Environmental Science And Water Resources no. 7: 178. .2012
- [12] **Jouanno, Julien, et al.** "Seasonal and Interannual Modulation of the Eddy Kinetic Energy in the Caribbean Sea." Journal Of Physical Oceanography 42, no. 11 (November 2012): 2041-2055. Academic Search Complete, EBSCOhost
- [13] **Bahadoorsingh, S., R. Ramdathsingh, and C. Sharma**. "Integrating wind energy in a Caribbean island: A case study of Anguilla." Pes T&D 2012 (January 2012): 1. Publisher

- [14] **Etxegarai, A, Eguia, P, Torres, E, Iturregi, A, & Valverde, V**, 'Review of grid connection requirements for generation assets in weak power grids', *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 41, pp. 1501-1514, 2015
- [15] **Peggy Friis, Davide Conti** , *SmallWind - Market Analysis and prospects*, , Technical Univesity of Denmark, 2016
- [16] **Ignacio Cruz** (Operating Agent) IEA Wind and Task 27, Ongoing, 2017
- [17] **Carolina Garcia**, *Small Wind Turbine Optimization and Market Promotion Project (SWTOMP)*, World Small Wind Conference, Munich, Germany, 1-2 June 2017