

RÜZGAR ENERJİSİ VE RÜZGAR ENERJİ SANTRALLERİNİN ŞEBEKE BAĞLANTI KRİTERLERİ

Wind Power and Grid Connection of Wind Power Plants

Elif İNAN,¹ Hasan Basri ÇETİNKAYA¹

¹SIEMENS A.Ş

elif.inan@siemens.com, hasan.cetinkaya@siemens.com

Özet

Mevcut enerji kaynaklarının tükenmeye başlaması, çevresel faktörler, en az risk içeren kaynak talebi kendini yenileyen enerji formlarının kullanımını zorunlu kılmaktadır. Dünya var oldukça devam edecek yenilenebilir kaynaklardan sağlanacak enerji, yaşanabilir bir dünyada enerji sürekliliğini sağlayacaktır. Fosil yakıtların aksine yenilenebilir enerji bulunabilirlik açısından oldukça cömerttir. Dünya üzerinde rüzgarın esmediği ve/veya güneşin parlamadığı ve/veya suyun akmadığı bir yer bulunmamaktadır. Potansiyel açısından cömert olan bu kaynak, zamana bağlı değişkenlik göstermekte, bu da yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjiyi zamana bağlı değişken kılmaktadır.

Değişken bir kaynağın varlığında, elektrik enerjisinin kalitesi daha dikkatli kontrol edilmelidir. Gerilim ve frekans dalgalanmalarına karşı oldukça hassas olan enerji sisteminde kalite ve verimliliğin sağlanması, korunması önem arz etmektedir. Dengenin bozulmaması için, değişken kaynağın kontrolünün hızlı ve desteğinin yeterli miktarda olması; yenilenebilir enerji üretim tesislerindeki kontrol kumanda yapılarının, klasik üretim sistemlerindeki kontrol ve kumanda yapıları ile uyumlu, onlar kadar hızlı ve onlar gibi destekleyici yapıda olmaları gerekmektedir. Bu da beraberinde yenilenebilir enerji kalitesinin de yönetmeliklerle düzenlenmesini, kontrol edilmesini ve sistem bağlantılarının dikkatli yapılmasını getirmektedir. Temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağını kullanma avantajı, enerjinin kalitesi olmasına neden olmamalıdır.

Anahtar kelimeler: Rüzgar enerjisi, gerilim-frekans kontrolü, şebeke bağlantı kriteri

1. Giriş

Küresel ısınma, CO₂ emisyonundaki artış, artan petrol fiyatları, güvenilir kaynak ihtiyacı konularının her geçen gün daha fazla gündemde olması, sınırsız ve ucuz enerji devrinin kapandığının tüm dünyaca kabul gördüğünün bir göstergesidir. Türkiye, Çin'den sonra doğalgaz ve elektrik talebi en fazla olan ikinci ülke konumundadır. Artan enerji talebiyle birlikte altyapı ihtiyacımız, dış kaynaklara bağımlılığımız da artış göstermektedir. Ülke elektriğinin 26%'sı yerli kaynaklardan karşılanırken geri kalan bölümü ithal edilmektedir[1]. Doğalgaz, dışa bağımlı kaynaklar içerisinde en büyük yüzdeye sahiptir. Bu gerçeklikler ışığında,

üreticiden en son kullanıcıya kadar her bireyin katkısının gerekli olduğu önemle vurgulanmakta ve enerji strateji planları yapılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynak teşviki ve payının artırılması strateji planının en önemli hedeflerinden birisidir. 2023 yılına kadar Türkiye'nin toplam enerji talebinin %30'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması öngörülmektedir. Öte yandan Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine verdiği önemin bir ifadesi olarak, 26 Ocak 2009 tarihinde Bonn'da düzenlenen konferans sonunda imzalanan anlaşmayla, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) kurucu üyeleri arasında yer almıştır[1]. Rüzgar enerjisi, gerek Türkiye gerekse dünyada en çok yatırım payına ve teşviğe sahip yenilenebilir enerji kaynaklarındandır.

Rüzgar enerjisi, ilk gündeme geldiği zamanlarda hızının çok değişken olması, yeterli rüzgar esmediğinde ne yapılacağı konuları nedeniyle bazı yatırımcılar tarafından doğası gereği güvenilir bir kaynak olarak adlandırılmıştır. Ancak şu unutulmamalıdır ki, elektrik enerjisi üretimden tüketime kadar her zaman değişken bir dinamiktir. Önemli olan bu değişkenliği, dinamizmi en verimli, kaliteli ve minimum maliyetle kontrol edebilmek, bunun için gerekli ekipman yapısını sağlayabilmektir. Ayrıca rüzgar enerjisinin, enerji talebinin 20%'sini hiçbir teknik ve işletme sorununa neden olmadan karşılayabildiği bilinmektedir [2].

Bu çalışma, rüzgar enerjisinin her geçen gün artan öneminin dışında Türkiye için rüzgar santrallerinin elektrik şebekesine bağlantı kriterlerinden bahsetmektedir. Konumu nedeniyle her sektörde olduğu gibi enerjide de kilit noktada olan ülkenin kaliteli, verimli ve sürekli enerjiyi sağlaması, dünya standartlarını yakalaması, bu yönde oluşturulan hedeflerle birlikte *standart elektrik enerjisi dili* olarak adlandırılacak şebeke yönetmeliklerinin oluşturulmasına da bağlı olduğu aşikardır.

2. Rüzgar Enerjisinde Gerilim ve Frekans Kontrolü

Gerilim ve frekans, elektrik enerji kalitesinin iki önemli parametresidir. Frekansın +4% ve -6%'dan fazla değişimi, mekaniksel nedenlerden dolayı üretim santrallerinin devre dışı kalmasına neden olmaktadır. Şebeke yönetmeliğinde frekansa ait çalışma sahası +3% ve -5% olarak tanımlanmıştır (47.5-

51.5 Hz). Gerilimde ise normal işletimde +/-10% değişime izin verilirken, kontrol, gerilimin +/- 5% değerini aştığında gerçekleştirilmektedir[3]. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi gerilim ve frekansın işletim sürekliliği, güvenliği ve verimliliği açısından içerisinde bulunması gereken limitler oldukça dardır. Bu da hassas ve hızlı tepki veren bir kontrolör yapısını gerektirmektedir

Her ne kadar tüm üretim santrallerinin amacı son kullanıcının ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisinin sağlanması olsa da rüzgar santralleri güç sistemi ile etkileşimi bakımından klasik üretim santrallerinden farklılık göstermektedir. Klasik üretim birimleri, her biri hızlı tepki vermesi beklenen hız ve gerilim kontrolörüne sahip bir veya daha çok büyük güçlü senkron generatörlerden oluşmakla birlikte, iletim sistemine bağlı büyük güçlü bir rüzgar santrali küçük güçlü pek çok sayıda senkron / asenkron generatörden oluşmakta ve şebeke gerilim ve frekans seviyesi ile uyumlu güç üretebilmeleri için konvertör üzerinden bağlantıları gerçekleştirilmektedir. Bu durumda gerilim ve frekans kontrolünün konvertör üzerinden sağlanması gerekmektedir.

2.1. Frekans Kontrolü

Rüzgar türbinlerinde frekans kontrolü, yani hız kontrolü, frekans konverteri ile hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bununla birlikte birçok ülkenin şebeke yönetmeliğinde rüzgar türbinlerinin frekans kontrolüne katılımı beklenmezken aktif güç kontrolünün yapılabilir olması istenmektedir. Bu kontrolün hızlı gerçekleştirilmesi gerekliliğinde frekans konverteri, daha yavaş değişimlerde ise türbin kanat açılarının değiştirilmesi aktif güç kontrolünü sağlamaktadır. Birçok rüzgar türbini 47 Hz ile 52 Hz arasında çalışma kapasitesine sahiptir.

2.2. Gerilim Kontrolü

Rüzgar türbinlerinde gerilim kontrolü, diğer bir ifade ile reaktif güç çıkış kontrolü, yine frekans konverteri ile sağlanabilmektedir. Konverterin gücü ne kadar yüksekse o kadar geniş bir reaktif güç kontrol sahası elde edilmektedir. Örneğin tam ölçekli konverter sistemlerine sahip rüzgar türbinlerinde maksimum aktif güçte, endüktif ve kapasitif yönlerde 0.9 güç faktörü sağlanabilmektedir. Bu da şebekeye daha yüksek oranda reaktif destek verebilmelerini ve şebeke yönetmeliklerine uyumlarını kolaylaştırmaktadır.

3. Rüzgar Türbinlerinin Şebeke Kalitesine Etkileri

Tüm şebeke yönetmeliklerinin çıkış noktası güvenilir, düşük maliyetli işletim ve enerji kalite ve verimliliğinin sağlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda gerek en son kullanıcı gerekse üretim-iletim-dağıtım zincirindeki kuruluşlar her geçen gün daha da bilinçlenmekte ve bu yönde atılımlar gerçekleştirilmektedir. Daha kaliteli bir enerji için aşağıda tanımlanan kriterlere dikkat etmek gerekmektedir.

- Enerji kalitesinin sürekli sağlanabilmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisinin kontrolünün, klasik santrallerden elde edilen elektrik enerjisinin kontrolüne benzer kontrol yapılarına sahip olmaları gerekmektedir. Bu kontrol yapılarının da

şebeke yönetmelikleri ile düzenlenmesi standartlaşmanın sağlanması açısından önem taşımaktadır.

- Rüzgar türbinlerinde kullanılan konverter sistemleri yapıları gereği, şebeke kalitesini bozan fliker ve harmonik üretebilmektedir. Gelişmiş konverter sistemlerine sahip rüzgar türbinlerinde bu etkiler minimize edilmiş ve izin verilen sınırların altında tutulabilmektedir. Fliker oluşumu ve harmonik etkiler ile ilgili düzenlemelerin şebeke yönetmeliklerinde yer alması gerekmektedir.
- Dağıtılmış üretime geçişin gerekliliğine bağlı olarak, tek yönlü enerji akışına göre tasarlanmış dağıtım sistemlerinde, çift yönlü değişken güç akışı sağlayacak alt yapının oluşturulması gerekmektedir.

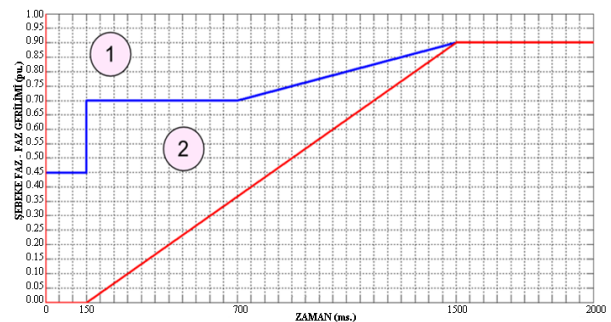
4. Rüzgar Santrallerinin Şebeke Bağlantı Kriterleri

Türkiye Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği'ne göre, iletim sistemine ve 10MW üzerinde kurulu güçlerde dağıtım sistemine bağlanacak olan rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisleri için EK-18'de yer alan şebeke bağlantı kriterleri geçerlidir[3]. Bahsedilen EK-18 ilk olarak 2008 yılında yayınlanmış ve Ocak 2013 yılında yenilenmiştir. Bu yönetmeliğe göre de ilgili tarihten sonra bağlantı anlaşması imzalanan rüzgar santrallerinin 2013 tarihli kriterlere uygunluğu talep edilmektedir.

Sistem operatörü tarafından verimli, kaliteli ve kontrollü bir işletimin sağlanabilmesi için EK-18 kapsamına giren rüzgar enerji santrallerinin sisteme bağlantı noktasında ve/veya türbin seviyesinde sağlaması gereken kriterler aşağıda özetlenmiştir.

1. Arıza durumunda devam edebilme yeteneği

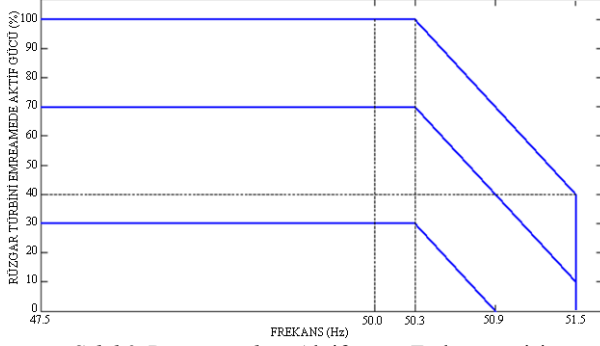
Şekil 1 rüzgar enerji santralinin şebekeye bağlandığı noktada dengeli (3 faz kısa devresi) veya dengesiz (tek faz toprak, faz-faz, iki faz toprak kısa devresi) arıza sonucunda oluşacak bağlantı noktası faz faz gerilim değişimlerini göstermektedir. Şekil 1'e göre faz faz gerilimi şebekede oluşacak herhangi bir arıza sonrasında, belirtilen süreler için 1 ve 2 nolu bölgelerde kaldığı sürece çalışır durumdaki hiçbir rüzgar türbini devre dışı kalmamalıdır. Yani belirtilen faz faz gerilim genlik ve sürelerinde üretim ünitesi sisteme bağlı kalarak reaktif güç desteği sağlayabilmelidir.



Şekil 1. Arıza sırasında bağlantı noktasındaki faz-faz gerilimi

2. Frekans Tepkisi

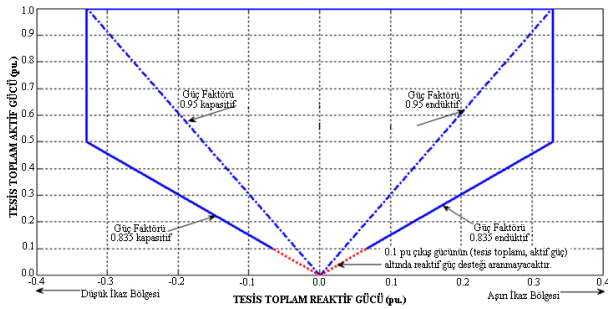
Rüzgar santralının bağlantı noktasındaki frekans değişimine göstermesi beklenen aktif güç tepkisi Şekil 2’de verilmiştir. Buna göre, sistem frekansı 47.5Hz ile 50.3Hz arasında olduğu sürece, çalışır durumdaki rüzgar türbinlerinin hiç biri devre dışı kalmamalıdır. Frekansın 50.3Hz’i aştığı durumda ise kurulu gücünün Şekil 2’de belirtilen ilgili eğriyi takip etmesi ve 51.5Hz frekans değerinde tamamen devre dışı kalması istenmektedir.



Şekil 2. Rüzgar türbini Aktif güç – Frekans eğrisi

3. Reaktif Güç Kapasitesi

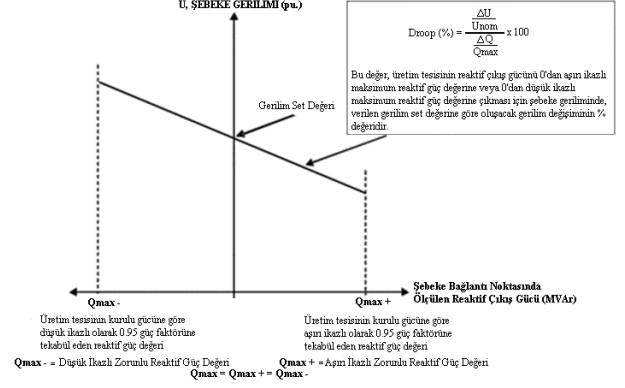
Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeli’ne göre, iletim sisteminde nominalin 0.9-1.1 pu. aralığındaki gerilim seviyeleri normal işletim olarak kabul edilmektedir. Rüzgar santrali bağlantı noktasında, normal işleme giren tüm gerilim seviyelerinde o anki santral aktif güç - reaktif güç değişimi Şekil 3’de verilen koyu mavi düz çizgi aralığında işletilebilir olmalıdır. Şekil 3’de Aşırı İkaz Bölgesi, rüzgar türbin terminal geriliminin nominalin 105%, Düşük İkaz Bölgesi ise türbin terminal geriliminin nominalin 95% değerinde olduğunu ifade etmektedir. Tesis toplam aktif gücü, tesis kurulu gücünün 10%’sine eşit ve altında ise reaktif güç desteği talep edilmemektedir.



Şekil 3. Rüzgar santrali reaktif güç kapasite eğrisi

4. Reaktif Güç Desteği Sağlanması

Şekil 4, rüzgar santralının, bağlantı noktasındaki 0.9-1.1 pu aralığında normal işletme gerilim seviyelerinde oluşabilecek dalgalanmalarda, aşırı ikaz ve düşük ikaz için, gerilime bağlı reaktif güç desteğini vermektedir. Tanımlanan droop faktörünün sistem operatörü tarafından 2%-7% aralığında olması talep edilmektedir.



Şekil 4. Rüzgar santrali tarafından sisteme verilecek reaktif güç desteği eğrisi

5. Sonuçlar

Türkiye, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, yerel kaynakların kullanımının azami seviyeye yükseltilmesi ve iklim değişikliğiyle mücadele hedeflerinden yola çıkarak, ulusal enerji arz portföyünde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını yükseltme çalışmalarını sürdürmektedir. Rüzgar enerjisi günümüzde en fazla yatırıma sahip yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Rüzgar hızının değişkenliği, rüzgar santrallerinin şebeke bağlantısında gerilim ve frekans kontrolünün sağlanmasını amaçlayan bağlantı kriterlerini gerekli kılmaktadır.

Türkiye “Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği”ne göre, iletim sistemine ve 10MW üzerinde kurulu güçlerde dağıtım sistemine bağlanacak olan rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisleri için EK-18’de yer alan şebeke bağlantı kriterleri geçerlidir. Ocak 2013 yılında yenilenen EK-18’in içerdiği bağlantı kriterlerinin aktarıldığı bu çalışma ile rüzgar enerjisinin önemi sunulmuştur.

6. Kaynaklar

- [1] “Türkiye Enerji Strateji Planı”, 2009
- [2] Avrupa Rüzgar Enerji Birliği (EWA), “Large Scale Integration of Wind Energy in the European Power Supply” Raporu, Aralık, 2005.
- [3] “Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği”, 03 Ocak 2013 tarihli.