

ALANSAL VARIÖGRAM YÖNTEMİ İLE KISA SÜRELİ RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

4. İZMİR RÜZGAR SEMPOZYUMU

Murat Durak¹ ve Ahmet Duran Şahin²

1: Meteoroloji Mühendisi
md@enermet.com.tr

2: Prof Dr, İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümü
sahind@itu.edu.tr

29 Eylül 2017, İZMİR



Başlıklar

1. *Giriş*
2. *Variogram Tekniği ve Noktasal Toplam Yarı-variogram*
3. *Uygulama Alanı ve Kullanılan Veri*
4. *Tahmin İle Gerçek Verinin Kıyaslanması*



1. Giriş



Liberalleşen enerji piyasalarında en önemli özellik olarak elektrik enerji üretim ve elektrik enerjisi dağıtım planlamasının yapılması yatmaktadır. AB Ülkelerinin çoğuna elektrik dağıtımını yapan şirketler ülkelerindeki mevzuat gereği enerjinin belli bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından (YEK) karşılamak zorundadırlar. Günümüzde YEK kullanımı en fazla rüzgar enerjisi yolu ile olmaktadır. Şirketler bu amaçla planlama yaparken rüzgar elektrik santrallerine ağırlık vererek YEK kullanım portföyünü doldurabilmek için en azından 0-48 saate kadar olan enerji planlamalarını yapabilmek istemektedirler.

Geleneksel enerji kaynakları ile çalışan elektrik santrallerinde böyle bir sorun bulunmaz iken; RES'lerde bu durum önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu yüzden Avrupa'daki birçok şirket, rüzgar enerjisi tahmin modelleri ile çalışmaktadır. Konu ile ilgili olarak ülkemizde de YEGM bünyesinde 2010 yılında Rüzgar Gücü İzleme ve Tahmin Merkezi (RİTM) kurulmuştur.



Rüzgar elektrik santrallerinden (RES) Yarıvariogram tekniği kullanılarak incelenen nokta ile diğer noktalar arasında farklar temeline dayanan, daha açık bir ifadeyle; bir noktaya diğer noktaların yani alanın etkilerini araştırılmasıdır. Sonuçta elde edilen eğriler ve noktalar arasında verisi eksik bulunan noktaların verileri de hesaplanabilmektedir. Yarıvariogram tekniği, jeoistatistiğin önemli bir ölçüsüdür ve bir konum boyunca alan değişikliğinin oranını ifade etmektedir.



2. Variogram Tekniği ve Noktasal Yarı Variogram



Genel itibarı ile bakıldığında, meteoroloji literatüründe alan çalışmalarında çoğunlukla gridlendirme ve haritalama yöntemleri kullanılmaktadır. Noktalar arasındaki mesafe ve alansal ilişki göz önüne pek alınmamaktadır. Variogramlar, jeostatistiğin temel yaklaşımlarındandır. İncelenen parametrenin veya değişkenin mesafe ve yönle değişim oranını incelemektedir. Birbirine yakın olan 2 değişkenin daha fazla benzer özellikler ve değerler göstermesi beklenir. Yani, yakın değişkenler arasındaki korelasyon, birbirine uzak iki değişken arasındaki korelasyondan daha fazladır. Mesafe arttıkça, iki değişken arasındaki korelasyon azalır ve öyle bir nokta gelirken bu korelasyon sıfır olur.

NTY'nin hesaplanabilmesi için aşağıdaki adımlarının izlenmesi gerekmektedir;

1. Referans bir nokta seçilmeli ve seçilen bu nokta ile diğer noktalar arasındaki mesafeler hesaplanmalıdır. Eğer, n tane nokta varsa, mesafe sayısı da $n-1$ tane olacaktır. Bu noktalar küçükten büyüğe doğru sıralanmalıdır,
 2. Seçilen referans nokta ile diğer noktalar arasındaki değerlerin farklarının karelerinin ardışık toplamalarının alınması ve yarıvaryogram olabilmesi için her değer yarıya bölünmesi gerekir,
 3. Her bir noktanın mesafe değerlerine (X ekseninde) karşılık gelen NTY değerleri Y ekseninde işaretlenir,
 4. Elde edilen fonksiyonun X ekseninde mesafeler ve Y ekseninde ise NTY değerleri hesaplanmış olacaktır. Bunların nokta-alan ilişkilendirme hesaplamalarında kullanabilmek için, her bir noktadaki değerler en büyük değerlere bölünerek standart ve birimsiz hale getirilir.
 5. Objektif analiz yöntemine göre mesafeler artıkça tesir de azalacaktır. Buna dayanarak standartlaştırılmış değerleri, 1'den çıkarılır ve en büyük değere bölünür ve SAB fonksiyonu bulunmuş olunur.
- İncelenen her nokta için bulunan SAB fonksiyonunda noktalar arasındaki mesafelere göre ağırlıklı ortalamalar alınır ve alansal tahminler yapılır.



X_r , referans noktası ve, $h_1, \dots, h_n$ bu referans noktası ile diğer noktalar arasındaki mesafeler olmak üzere değişim karesinin beklenen değeri

$$E[(X_r - X_{hi})^2] \geq 0 \quad i = 1, \dots, n$$

ve yarıvariogram da

$$Y(h_i) = \frac{1}{2(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_r - X_{hi})^2$$

olarak yazılabilir. Bu durumda, $y(h_i) \geq 0$ ve $y(h_{i-1}) \leq y(h_i)$ eşitsizlikleri sağlanacaktır. Mesafe ve NTY değerlerinin birlikte kullanımına imkan tanımak ve karelerden dolayı büyük değerler alan NTY değerlerini 0-1 arasına taşıyabilmek için verinin özellikleri aynen korunacak şekilde standartlaştırma yapılmalıdır. Standartlaştırma yapılırken için her iki veri grubunun her birisinin en büyük değerine bölünebilir. $y(h_n)$ de en büyük yarıvariogram ve h_n , ise en büyük mesafe değeri olmak üzere;

$$y_{st}(h_i) = \frac{y(h_i)}{y(h_n)} \quad i = 1, \dots, n$$

$$h_{st,i} = \frac{h_i}{h_n} \quad i = 1, \dots, n$$

$$0 \leq y_{st}(h_i) \leq 1 \text{ ve } 0 < h_{st,i} \leq 1$$

boyutsuz büyüklükleri tanımlanır. Bu hesaplamalarda kendisine yakın istasyonlarda tesir katsayısı azalacak ve en sonunda sıfır olacaktır. Bütün mesafeler gözönünde bulundurulduğunda ise, standart alan bağımlılık (SAB) fonksiyonu bulunacaktır. Tesir katsayısı w_t olmak üzere



$$(SAB)_i = w(h_{st,i}) = 1 - y_{st}(h_i) \quad (2.12)$$

ve bu durumda $0 \leq (SAB)_i = w(h_{st,i}) \leq 1$ olacaktır.

Alan tahmin hesaplamalarında ise tesir katsayılarının veri ile beraber mesafeye bağlı olarak oluşturdukları ağırlıklı ortalamalar kullanılmaktadır. Dolayısı ile tahminlerin yapılabilmesi için;

$$A = w(h_{st,1}) + w(h_{st,2}) + \dots \dots \dots + w(h_{st,n})$$

$$X_T = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n X_i w(h_{st,i})$$



3. Uygulama Alanı ve Kullanılan Veri



Yapılan çalışma kapsamında Aydın İli Söke İlçesi, Balıkesir İli Edincik İlçesi, Amasya İli Merzifon İlçesi ve İstanbul Silivri’de bulunan rüzgar santrallerine ait veriler kullanılmıştır. Aşağıdaki Şekil ile Türkiye haritası üzerinde kullanılan RES’ler görülmektedir.



Örnek Amasya Merzifon RES Verisi

Amasya İli Merzifon İlçesi'nde bulunan 40 MW kurulu güçlü RES projesi verileri kullanılmıştır. Toplam 16 adet 2.5 MW rüzgar türbini bulunmaktadır. Bu santrale ait, türbinler arası mesafe, rüzgar şiddeti, sıcaklık, üretim, vibrasyon ve yükseklik değerleri kullanılmıştır.

Türbin No	Rüzgar Şiddeti	Sıcaklık	Üretim	Vibrasyon (jenera.)	Vibrasyon Dişli kut.	Mesafe	Yükseklik
T1	6,3175	9,6122	144,8508	6,8506	6,1114	0	1277
T2	7,3520	9,4525	151,0048	12,3245	10,8060	305	1294
T3	7,3813	9,1288	148,9972	9,5031	10,1214	526	1290
T4	7,5566	9,7217	149,7374	10,5544	11,4749	716	1304
T9	7,4194	9,5828	158,9400	9,5906	10,4924	1948	1229
T13	7,9795	9,2788	168,9919	8,0341	9,1466	2926	1240
T14	7,7425	9,6119	164,1328	9,5569	9,8458	3516	1185
T16	7,4616	10,1857	161,8659	9,2917	9,4180	4878	1124



4. Tahmin İle Gerçek Verinin Kıyaslanması

Burada yukarıda verilen tabloya ait verilerin %70 ve %30 olarak ikiye ayrılmıştır. Kesilen %70 kısma ait parametreler bulunarak aradaki tahmin parametreleri %30 üzerinde denenmiştir ve aşağıdaki tablodaki değerlere ulaşılmıştır.

Amasya RES						
Türbin No	Mesafe (m)	Rüzgar şiddeti	Sıcaklık	Üretim	Vibrasyon Dişli Kutusu	Vibrasyon Jeneratör
T1	0	6,697	12,699	135,941	6,233	5,390
T2	305	6,300	10,164	137,383	11,155	7,613
T3	526	6,433	10,014	135,630	8,597	8,781
T4	716	6,602	8,385	133,182	9,493	8,958
T9	1948	6,265	0,865	140,847	8,510	10,058
T13	2926	6,763	10,038	152,117	7,085	7,944
T14	3516	6,534	10,280	141,980	8,446	8,688
T16	4878	6,254	10,819	140,624	8,289	8,047

Yukarıdaki tablolarda %30 kesilen kısma değerler verilmiştir. Bunları anlamlandırabilmek için bağıl hataları bulunmuştur ve aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi, yaklaşık %10 civarı bir doğruluk ile tahminler yapılmıştır.

Amasya RES						
Türbin No	Mesafe (m)	Rüzgar şiddeti	Sıcaklık	Üretim	Vibrasyon Dişli Kutusu	Vibrasyon Jeneratör
T1	0	0,096	0,072	0,093	0,090	0,083
T2	305	0,133	0,135	0,134	0,095	0,118
T3	526	0,122	0,107	0,113	0,095	0,099
T4	716	0,133	0,285	0,134	0,101	0,113
T9	1948	0,168	0,927	0,141	0,113	0,123
T13	2926	0,144	0,135	0,138	0,118	0,144
T14	3516	0,151	0,141	0,145	0,116	0,130
T16	4878	0,145	0,137	0,139	0,108	0,124



Dinlediğiniz İçin Teşekkür Ederim.

Murat Durak

e-mail: md@enermet.com.tr

