

KÜRESEL RÜZGAR ATLASI VALİDASYONU: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Yüksel KALAY

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat BİNGÖL

HAKKIMDA

- 1993: Nazilli, AYDIN
- 2011-2016: İTÜ Meteoroloji Mühendisliği, Lisans Eğitimi
- 2017- : İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Yüksek Lisans Eğitimi (Rüzgar Meteorolojisi ve Rüzgar Tahmini)



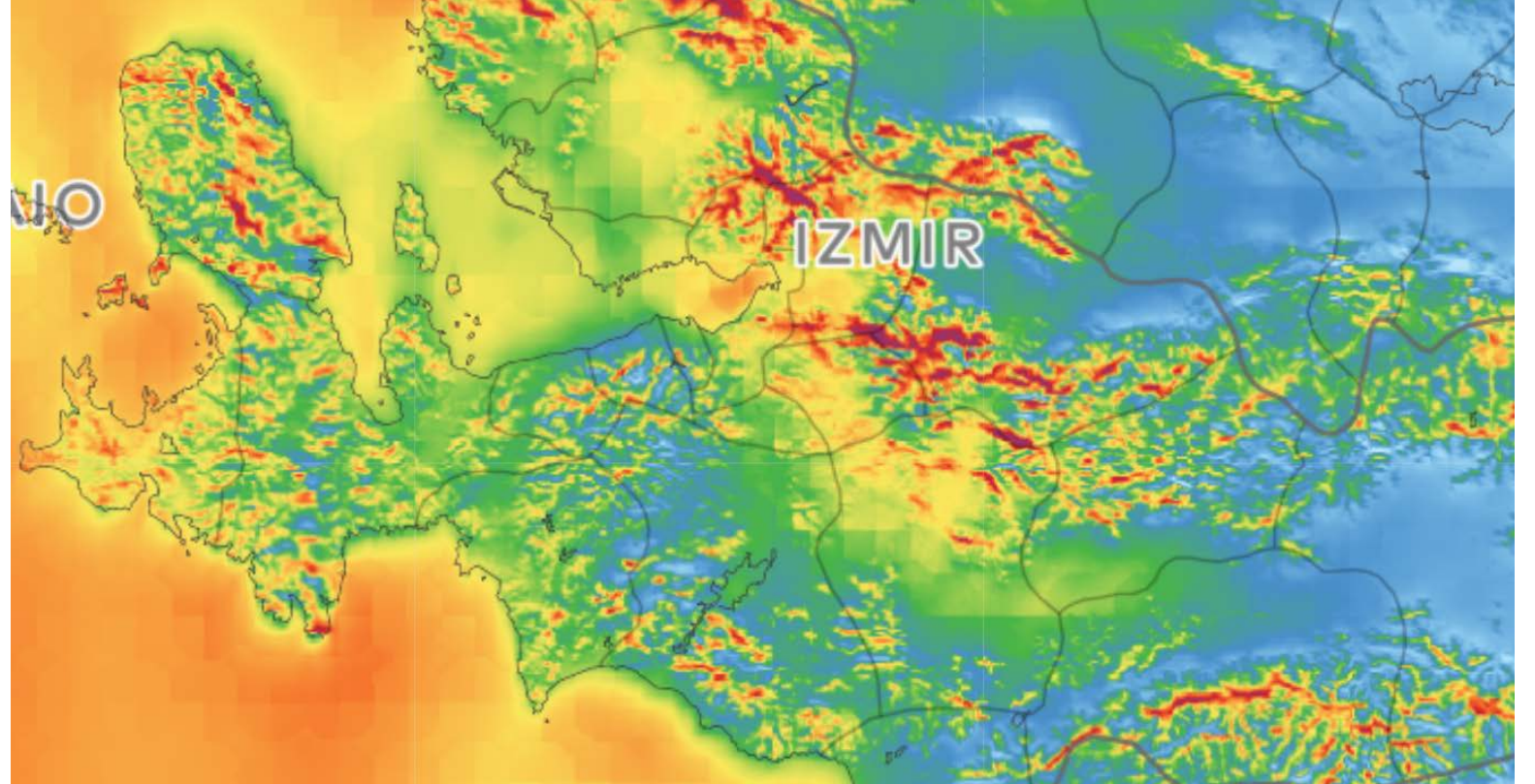
NÜMERİK RÜZGAR ATLASLARI

- ▶ Avrupa Rüzgar Atlası (1989)
- ▶ Rusya Rüzgar Atlası (2000)
- ▶ Mısır Rüzgar Atlası (2006)
- ▶ Güney Afrika Orta-Ölçek Rüzgar Atlası (2008)
- ▶ Finlandiya Rüzgar Atlası (2009)
- ▶ Küresel Rüzgar Atlası (2015-2018 ve 2019)
- Tüm dünya için üretilen Küresel Rüzgar Atlası ise 43 farklı noktada test edilmiştir.



Küresel Rüzgar Atlası

- Klasik ölçüm yöntemlerine başvurmadan, bölgenin kabaca rüzgar potansiyeli tahminini yapabilmek için geniş arazileri (ör: bölge, ülke, kıta vb.) nümerik rüzgar atlaslarıyla modellemek ve bu verileri kullanmak günümüzde en çok tercih edilen yöntemdir.
- Yatırımcıya zaman kazandırması yanında, ölçüm için kurulması zorunlu direğin nereye kurulması gerektiği konusunda en iyi tahmini yapmaya yarayabilir.



ÇALIŞMA SAHALARI VE VERİ SETLERİ

- 5km x 5km'lik bir çalışma alanı
- Küresel Rüzgar Atlasında kullanılan yükselti ve pürüzlülük haritaları

| | Marmara (Direk-1) | Ege (Direk-2) | Akdeniz (Direk-3) |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Deniz Seviyesinden Yükseklik | 340 m | 1053 m | 1640 m |
| Ölçüm Yüksekliği | 86 m | 80 m | 86 m |
| Ölçüm Süresi | 1 yıl, kayıpsız | 1 yıl, kayıpsız | 1 yıl, kayıpsız |
| RIX | 9.2% Orta engebeli | 42.7% Çok engebeli | 3.8% Düz |

METOT VE HESAPLAMALAR

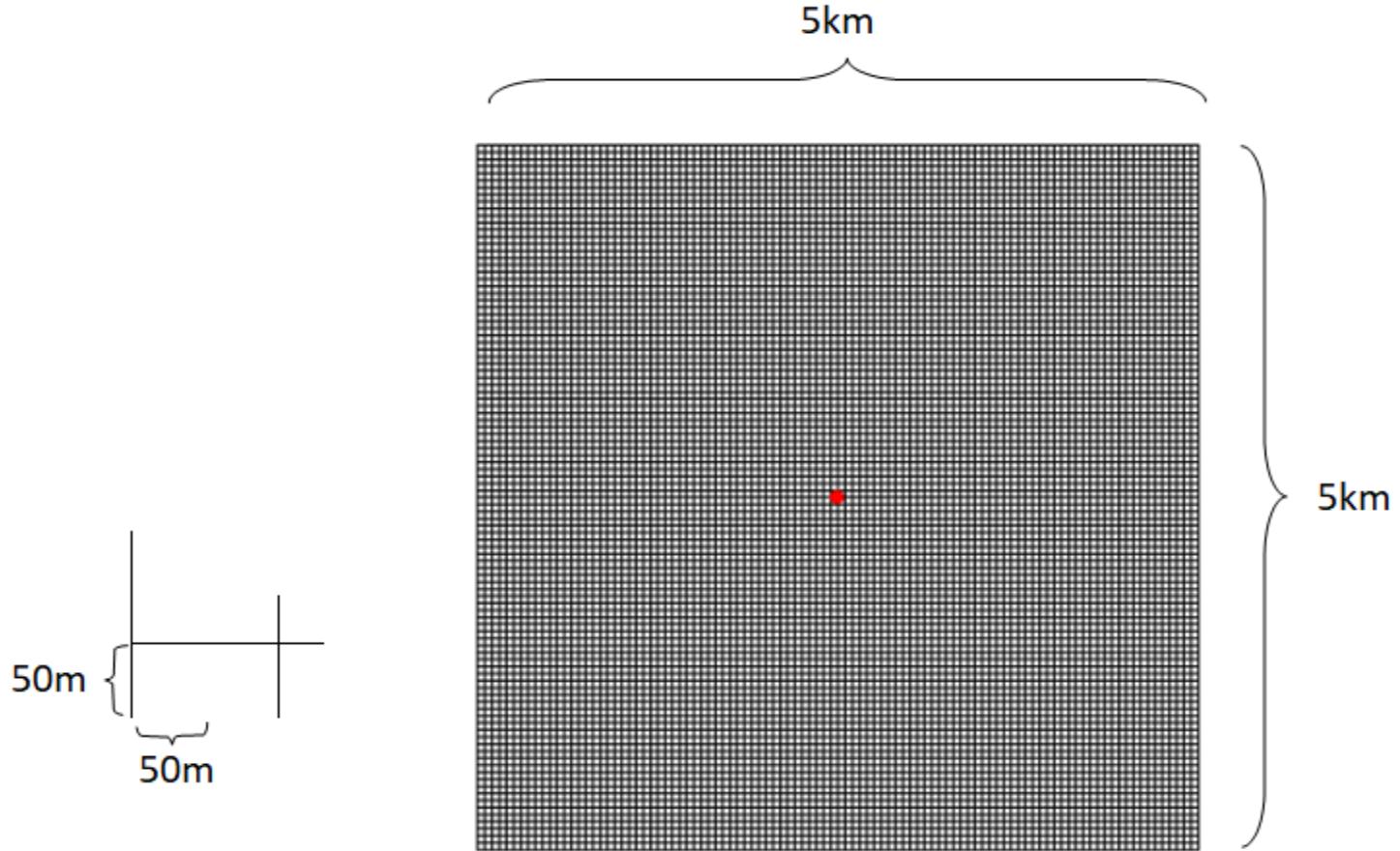
- ▶ Bu çalışmada ölçüm direği verisi ve bu noktaya en yakın olan Küresel Rüzgar Atlası verisi kullanılarak oluşturulan rüzgar atlasları karşılaştırılmıştır.

- ▶
$$f(v) = \frac{k}{A} \left(\frac{v}{A}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{v}{A}\right)^k\right)$$

- ▶
$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

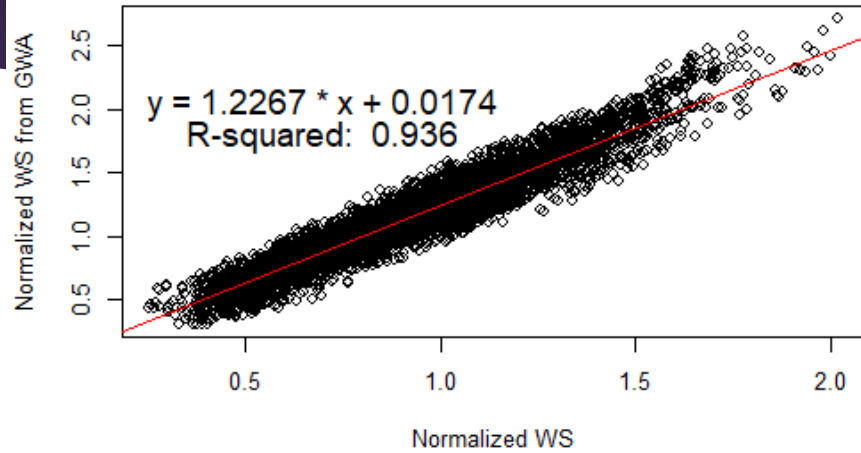


- ▶ 5km x 5km'lik alanın için 50m x 50m hücelere bölünmüş ve ölçüm direği haritanın tam ortasında yer almaktadır.
- ▶ WAsP 12.2 modeli

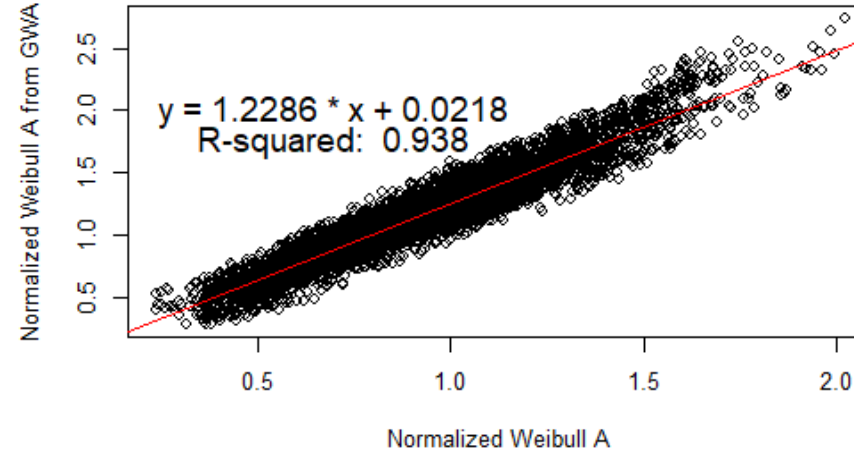


Marmara Bölgesi (Direk-1)

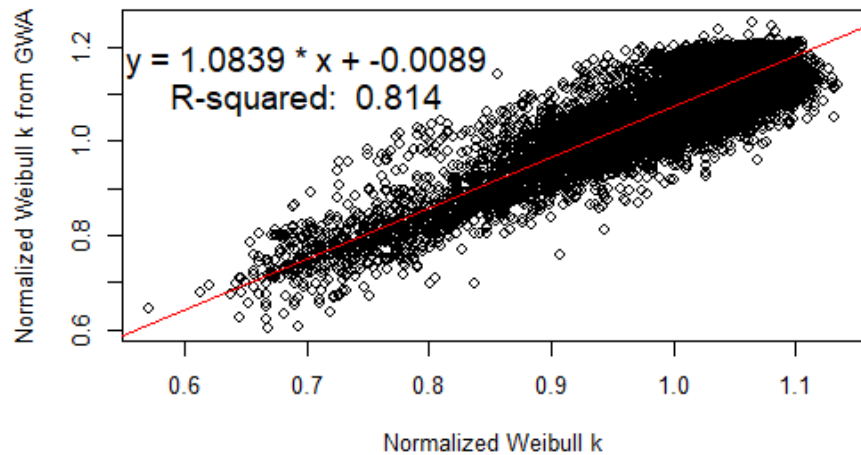
Windspeed vs GWA Windspeed at 15m



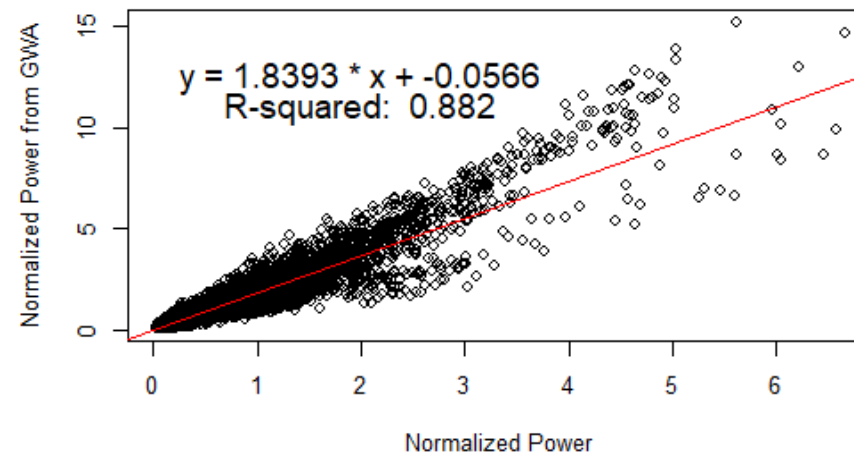
Weibull A vs GWA Weibull A at 15m



Weibull k vs GWA Weibull k at 15m

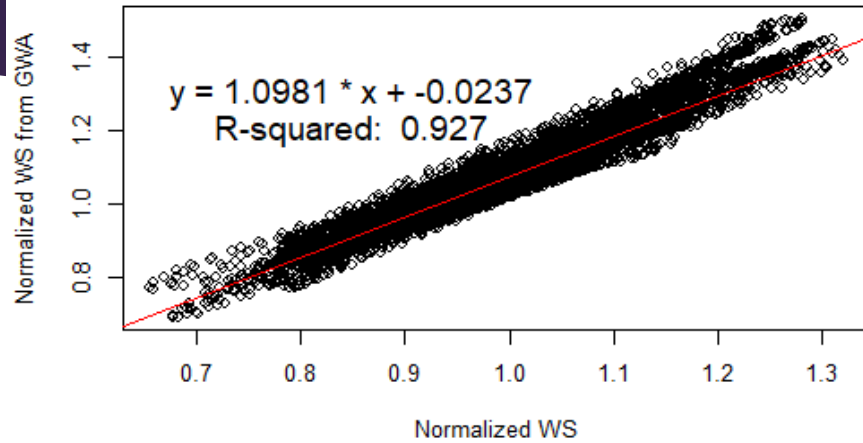


Power vs GWA Power at 15m

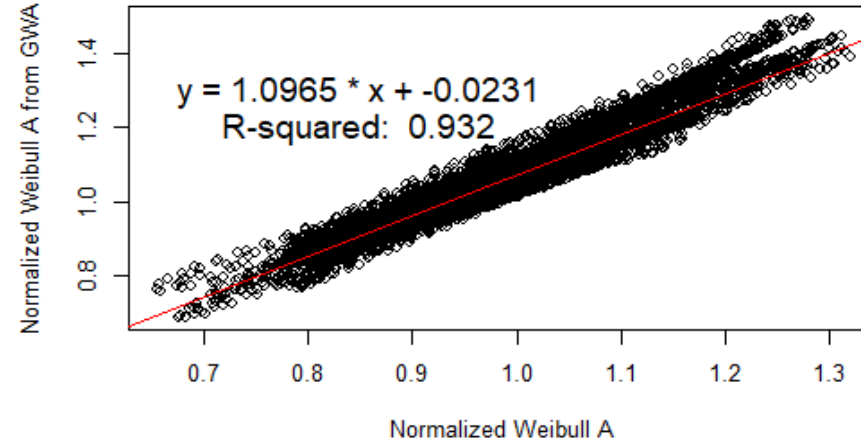


Marmara Bölgesi (Direk-1)

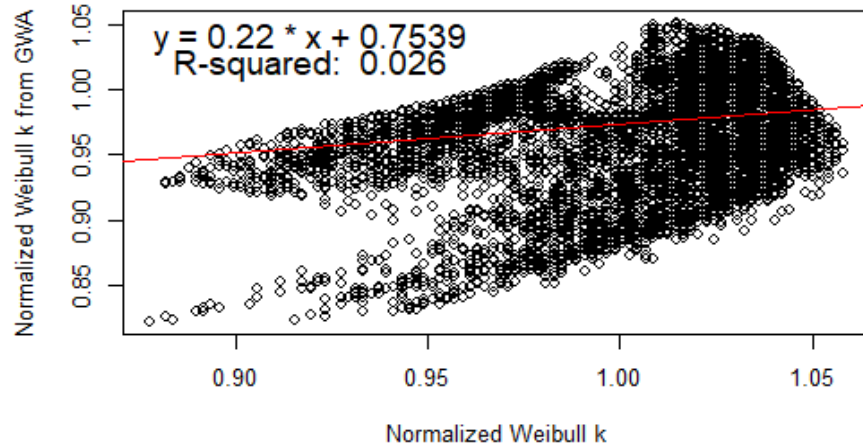
Windspeed vs GWA Windspeed at 86m



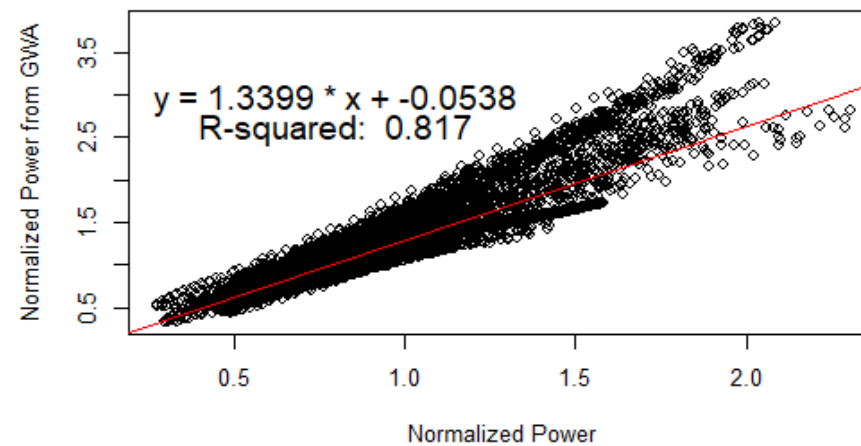
Weibull A vs GWA Weibull A at 86m



Weibull k vs GWA Weibull k at 86m

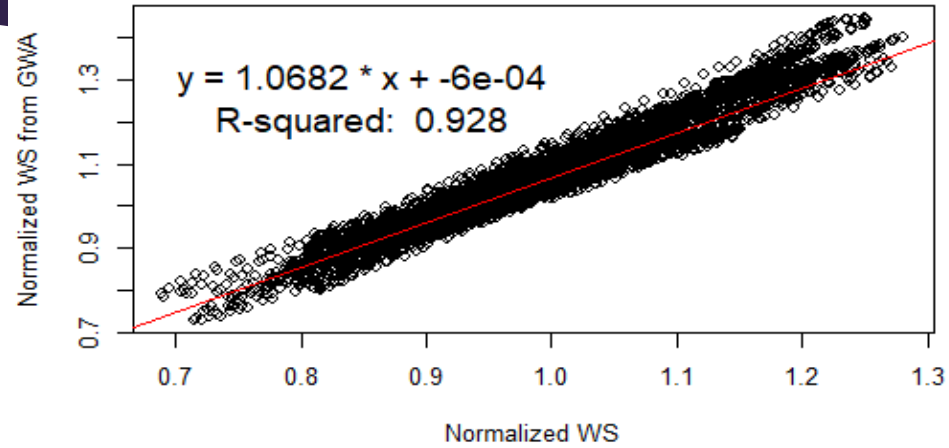


Power vs GWA Power at 86m

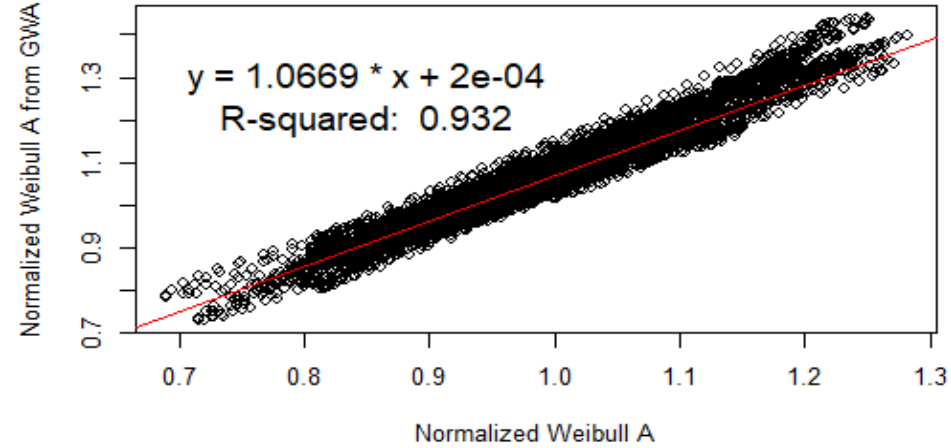


Marmara Bölgesi (Direk-1)

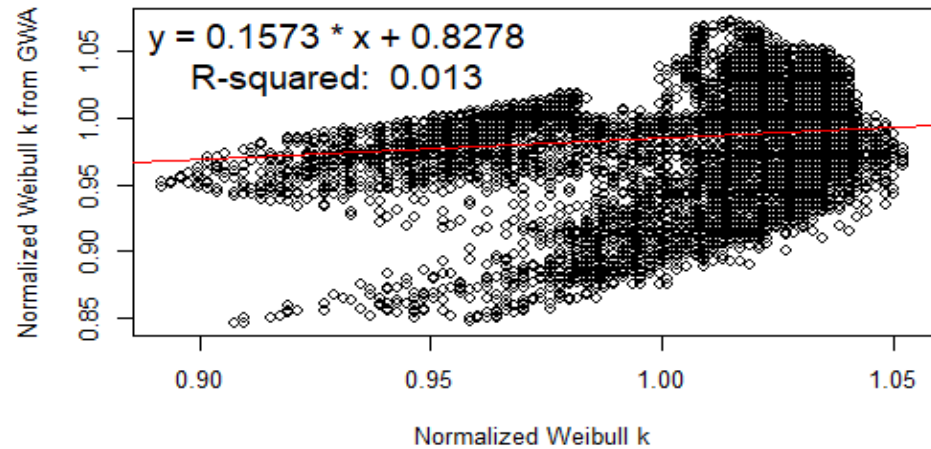
Windspeed vs GWA Windspeed at 100m



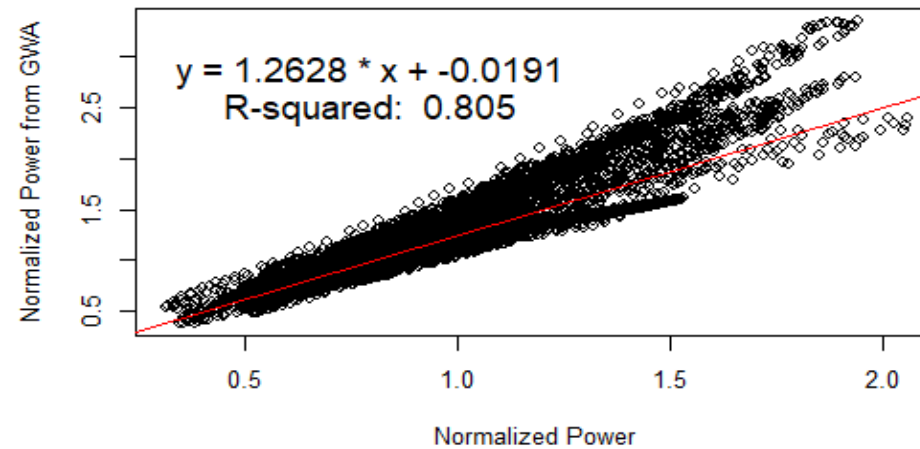
Weibull A vs GWA Weibull A at 100m



Weibull k vs GWA Weibull k at 100m

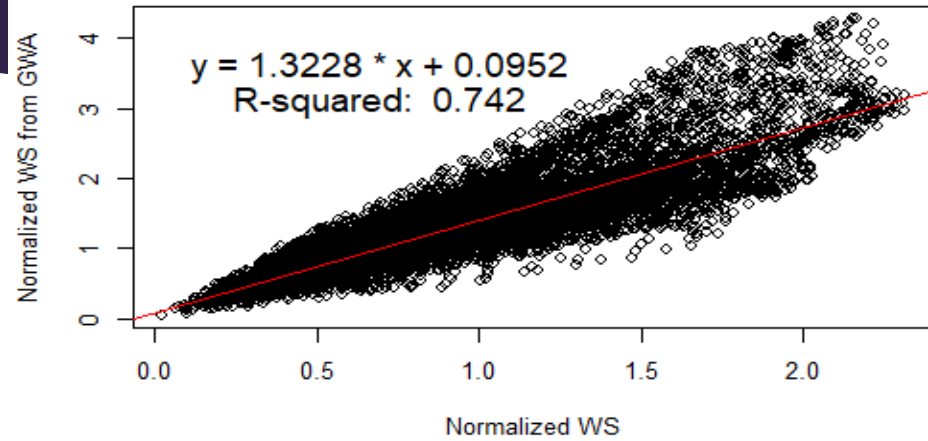


Power vs GWA Power at 100m

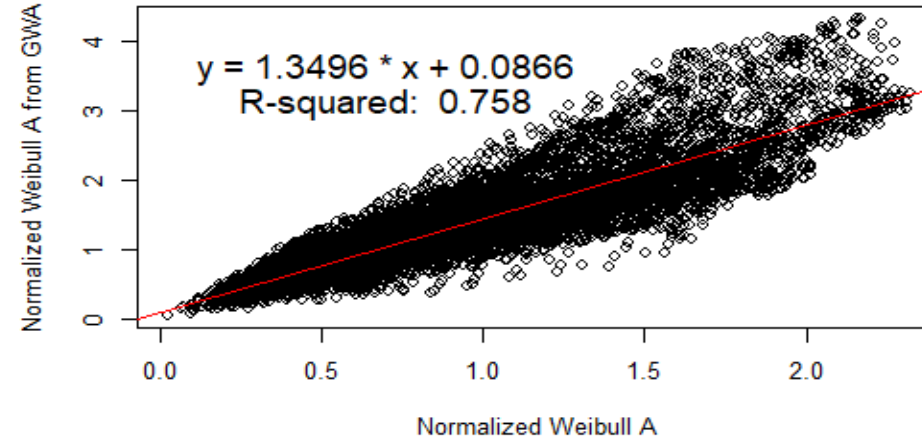


Ege Bölgesi (Direk-2)

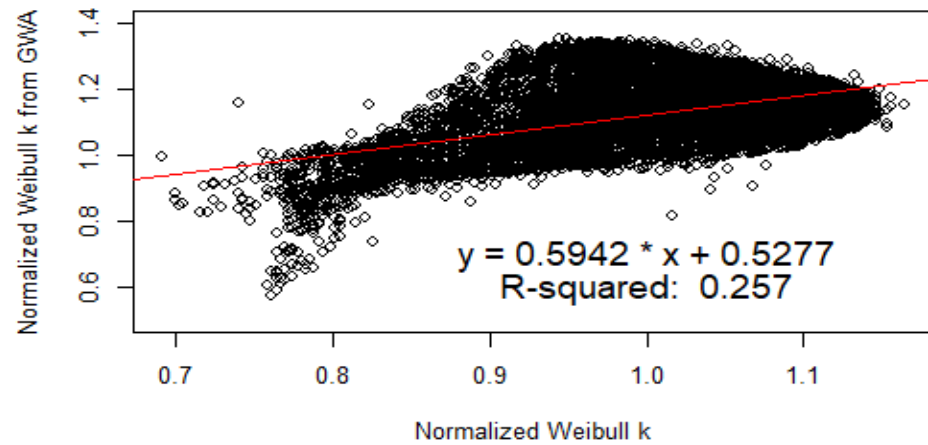
Windspeed vs GWA Windspeed at 15m



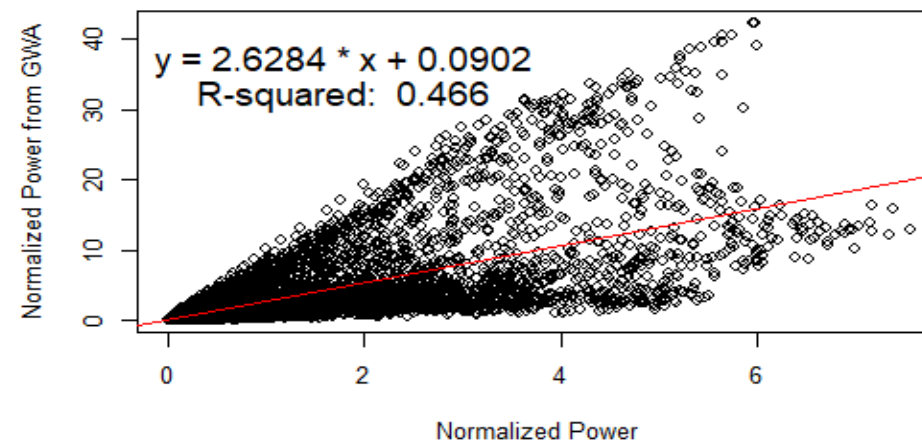
Weibull A vs GWA Weibull A at 15m



Weibull k vs GWA Weibull k at 15m

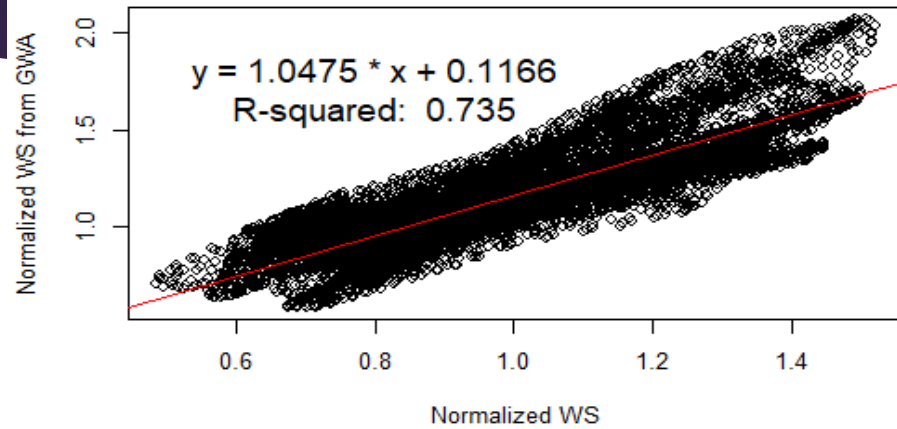


Power vs GWA Power at 15m

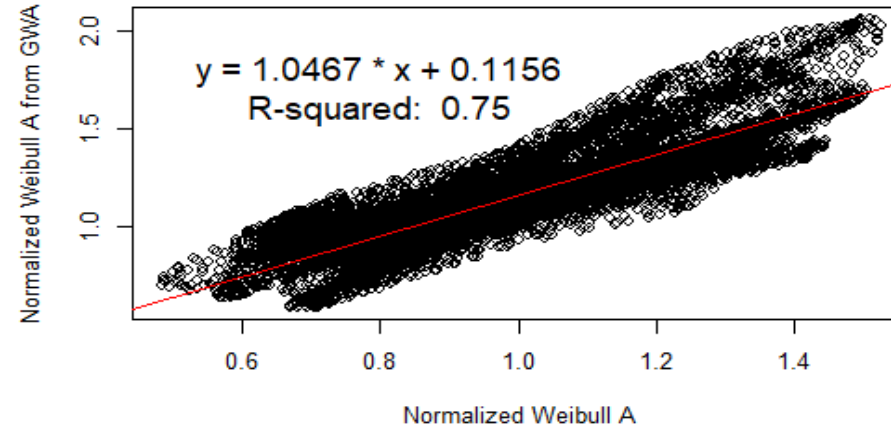


Ege Bölgesi (Direk-2)

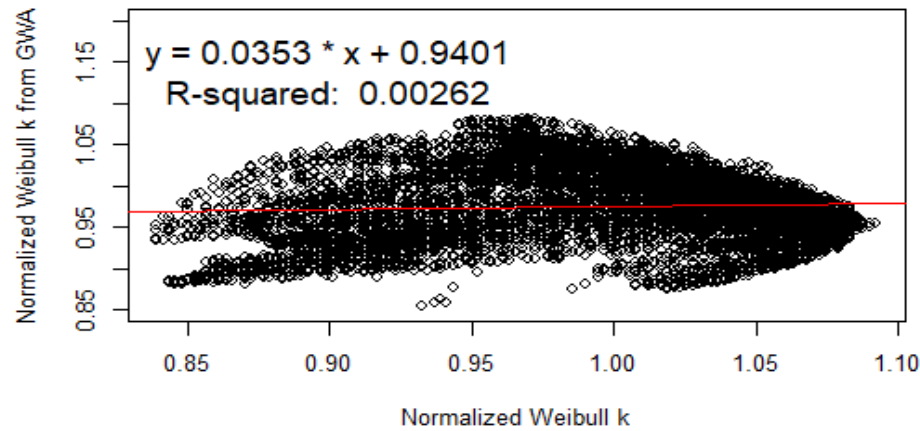
Windspeed vs GWA Windspeed at 80m



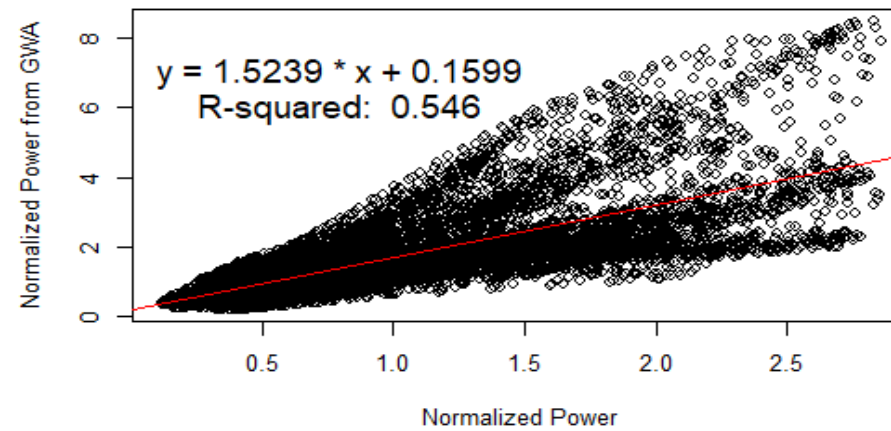
Weibull A vs GWA Weibull A at 80m



Weibull k vs GWA Weibull k at 80m

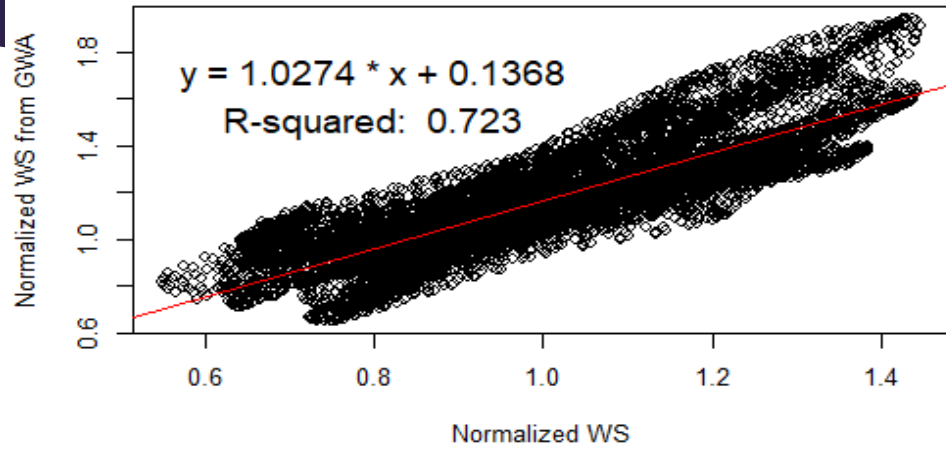


Power vs GWA Power at 80m

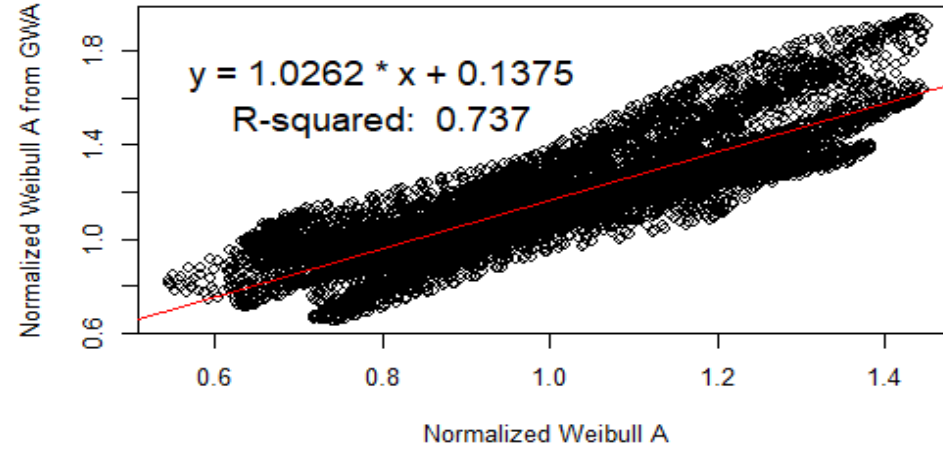


Ege Bölgesi (Direk-2)

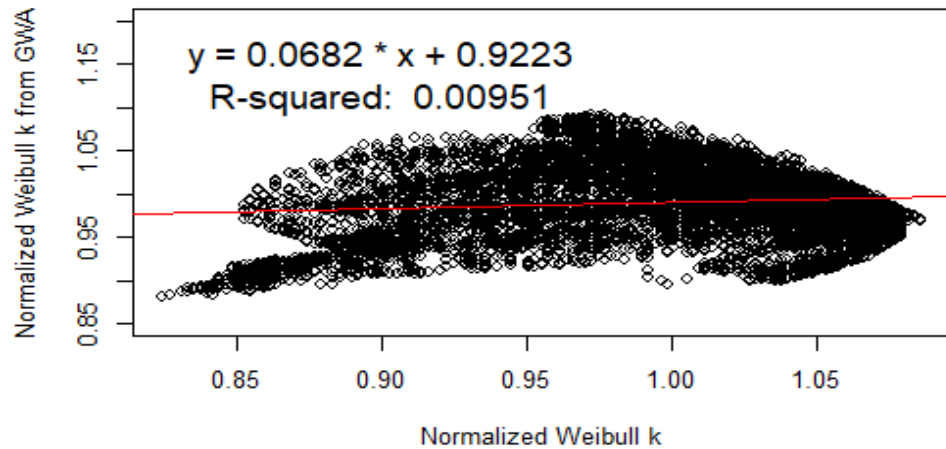
Windspeed vs GWA Windspeed at 100m



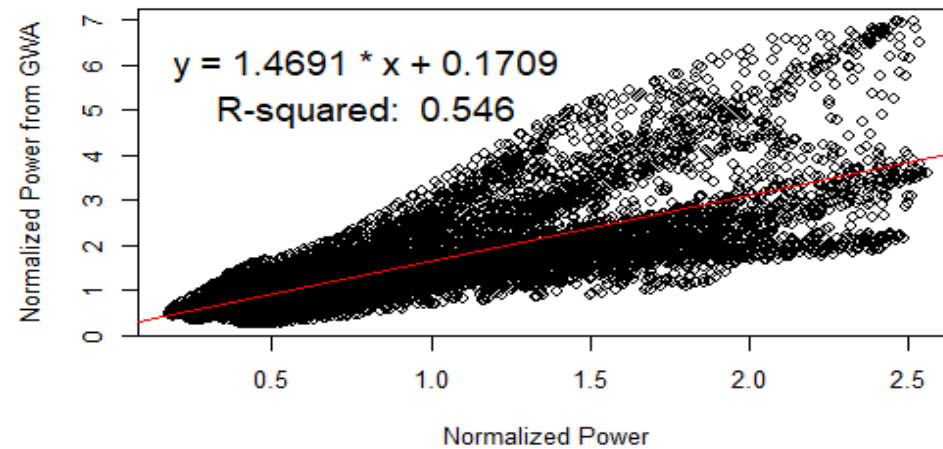
Weibull A vs GWA Weibull A at 100m



Weibull k vs GWA Weibull k at 100m

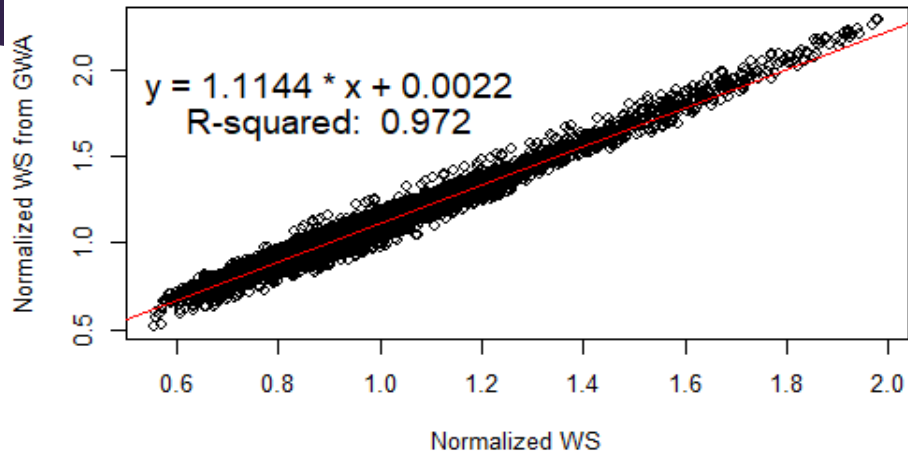


Power vs GWA Power at 100m

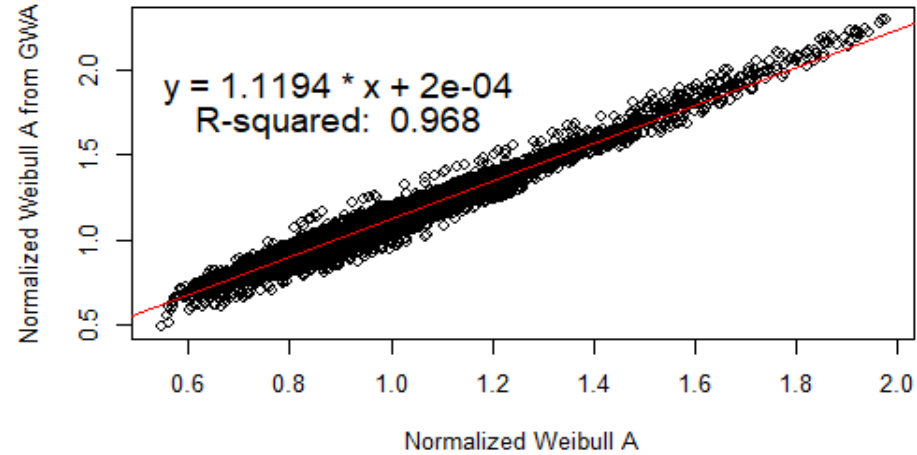


Akdeniz Bölgesi (Direk-3)

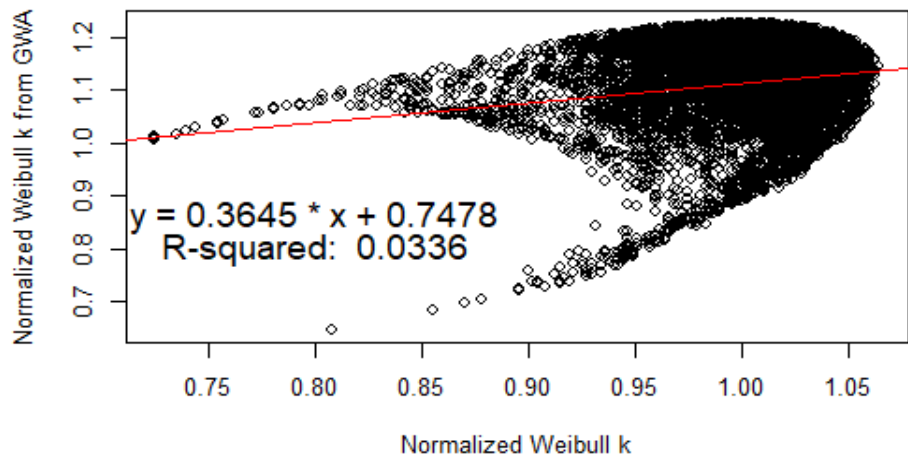
Windspeed vs GWA Windspeed at 15m



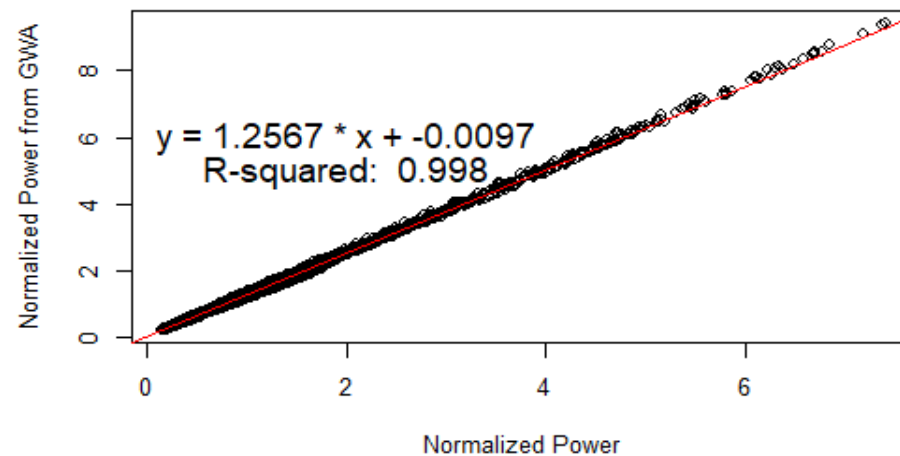
Weibull A vs GWA Weibull A at 15m



Weibull k vs GWA Weibull k at 15m

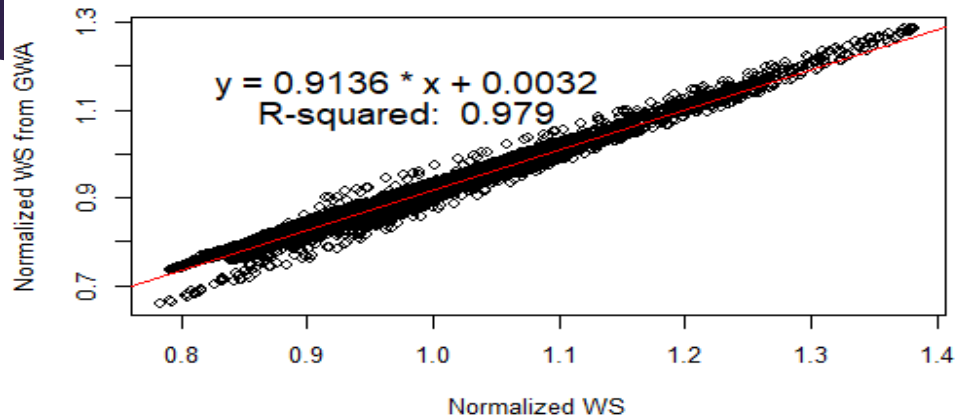


Power vs GWA Power at 15m

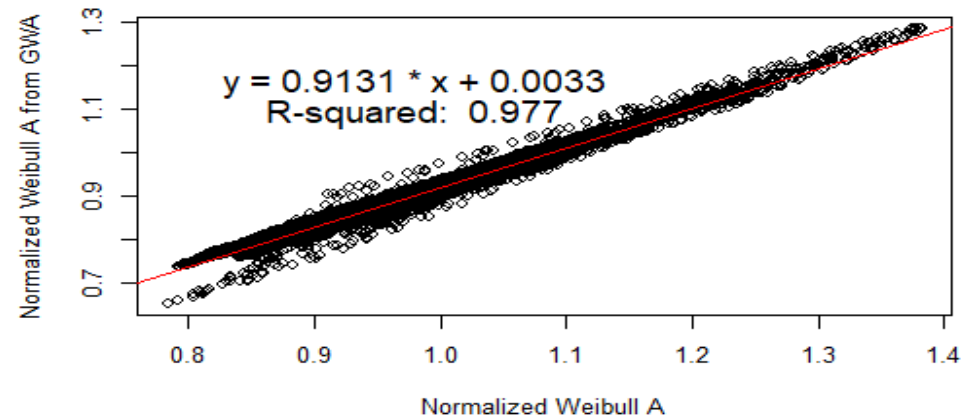


Akdeniz Bölgesi (Direk-3)

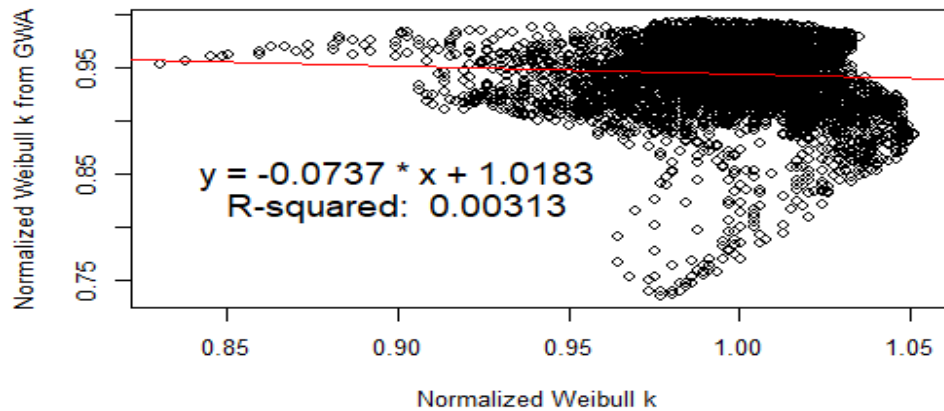
Windspeed vs GWA Windspeed at 86m



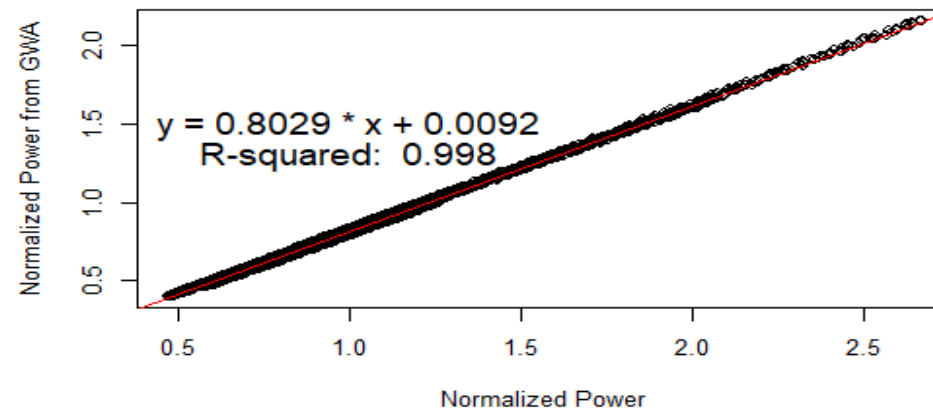
Weibull A vs GWA Weibull A at 86m



Weibull k vs GWA Weibull k at 86m

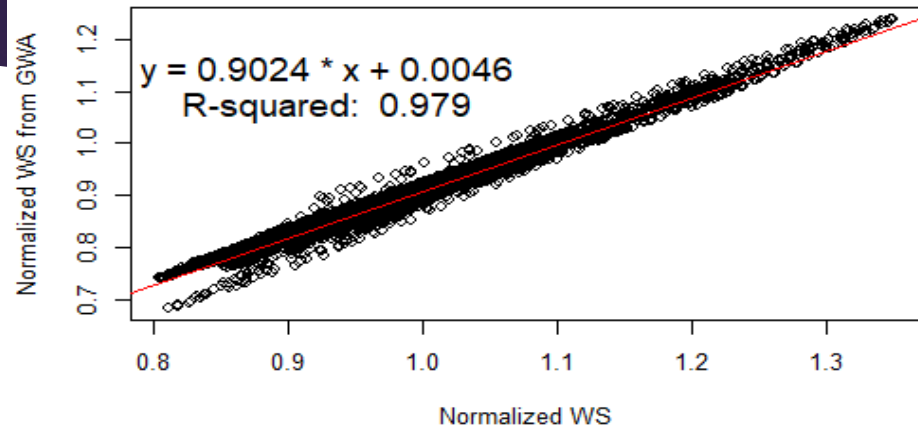


Power vs GWA Power at 86m

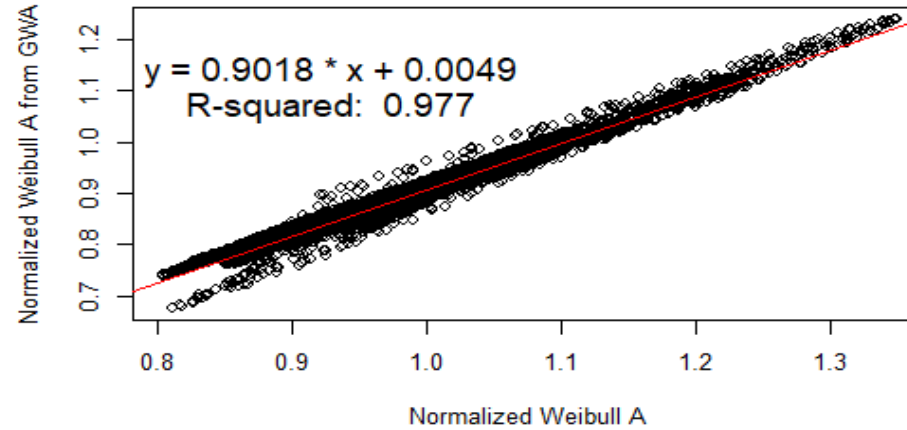


Akdeniz Bölgesi (Direk-3)

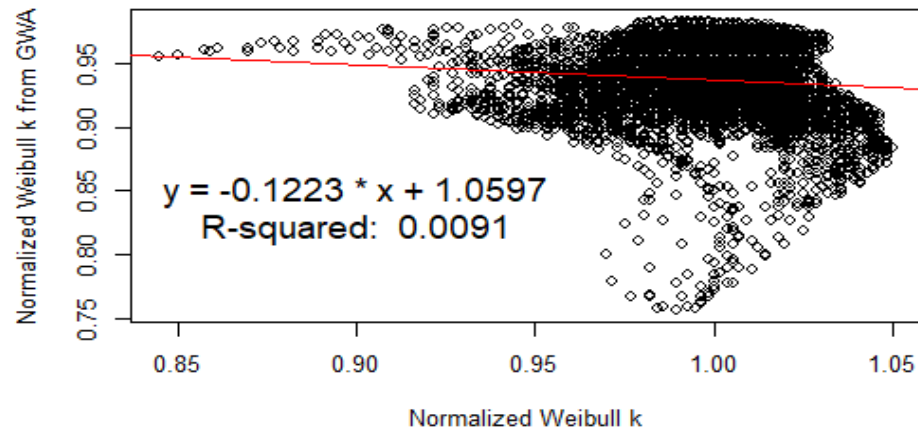
Windspeed vs GWA Windspeed at 100m



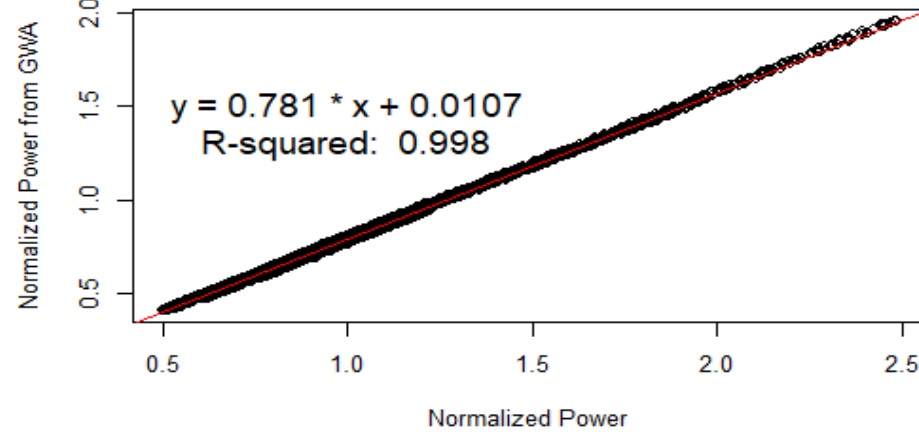
Weibull A vs GWA Weibull A at 100m



Weibull k vs GWA Weibull k at 100m



Power vs GWA Power at 100m



15m ve 100m seçilmiş yükseklikler olup, ara yükseklik ölçüm yüksekliğidir.

| Direk | z [m] | U [m/sn] | | | A [m/sn] | | | k [-] | | | Güç Yoğunluğu [W/m ²] | | |
|-------|-------|----------|---------|----------------|----------|---------|----------------|---------|---------|----------------|-----------------------------------|---------|----------------|
| | | Eğim | Ofset | R ² | Eğim | Ofset | R ² | Eğim | Ofset | R ² | Eğim | Ofset | R ² |
| 1 | 15 | 1.2267 | 0.0174 | 0.936 | 1.2286 | 0.0218 | 0.938 | 1.0839 | -0.0089 | 0.814 | 1.8393 | -0.0566 | 0.882 |
| | 86 | 1.0981 | -0.0237 | 0.927 | 1.0965 | -0.0231 | 0.932 | 0.2200 | 0.7539 | 0.026 | 1.3399 | -0.0538 | 0.817 |
| | 100 | 1.0682 | -0.0006 | 0.928 | 1.0669 | 0.0002 | 0.932 | 0.1573 | 0.8278 | 0.013 | 1.2628 | -0.0191 | 0.805 |
| 2 | 15 | 1.3228 | 0.0952 | 0.742 | 1.3496 | 0.0866 | 0.758 | 0.5942 | 0.5277 | 0.257 | 2.6284 | 0.0902 | 0.466 |
| | 80 | 1.0475 | 0.1166 | 0.735 | 1.0467 | 0.1156 | 0.750 | 0.0353 | 0.9401 | 0.003 | 1.5239 | 0.1599 | 0.546 |
| | 100 | 1.0274 | 0.1368 | 0.723 | 1.0262 | 0.1375 | 0.737 | 0.0682 | 0.9223 | 0.010 | 1.4691 | 0.1709 | 0.546 |
| 3 | 15 | 1.1144 | 0.0022 | 0.972 | 1.1194 | 0.0002 | 0.968 | 0.3645 | 0.7478 | 0.034 | 1.2560 | -0.0097 | 0.998 |
| | 86 | 0.9136 | 0.0032 | 0.979 | 0.9131 | 0.0033 | 0.977 | -0.0737 | 1.0183 | 0.003 | 0.8029 | 0.0092 | 0.998 |
| | 100 | 0.9024 | 0.0046 | 0.979 | 0.9018 | 0.0049 | 0.977 | -0.1233 | 1.0597 | 0.009 | 0.7810 | 0.0107 | 0.998 |

SONUÇLAR

- ▶ Üç farklı çalışma alanı da farklı engebelilik değerlerine sahiptir yani tüm çalışma alanlarının arazi yapısı farklıdır.
- ▶ Karmaşık arazi yapısına göre büyükten küçüğe sıralama yaparsak; Ege Bölgesi'ndeki Direk-2, Marmara Bölgesi'ndeki Direk-1 ve Akdeniz Bölgesi'ndeki Direk-3 çalışma alanı olacaktır.
- ▶ Bu durumda engebelilik indeksi en yüksek olan Direk-2 deki sonuçların diğerlerine göre tutarsız olduğu gözlenmiştir.
- ▶ Weibull k parametresi hemen hemen tüm sahalar ve yüksekliklerde uyum göstermemektedir. Sadece 15m yüksekliklerde belki kabul edilebilir seviyede olsa dahi, tutarsızlığı açıkça gözlenmektedir.
- ▶ Buna göre, Küresel Rüzgar Atlası'nın arazinin karmaşık yapıda olmadığı alanlarda oldukça tutarlı olduğunu görebiliriz.
- ▶ Çalışmanın daha fazla noktada tekrar edilmesi atlasının güvenilirliği konusunda daha fazla bilgi verecektir ancak küçük yatırımcılar, saha koşullarını göz önüne alarak fizibilite çalışmalarında rahatlıkla Küresel Rüzgar Atlası'ndan yararlanabilir.

ZAMAN AYIRDIĐINIZ İÇİN TEŐEKKÜRLER

