

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE’NİN BÖLGESEL RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİNİN DAĞILIM
FONKSİYONLARI KULLANILARAK KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA YILMAZ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. MEHMET KURBAN

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ EMRAH DOKUR

BİLECİK, 2021

10434997

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE’NİN BÖLGESEL RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİNİN DAĞILIM
FONKSİYONLARI KULLANILARAK KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA YILMAZ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. MEHMET KURBAN

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ EMRAH DOKUR

BİLECİK, 2021

10434997

BEYAN

“Türkiye’nin Bölgesel Rüzgar Enerji Potansiyelinin Dağılım Fonksiyonları Kullanılarak Karşılaştırmalı Analizi” adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğum, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR		DESTEK ALINMAMIŞTIR	✗
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Destegın Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:		/.....	

Mustafa YILMAZ

21/12/2021

ÖN SÖZ

Tez çalışmam boyunca her türlü konuda bana yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Mehmet KURBAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca lisansüstü eğitim sürecinde bilgi, tecrübe ve destekleri ile yanımda olan Dr. Öğr. Üyesi Emrah DOKUR hocama da teşekkürleri borç bilirim.

Hayatımın her anında olduğu gibi, eğitim hayatım boyunca da beni destekledikleri ve yanımda oldukları için değerli aileme çok teşekkür ederim.

Mustafa YILMAZ

21/12/2021

ÖZET

TÜRKİYE’NİN BÖLGESEL RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİNİN DAĞILIM FONKSİYONLARI KULLANILARAK KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Modern toplumlarda ekonomik büyümenin en önemli göstergelerinden birisi enerjidir. Elektrik enerjisinin yaşamın her alanında kullanılması ile birlikte ona olan bağımlılık her geçen gün artmaktadır. İnsan yaşamının devam ettirilebilmesi ve yüksek seviyeleri çıkartılabilmesi için ihtiyaç duyulan enerjinin sürekli, kaliteli ve güvenli olarak sağlanabilmesi gerekmektedir. Nüfusun hızla artması ve sanayileşme nedeniyle enerji talebi sürekli artmaktadır. Günümüzde hızla artan enerji ihtiyacına paralel olarak konvansiyonel enerji kaynaklarının ekosistem üzerinde ki olumsuz etkilerinin olması, bu kaynakların rezervlerinin sınırlı miktarlarda olması ve bu kaynakların fiyatlarının her geçen gün artması nedeniyle elektrik enerjisi talebinin karşılanmasında yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanımı önem kazanmıştır. Ayrıca ülkemizin ekonomik olarak gelişmesinin önüne geçen en büyük etkenlerden birisi, konvansiyonel enerji kaynaklarında büyük ölçüde dışa bağımlı olmamızdan kaynaklanmaktadır. Diğer bir yandan yenilenebilir enerji kaynakları ülkemizin dışa bağımlılığını ve cari açığı azaltmamıza yardımcı olacak en önemli etkenlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden biri ise rüzgar enerji sistemleridir. Bir bölgeye rüzgar enerjisi dönüştürme sistemi kurulmadan önce o bölgenin rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesi ve modellenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda bir bölgenin rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesinde bir çok farklı dağılım fonksiyonu önerilmektedir. Bu çalışma kapsamında, rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesinde İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu ve Rayleigh dağılım fonksiyonu kullanılarak performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda model performansının değerlendirilmesinde, Türkiye’de bulunan 81 il için 10 metre yükseklikte 2018 yılına ait saatlik rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Dağılım fonksiyonunun parametrelerinin belirlenmesinde Maksimum olabilirlik metodu kullanılmış, model performans kriteri için ise hataların karelerinin ortalamasının karekökü (RMSE) kullanılarak dağılım fonksiyonlarının gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu karşılaştırılmıştır. Çalışmada yapılan bütün analizler için Matrix Laboratory (MATLAB) programı kullanılmış olup aylık ve yıllık rüzgar hızları Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları ile istatistiksel olarak modellenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar Enerjisi, Potansiyel Analiz, Dağılım Fonksiyonları, Enerji.

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF REGIONAL WIND ENERGY POTENTIAL OF TURKEY BY USING DISTRIBUTION FUNCTIONS

Energy is one of the most important indicators of economic growth in modern societies. Using electrical energy in every aspect of life makes us more dependent to electrical energy day by day. In order to sustain human life and make its standards higher, required energy should be provided continuously and safely. Due to the rapid increase in population and industrialization, energy demand is constantly increasing. Due to the negative effects of conventional energy sources on the ecosystem in parallel with the rapidly increasing energy demand, the use of renewable and clean energy sources has gained importance in meeting the demand for electricity. Moreover, one of the biggest factors that prevent the economic development of our country is that we are dependent on foreign countries to a large extent in conventional energy sources. On the other hand, renewable energy sources are one of the most important factors that will help us reduce our country's dependence on foreign countries and the current account deficit. One of the most important renewable energy sources is wind energy systems. Before the installation of a wind energy conversion system in a region, the wind speed characteristic of that region should be determined and modeled. In this context, many different distribution functions are proposed in determining the wind speed characteristic of a region. In this paper, performance analysis was performed by using two-parameter Weibull function and Rayleigh distribution function for determination of wind speed characteristics. In this context, in the evaluation of the model performance, hourly wind speed data of 2018 at an altitude of 10 meters for 81 provinces in Turkey were used. The maximum likelihood method was used to determine the parameters of the distribution function and the Root Mean Square Error (RMSE) was calculated for the model performance criteria. Matrix Laboratory (MATLAB) program was used for all analyzes and wind speed data which are monthly and yearly were statistically modeled with Burr Type XII distribution function.

Keywords: Wind Energy, Potential Analysis, Distribution Functions, Energy.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Rüzgar Enerjisi.....	1
1.1.1. Rüzgar Enerjisinin Ülkemizdeki Yeri	2
1.1.2. Tezin Amacı	3
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
3. RÜZGAR ENERJİ SİSTEMLERİ.....	7
3.1. Rüzgar Hızı ve Gücü.....	7
3.2. Türbin Yapıları	8
3.2.1. Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri.....	8
3.2.2. Dikey Eksenli Rüzgar Türbinleri.....	10
3.3. Rüzgar Hızının Tahmini.....	11
3.3.1. Zaman Ölçütlü Hız Tahmini	11
3.3.2. Fiziksel Hız Tahmini	11
3.3.3. İstatistiksel Hız Tahmini.....	11
3.3.4. Matematiksel Hız Tahmini	12
4. WEİBULL VE RAYLEİGH DAĞILIMI	13
4.1. Weibull Dağılımı.....	13

4.2. Rayleigh Dağılımı	14
4.3. Maksimum Olabilirlik Metodu	15
4.4. Hataların Karelerinin Ortalamasının Karekökü (RMSE).....	15
5. TÜRKİYE’NİN BÖLGESEL RÜZGAR ENERJİ POTANSİYEL ANALİZİ.....	16
5.1. Marmara Bölgesi.....	16
5.1.1. Bilecik	16
5.1.2. Kocaeli	18
5.1.3. Kırklareli	20
5.2. Ege Bölgesi	22
5.2.1. İzmir.....	22
5.2.2. Manisa	24
5.2.3. Uşak	26
5.3. Akdeniz Bölgesi	28
5.3.1. Adana.....	28
5.3.2. Antalya.....	30
5.3.3. Isparta.....	32
5.4. İç Anadolu Bölgesi.....	34
5.4.1. Eskişehir	34
5.4.2. Nevşehir	36
5.4.3. Yozgat	38
5.5. Karadeniz Bölgesi.....	40
5.5.1. Samsun.....	40
5.5.2. Sinop	42
5.5.3. Trabzon	44
5.6. Doğu Anadolu Bölgesi.....	46
5.6.1. Bitlis	46

5.6.2. Kars.....	48
5.6.3. Malatya.....	50
5.7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi	52
5.7.1. Mardin	52
5.7.2. Şanlıurfa	54
5.7.3. Şırnak.....	56
6. BÖLGESEL KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ	59
6.1. Marmara Bölgesi.....	59
6.2. Ege Bölgesi	60
6.3. Akdeniz Bölgesi	60
6.4. İç Anadolu Bölgesi.....	61
6.5. Karadeniz Bölgesi.....	62
6.6. Doğu Anadolu Bölgesi.....	64
6.7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi	65
6.8. Genel Karşılaştırma	66
7. SONUÇLAR	68
KAYNAKÇA	70
EKLER.....	75

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 5.1. Bilecik ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	17
Tablo 5.2. Bilecik ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	18
Tablo 5.3. Kocaeli ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	19
Tablo 5.4. Kocaeli ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri.....	20
Tablo 5.5. Kırklareli ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	21
Tablo 5.6. Kırklareli ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	22
Tablo 5.7. İzmir ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	23
Tablo 5.8. İzmir ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	24
Tablo 5.9. Manisa ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri.....	25
Tablo 5.10. Manisa ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	26
Tablo 5.11. Uşak ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	27
Tablo 5.12. Uşak ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri.....	28
Tablo 5.13. Adana ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	29
Tablo 5.14. Adana ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri.....	30
Tablo 5.15. Antalya ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	31
Tablo 5.16. Antalya ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	32
Tablo 5.17. Isparta ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri.....	33
Tablo 5.18. Isparta ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	34
Tablo 5.19. Eskişehir ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri.....	35
Tablo 5.20. Eskişehir ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	36
Tablo 5.21. Nevşehir ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	37
Tablo 5.22. Nevşehir ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri.....	38
Tablo 5.23. Yozgat ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	39
Tablo 5.24. Yozgat ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	40

Tablo 5.25. Samsun ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	41
Tablo 5.26. Samsun ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	42
Tablo 5.27. Sinop ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	43
Tablo 5.28. Sinop ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri.....	44
Tablo 5.29. Trabzon ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	45
Tablo 5.30. Trabzon ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri.....	46
Tablo 5.31. Bitlis ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	47
Tablo 5.32. Bitlis ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	48
Tablo 5.33. Kars ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	49
Tablo 5.34. Kars ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	50
Tablo 5.35. Malatya ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	51
Tablo 5.36. Malatya ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	52
Tablo 5.37. Mardin ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri.....	53
Tablo 5.38. Mardin ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	54
Tablo 5.39. Şanlıurfa ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	55
Tablo 5.40. Şanlıurfa ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri	56
Tablo 5.41. Şırnak ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri	57
Tablo 5.42. Şırnak ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri.....	58
Tablo 6.1. Marmara bölgesi için hata değerleri.....	59
Tablo 6.2. Ege bölgesi için hata değerleri	60
Tablo 6.3. Akdeniz bölgesi için hata değerleri	61
Tablo 6.4. İç Anadolu bölgesi için hata değerleri.....	62
Tablo 6.5. Karadeniz bölgesi için hata değerleri	63
Tablo 6.6. Doğu Anadolu bölgesi için hata değerleri.....	64
Tablo 6.7. Güneydoğu Anadolu bölgesi için hata değerleri	65
Tablo 6.8. Dağılım fonksiyonlarının birbirlerine göre uygunluk oranları.....	66

Tablo 6.9. Dağılım fonksiyonlarının gerçek rüzgar hızlarına uyumluluk oranı	66
--	-----------

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye'nin yıllara göre rüzgar santrallerinin kurulu gücü.....	2
Şekil 1.2. Türkiye'nin yıllara göre kurulu rüzgar gücünün toplam elektrik üretiminde yüzdelik payı .	3
Şekil 3.1. Rüzgar hızlarına göre güç eğrisi	8
Şekil 3.2. Yatay eksenli rüzgar türbini çeşitleri ve bileşenleri.....	9
Şekil 3.3. Üç kanatlı bir rüzgar türbininin bileşenleri.....	9
Şekil 3.4. Dikey eksenli rüzgar türbinleri	10
Şekil 4.1. Weibull şekil parametresinin dağılım fonksiyonuna etkisi($c=5\text{m/s}$ için)	13
Şekil 4.2. Weibull ölçek (c) parametresinin dağılım fonksiyonuna etkisi($k=2.5\text{m/s}$ için)	14
Şekil 5.1. Bilecik ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	17
Şekil 5.2. Kocaeli ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	19
Şekil 5.3. Kırklareli ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	21
Şekil 5.4. İzmir ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	23
Şekil 5.5. Manisa ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	25
Şekil 5.6. Uşak ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması.....	27
Şekil 5.7. Adana ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	29
Şekil 5.8. Antalya ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	31
Şekil 5.9. Isparta ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	33
Şekil 5.10. Eskişehir ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	35
Şekil 5.11. Nevşehir ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	37
Şekil 5.12. Yozgat ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	39
Şekil 5.13. Samsun ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	41
Şekil 5.14. Sinop ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması.....	43
Şekil 5.15. Trabzon ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması.....	45
Şekil 5.16. Bitlis ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	47

Şekil 5.17. Kars ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	49
Şekil 5.18. Malatya ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması.....	51
Şekil 5.19. Mardin ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	53
Şekil 5.20. Şanlıurfa için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması.....	55
Şekil 5.21. Şırnak ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması	57

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

MLM	: Maksimum Olabilirlik Metodu
RMSE	: Hataların Karelerinin Ortalamasının Karekökü
PDF	: Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
CDF	: Kümülatif Dağılım Fonksiyonu
NWP	: Numerik Hava Tahmini
ANN	: Yapay Sinir Ağı
GW	: Karışım Gamma ve Weibull Dağılımı
WW	: Karışım Weibull Dağılımı
NW	: Karışım Normal ve Weibull Dağılımı
NN	: Karışım Normal Dağılımı
MEP	: Karışım Entropi Prensibi Dağılımı
ρ	: Hava Yoğunluğu

1. GİRİŞ

İnsanlık dünyaya geldiği ilk günden itibaren pek çok buluşu hayata geçirmiştir. Şüphesiz bu buluşların temel amacı insan hayatını kolaylaştırmak olup her ortaya çıkan buluşla yapılan işler daha kolay, daha hızlı ve daha verimli bir hal almıştır. İnsanlığın yapmış olduğu önemli buluşlardan bazıları da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına olanak sağlayan buluşlar olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına olanak sağlayan bu buluşlar, doğal olarak bulunan ve sürekli devam eden enerji kaynaklarının kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu kaynaklar rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, hareketli su enerjisi(hidro güç) ve jeotermal enerji olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.1. Rüzgar Enerjisi

İnsanlık M.Ö. 5000’li yıllardan itibaren rüzgar enerjisini aktif olarak kullanmıştır. İlk rüzgar enerjisini kullanan insanlar, rüzgarın itme gücünden faydalanarak yapmış oldukları botların denizlerde ve nehirlerde hareketini insan gücü kullanmadan sağlamışlardır. Daha sonralardan insanlar tarım yaparak elde ettikleri tahılların öğütülmesi için yel değirmenlerini kullanarak rüzgar enerjisinin kullanımını yaygınlaştırmışlardır. Rüzgar enerjisinin kullanımı bununla da sınırlı kalmayıp basit yapıda olan su pompaları, rüzgar enerjisini kullanarak suyun bir yerden başka bir yere taşınması sağlanmıştır. Elektrik enerjisinin bulunması ile birlikte 1800’lü yılların sonu ve 1900’lü yılların başlarında rüzgar türbinleri kullanılmaya başlanmıştır(U.S. Energy Information Administration, 2020).

Elektrik enerjisi üretilirken günümüze kadar yaygın olarak kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil yakıtlarının kullanıldığı göze çarpmaktadır. Ancak elektrik enerjisi üretirken fosil yakıtların tüketimi hava kirliliği gibi çevresel sorunlara yol açmasının yanında insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca fosil enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalması ve bir gün bitebilecek olması başta ülkemiz olarak tüm dünya ülkeleri için büyük bir sorun haline gelmiştir. Bu sebeple yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının yaygınlaştırılmasına çalışılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde ise önemli bir yere sahip rüzgar enerjisi kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Rüzgâr enerjisi en çok bilinen ve en çok kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Rüzgâr, atmosferin ısınması ve soğumasından kaynaklanan sıcaklık ve basınç farkından oluşmaktadır. Yeryüzünün aldığı toplam güneş enerjisinin yaklaşık olarak %2’sinin rüzgârın kinetik enerjisine dönüştüğü tahmin edilmektedir. Bu miktarın toplam dünya enerji

tüketiminin 100'lerce katı kadar olduğu düşünülecek olursa, rüzgâr enerjisinin önemi daha da iyi anlaşılacaktır. Rüzgâr, kararlı, güvenilir, sürekli, kinetik bir enerji kaynağıdır.

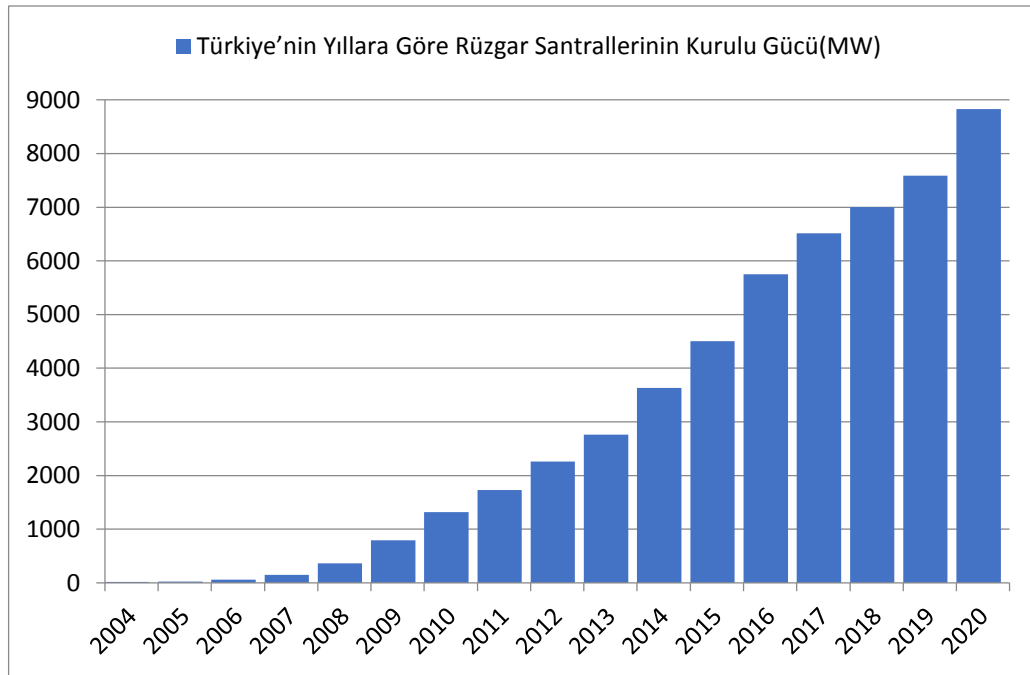
Rüzgâr enerjisi yerli, dışa bağımlı olmayan, doğal ve tükenmeyen, gelecekte de aynı oranda temin edilebilecek, asit yağmurlarına ve atmosferik ısınmaya yol açmayan, CO2 emisyonu olmayan, doğal bitki örtüsü ve insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmayan, fosil yakıt tasarrufu sağlayan, radyoaktif etkisi olmayan bir enerji kaynağıdır.

1.1.1. Rüzgar Enerjisinin Ülkemizdeki Yeri

Ülkemizin bütün dünya ülkelerinde olduğu gibi enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır.

Türkiye rüzgar potansiyeli bakımından zengin olan ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri rüzgar hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgar santrali kurulabileceği hesaplanmıştır.

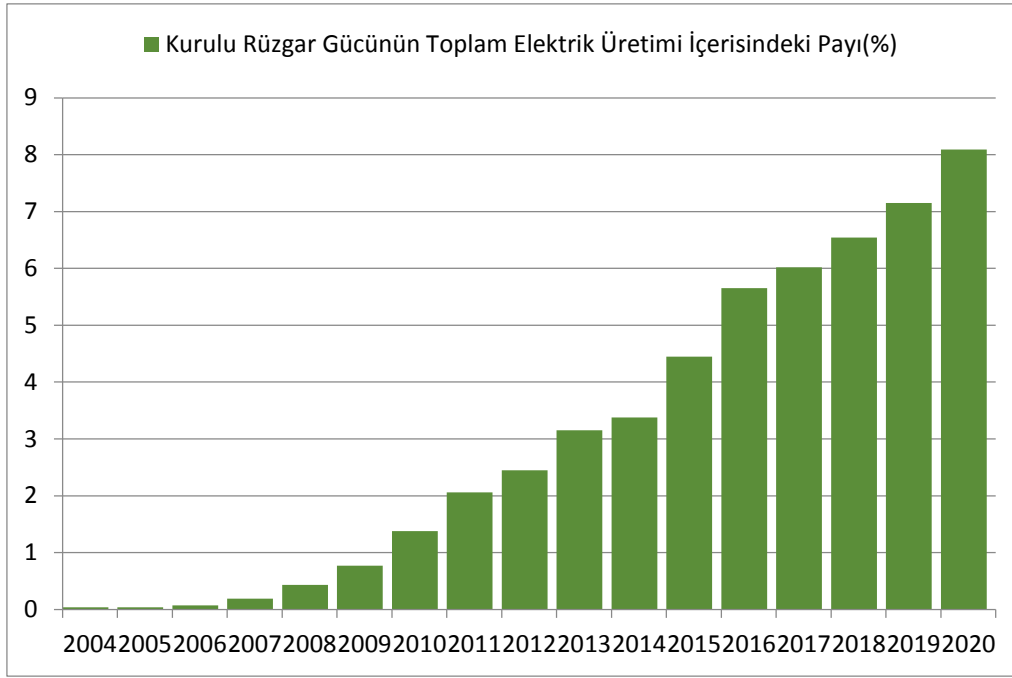
Türkiye'nin 2021 eylül ayı sonu itibariyle kurulu gücü 98788,5 MW'a rüzgar santrallerinin kurulu gücü ise 10167,5 MW'a ulaşmıştır(TEİAŞ, 2021).



Şekil 1.1. Türkiye'nin yıllara göre rüzgar santrallerinin kurulu gücü(MW)

Kaynak: (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021)

Türkiye'nin 2021 eylül ayı sonu itibariyle rüzgar santrallerinin kurulu gücünün Türkiye'nin toplam kurulu gücüne oranı ise %9,72 olmuştur(TEİAŞ, 2021).



Şekil 1.2. Türkiye'nin yıllara göre kurulu rüzgar gücünün toplam elektrik üretiminde yüzdelik payı

Kaynak: (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021)

1.1.2. Tezin Amacı

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ve bu kaynakların içerisinde büyük bir yüzdeye sahip olan rüzgar enerji sistemlerinin kurulumları her geçen gün artmaktadır. Enerji sektörünün anlık değişebilen taleplerde bulunan bir sektör olması sebebiyle kurulması planlanan rüzgar santrallerinin bulunduğu bölgelerin rüzgar hızı potansiyellerinin bilinmesi ve tahmin edilebilir olması büyük bir öneme sahiptir. Bu sebeple rüzgar hızlarının tahmin edilebilmesi için tahmin metotları kullanılmaktadır.

Belirlenen bölgelerde rüzgar hızlarının tahmin edilebilmesiyle birlikte, elektrik şebekesinde güç dengesinin sağlanması için modellemeler yapılabilmektedir. Ayrıca birim zamanda ne kadar enerji üretilebileceği de bu şekilde belirlenerek enerji üretiminde fosil yakıt tüketimi en aza indirilebilmektedir. Buna ek olarak rüzgar hızı tahmini konusunda yapılan hataların %10'a kadar maddi zararlara sebep olabileceği öngörülmüştür. Bu sebeple rüzgar enerjisi potansiyelinin tahmini büyük önem göstermektedir(Soman vd., 2010: 1; Fabbri vd., 2005: 1440).

Bu tez çalışmasında iki parametrelili Weibull dağılımı ve Rayleigh dağılımının, bir parametre tahmin metodu olan maksimum olabilirlik metodu(MLM) ile tahminleri yapıp belirtilen bölgelerdeki rüzgar hızı verileri ile karşılaştırmaları yapılmıştır. Çalışmanın amacı, bahsi geçen dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılıp gerçeğe en yakın sonuçları veren dağılım

fonksiyonunun belirlenmesidir. Elde edilen sonuçlara göre belirlenen bölgelerde rüzgar enerji dönüşüm santralleri kurulabilecektir.

Bu çalışmada kullanılan rüzgar hızı verileri, Türkiye'nin 81 ilini kapsamaktadır. Bahsi geçen rüzgar hızı verileri 1 yıllık bir zaman diliminde (01.01.2018-31.12.2018) saatlik olarak ölçülmüş verilerdir.

Ülkemizde bulunan 81 ilin rüzgar enerjisi potansiyel analizi bölgesel olarak ele alınmış ve bu bölgeler için hangi dağılım fonksiyonunun kullanılmasının uygun olacağı belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ali ve ark. Güney Kore'nin Deokjeok-do adası için 17 yıllık rüzgar hızı verilerini kullanarak adanın enerji potansiyelini araştırmışlardır. Aynı zamanda Weibull ve Rayleigh dağılımlarını da birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Yapılan bu karşılaştırma sonucunda Weibull dağılımının genel olarak daha iyi sonuçlar verdiği kanısına ulaşılmıştır.(Ali vd., 2018).

Bidaoui ve ark. Fas'ın kuzey kesiminde bulunan 5 şehir için Weibull ve Rayleigh dağılımlarının bahsi geçen şehirlerdeki rüzgar hızı potansiyellerinin tahmin edilebilmesi için karşılaştırmıştır. İki dağılım fonksiyonlarının sonuçları birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Ancak Weibull dağılımının gerçek rüzgar verilerine daha uyumlu olduğu tespit edilmiştir.(Bidaoui vd., 2019).

Gorla ve ark. Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan Cleaveland-Ohio'da 2009 ile 2019 yılları arasındaki saatlik rüzgar hızı verilerini kullanarak Rayleigh dağılımı için bölgenin rüzgar hızı potansiyelinin belirlenmesi adına bir araştırma yapmıştır. Yapılan araştırma sonucunda Rayleigh dağılımının bölgenin rüzgar enerji potansiyeline uygun sonuçlar verdiği saptanmıştır.(Gorla vd., 2020).

Mahmood ve ark. Irak'ta bulunan El Selman bölgesinde rüzgar hızı verilerini kullanarak Weibull dağılımının gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda Weibull dağılımının bölgenin rüzgar enerji potansiyeline uygun sonuçlar verdiği saptanmıştır.(Mahmood vd., 2020).

Serban ve ark. Romanya'da bulunan Galati bölgesinin 2017 ve 2018 yıllarına ait 2 yıllık rüzgar hızı verilerini kullanarak Weibull dağılımının ve Rayleigh dağılımının gerçek rüzgar hızı verilerine uyumunu araştırmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda Weibull ve Rayleigh dağılımlarının bölgenin rüzgar enerji potansiyeline uygun sonuçlar verdiği saptanmıştır.(Serban vd., 2020).

Soulouknga ve ark. Chad'da bulunan Faya-Largeau bölgesinin rüzgar hızı verilerini kullanarak Weibull dağılımının gerçek rüzgar hızı verilerine uyumunu araştırmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda bölgenin rüzgar enerji potansiyelinin yüksek olduğu ve Weibull dağılımının gerçek rüzgar hızı verilerine uygun sonuçlar verdiği saptanmıştır.(Soulouknga vd., 2018).

Türkiye’de de bir çok bölge için rüzgar enerji potansiyeli incelenmiştir ve Weibull ve Rayleigh dağılımlarının parametre tahminlerine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Dokur ve Kurban, Bilecik ili için 2010 ile 2014 yılları arasındaki saatlik rüzgar hızı verilerini kullanarak Bilecik ilinin rüzgar hızı potansiyelinin belirlenebilmesi için Weibull dağılımını kullanarak çalışmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar neticesinde Bilecik ilinin rüzgar enerji santrali kurulumu için yeterli rüzgar enerji potansiyeli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Weibull dağılımının bölgenin gerçek rüzgar hızı verilerine uyumlu olduğunu da belirtmişlerdir.(Dokur vd., 2015).

Dokur, Ceyhan, ve Kurban, Türkiye’de bulunan 6 farklı bölge için iki parametrelili Weibull dağılımı, Rayleigh dağılımı ve Ters Weibull dağılımını analiz edip karşılaştırmışlardır. Her bir dağılım fonksiyonunun farklı bölgeler için verdiği sonuçlar iyi olarak kabul edilmiştir. Fakat ters Weibull dağılımı ve Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. (Dokur vd., 2019: 22).

Akpınar ve Akpınar, Elazığ-Keban bölgesi için Weibull dağılımı ve Rayleigh dağılımı için parametre tahmin metotları kullanarak rüzgar hızı analizi yapmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Elazığ-Keban bölgesinin rüzgar hızı potansiyelinin düşük olduğu saptanmıştır. Dağılım fonksiyonları birbirleriyle karşılaştırılıp Weibull dağılımının daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.(Akpınar vd., 2005).

Kaplan, Osmaniye bölgesi için rüzgar enerjisinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Yapmış olduğu çalışmada Weibull ve Rayleigh dağılımlarını birbirleriyle karşılaştırıp sonuç olarak Weibull dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir.(Kaplan vd., 2016).

Gülersoy ve Çetin, Menemen bölgesinde 2008 ve 2009 yılları için rüzgar hızı verilerini kullanarak rüzgar enerji potansiyeli tahmini üzerine bir çalışma yapmıştır. Yapmış olduğu çalışmada Weibull ve Rayleigh dağılımlarını birbirleriyle karşılaştırıp sonuç olarak Weibull dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir.(Gülersoy vd., 2010).

3. RÜZGAR ENERJİ SİSTEMLERİ

Rüzgar, güneşin atmosferi ısıtmasıyla, dünya üzerinde alçak basınç ve yüksek basınç noktaları bulunmasıyla ve dünyanın hareket etmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Oluşan bu rüzgar akımları çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Rüzgar türbinleri, rüzgar tarafından sağlanan mekanik enerjiyi kinetik enerjiye çevirmektedir. Elde edilen kinetik enerji jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Rüzgarın doğrusal hareketi, dairesel harekete dönüştürülerek, akım üreten bir jeneratöre aktararak elektrik üretimi sağlanmaktadır.

3.1.1. Rüzgar Hızı ve Gücü

Bir hava paketinin v hızı ile hareket ettiğini ve kütesinin m olduğunu farz edersek bu hava kütesinin kinetik enerjisi Denklem (3.1)'deki gibidir.

$$\text{Kinetik Enerji} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3.1)$$

Birim zamandaki enerji miktarına güç denir. Bir hava kütesinin v hızında hareket ettiğinde oluşturduğu güç Denklem (3.2)'de gösterildiği gibidir.

$$\text{Hava Kütesinin Gücü} = \frac{\text{Enerji}}{\text{Zaman}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\text{Kütle}}{\text{Zaman}} \right) v^2 \quad (3.2)$$

Denklem (3.3)'te ise ρ hava yoğunluğuna (kg/m^3) ve v hızına sahip belirli bir alandan geçen havanın debisi belirtilmiştir. Hava yoğunluğu 15 °C sıcaklıkta ve 1 atm basıçta 1.225 kg/m^3 olarak ölçülmektedir.

$$\text{Havanın debisi} = \rho \cdot A \cdot v \quad (3.3)$$

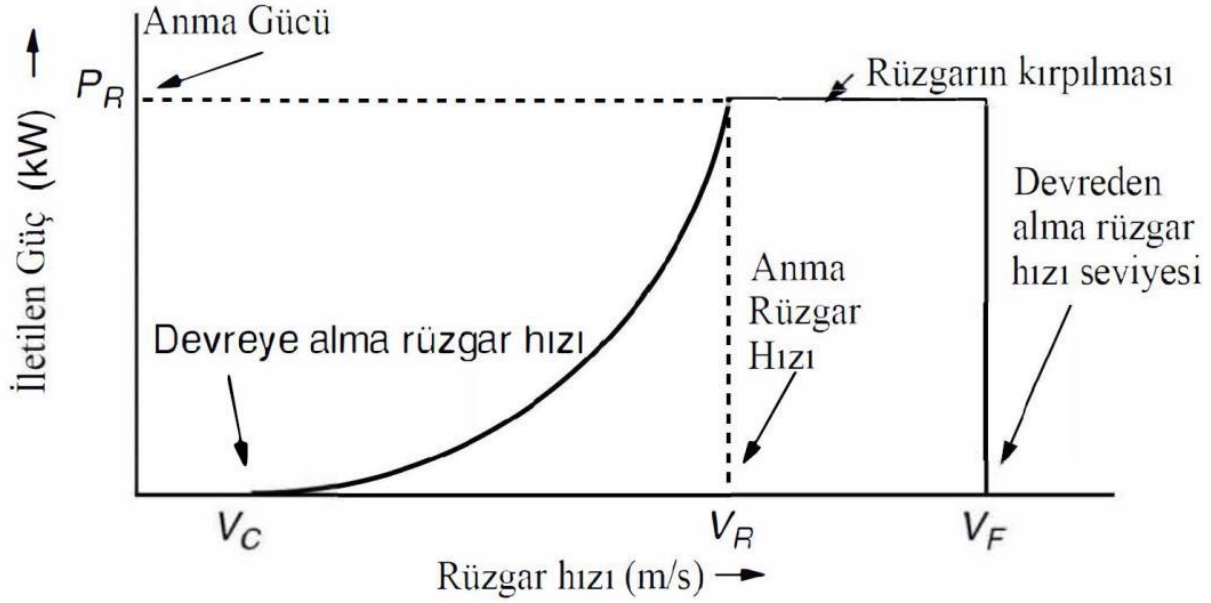
Denklem (3.4)'te ise rüzgar gücünün formülü verilmiştir.

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (3.4)$$

Rüzgar türbinleri için en önemli bilgilerden birisi güç eğrisidir. Bu eğri ile, rüzgar hızı ve jeneratörden üretilen elektrik enerjisi ve arasındaki ilişki belirtilebilmektedir. Şekil (3.1)'de örnek bir güç eğrisi verilmiştir.

Bir elektrik güç sisteminin sürekli ve tam güçte enerji üretmesi önemlidir. Bu anma gücü olarak belirtilir. 1 yılda bir jeneratör tam güçte çalışırsa anma gücünün 8760(saat/yıl) katı güç üretmiş olacaktır. Ama güç sistemleri tam kapasite ile 1 yıl boyunca çalışmadıkları sebebiyle tam kapasite ile enerji üretememektedirler. Üretilen yıllık enerjinin formülü Denklem (3.5)'te verilmiştir. Bu denklemde kullanılan kapasite faktörü 0 ile 1 arasında

değişim göstermektedir ve alınan enerji ile anma gücü arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Kapasite faktörünün formülü Denklem (3.6)'da gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Güç eğrisi

Kaynak: (Masters, 2013: 355)

$$\text{Yıllık Enerji (kW/yıl)} = \text{Anma Gücü(kW)} \times 8760(\text{saat/yıl}) \times \text{Kapasite Faktörü} \quad (3.5)$$

$$\text{Kapasite Faktörü} = \frac{\text{Üretilen Gerçek Enerji}}{\text{Anma Gücü} \times 8760} \quad (3.6)$$

3.2. Türbin Yapıları

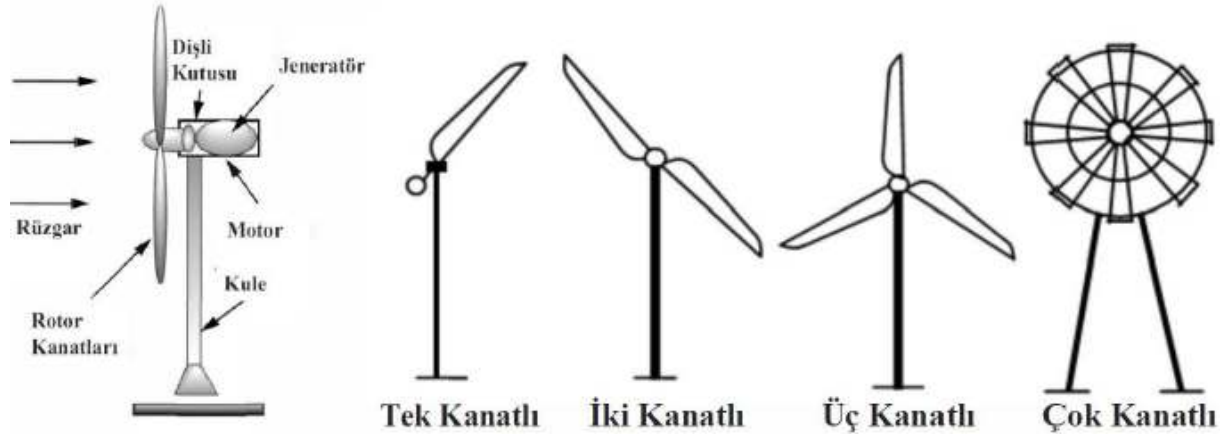
Rüzgar türbinleri yatay eksenli ve dikey eksenli olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Yatay rüzgar türbinleri hem rüzgar yönünde hem de rüzgara karşı çalışabilmektedirler. Ancak genellikle rüzgarı önden alacak şekilde tasarlanmışlardır.

Enerji üretimi amaçlı kullanılan türbinler ideal güç üretimi için en az 50 kW güce sahip olmalıdır. 50 kW ve altında güç üreten türbinler daha çok ev kullanımı için uygun görülmektedir.

3.2.1. Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri

Rüzgar enerji sistemlerinin büyük bir çoğunluğunda yatay tip rüzgar türbinleri kullanılmaktadır. Bu türbinlere yatay eksenli denmesinin sebebi dönme eksenlerinin yatay olmasıdır. Esnek hareket kontrolü kullanılarak rotor hızının ve güç çıktısının kontrol edilebilmesi yatay eksenli rüzgar türbinlerinin avantajları arasında yer almaktadır. Aynı

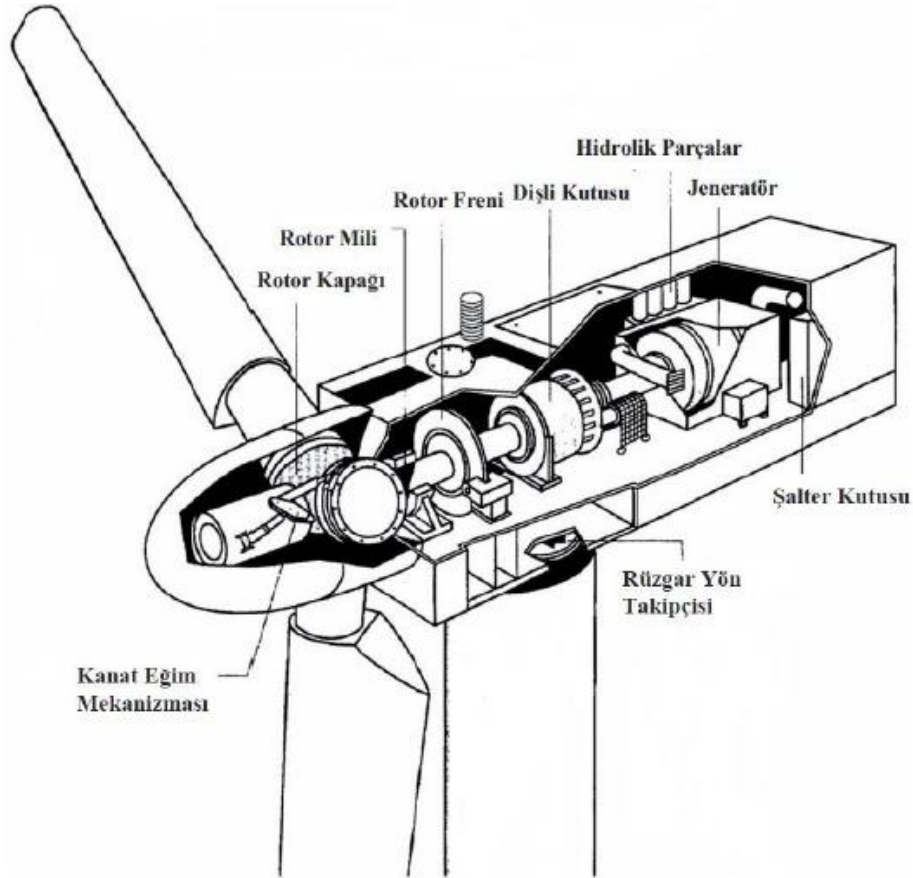
zamanda kanatlarının açısının bu şekilde kontrol edilebilmesi, türbini yüksek rüzgar hızlarından korumaktadır. Şekil (3.2)'de yatay eksenli rüzgar türbinleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Yatay eksenli rüzgar türbini çeşitleri ve bileşenleri

Kaynak: (Masters, 2013: 310; Patel ve Damania, 2013: 1402)

Şekil (3.3)'te ise yatay eksenli olan üç kanatlı bir rüzgar türbininin bileşenleri gösterilmiştir.

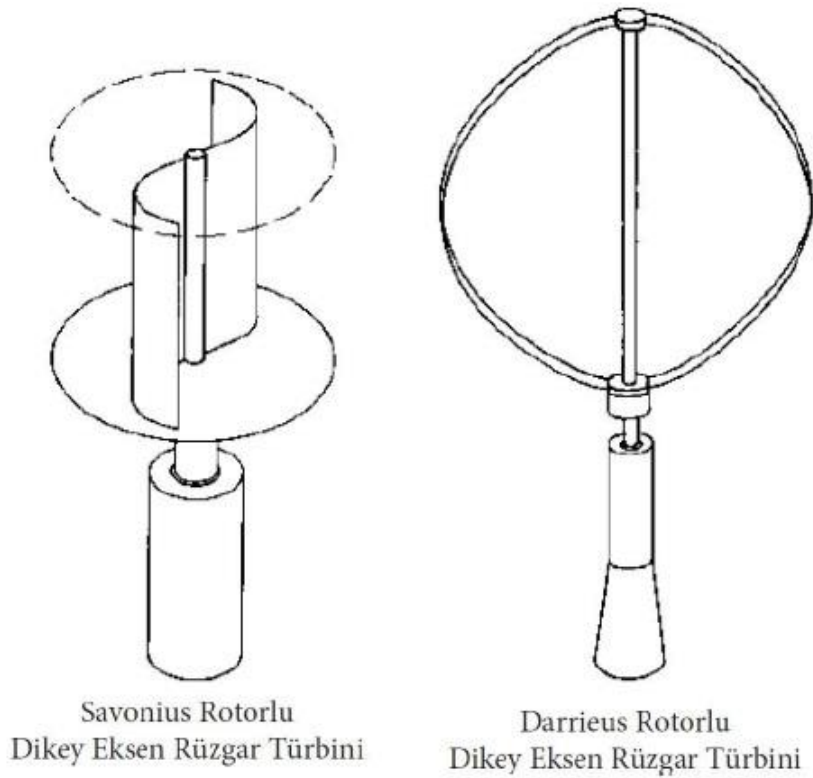


Şekil 3.3. Üç kanatlı bir rüzgar türbininin bileşenleri

Kaynak: (Wagner, 2018: 6)

3.2.2. Dikey Eksenli Rüzgar Türbinleri

Dikey eksenli rüzgar türbinleri Darrieus ve Savanious olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Darrieus tarafından 1925 yılında önerilen rüzgar türbininin kanatları kıvrımlıdır ve dikey bir eksen etrafında dönmektedir. Yatay eksenli türbinlerle karşılaştırıldığında bu türbinlerin kanat yapısı daha karmaşık olduğu için üretimleri zordur. Savanious tipi rüzgar türbinlerinin kanat ucu hızı düşük olması sebebiyle güç verimi düşüktür. Bu nedenle düşük güçlü rüzgar enerji sistemlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 3.4. Dikey eksenli rüzgar türbinleri

Kaynak: (Hau, 2013: 68)

Dikey eksenli rüzgar türbinlerinin avantajları şu şekildedir.

1. Elde edilen güç toprak seviyesinden alınması sebebiyle nakledilmesi kolaydır.
2. Jeneratör ve dişli kutusu yerde olması nedeniyle türbinin kuleye yerleştirilmesine gerek kalmaz. Bu sebeple kule masrafı olmaz.
3. Türbin mili hariç diğer parçaların bakım ve onarımı kolaydır.
4. Bu sistemler her açıdan rüzgar alabilmeleri sebebiyle türbinin rüzgar yönünde çevrilmesine gerek kalmaz. Bu nedenle dikey eksenli rüzgar türbinlerinin bir dümen sistemine ihtiyacı yoktur.

Dikey eksenli rüzgar türbinlerinin dezavantajları ise şu şekildedir.

1. Yere yakın olmaları sebebiyle düşük rüzgar hızlarında çalışmaktadırlar. Bu sebeple verimleri düşüktür.
2. Ayakta durabilmesi için teller kullanılması veya yere sabitlenmesi gerekmektedir.
3. Çalışmaya başlayabilmesi için ilk hareket verilmesi gerekmektedir. Bunun için ise ilk hareket motorunun sisteme eklenmesi gerekmektedir. Bu sebeple ek maliyetler ortaya çıkmaktadır.
4. Türbinin mil yataklarının değiştirilebilmesi için tüm makinenin yere yatırılması gerekmektedir.

Bu sebeplerden ötürü dikey eksenli rüzgar türbinlerine gösterilen ilgi azdır.

3.3. Rüzgar Hızının Tahmini

Rüzgar hızının tahmin edilebilmesi için bir çok metot kullanılmaktadır. Bu metotlar literatürde zamansal, fiziksel, istatistiksel ve matematiksel olmak üzere birkaç başlık altında toplanmıştır.

3.3.1. Zaman Ölçütlü Hız Tahmini

1. Ultra kısa dönem rüzgar hız tahmini(Bir saatten az)
2. Kısa dönem rüzgar hız tahmini(Bir saatten ile birkaç saate kadar)
3. Orta dönem rüzgar hız tahmini (Birkaç saatten bir haftaya kadar)
4. Uzun dönem rüzgar hız tahmini (Bir haftadan bir yıl ve üzerine kadar)

3.3.2. Fiziksel Hız Tahmini

- Numerik Hava Tahmini(NWP)

3.3.3. İstatistiksel Hız Tahmini

1. Yapay Sinir Ağı(ANN)
2. Zaman Serisi Modelleri
 - ARX
 - ARMA
 - ARIMA
 - Üstel Yumuşatma
 - Grey Öngörüler
 - Lineer Öngörüler

3.3.4. Matematiksel Hız Tahmini

1. Tekli Modeller

- İki Parametrelili Weibull Dağılımı
- Rayleigh Dağılımı
- Gamma Dağılımı
- Burr Dağılımı
- Normal Dağılımı
- Lognormal Dağılımı
- Log-Lojistik Dağılımı
- Kesilmiş Dağılım

2. Çoklu Modeller

- Karışım Gamma ve Weibull Dağılımı(GW)
- Karışım Weibull Dağılımı(WW)
- Karışım Normal ve Weibull Dağılımı(NW)
- Karışım Normal Dağılımı(WW)
- Karışım Entropi Prensibi Dağılımı(MEP)

Bu çalışmada iki parametrelili Weibull dağılımı ve Rayleigh dağılımı incelenmiştir. Bu iki dağılımda esnek ve basit yapıda olmaları ve ayrıca rüzgar hızları için isabetli sonuçlar vermelerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

4. WEİBULL VE RAYLEİGH DAĞILIMI

4.1. Weibull Dağılımı

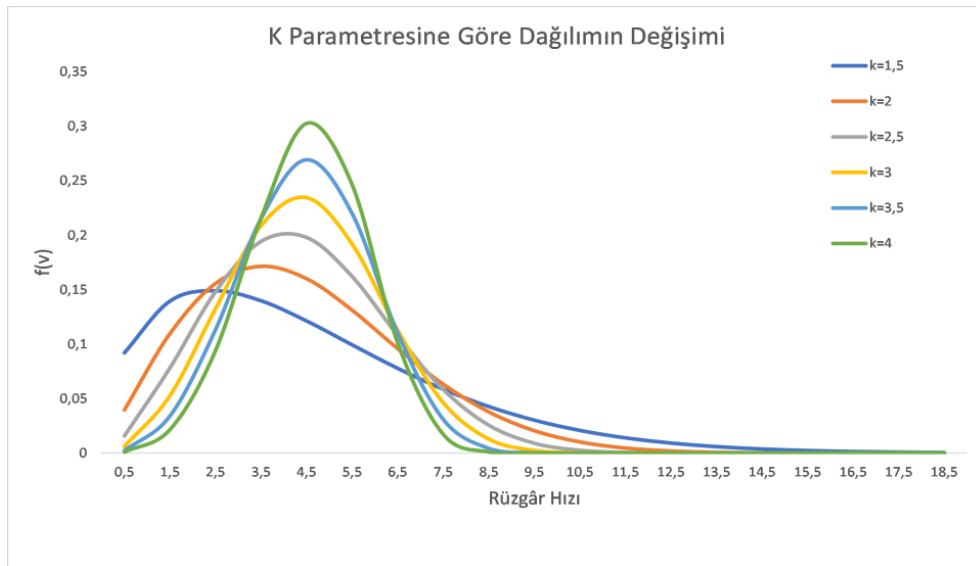
İsveçli bir mühendis olan Waloddi Weibull tarafından 1937 yılında önerilen Weibull dağılımı 1951 yılında yayınlanmıştır. Meteorolojide hava tahminleri, endüstri alanlarında üretilen ürünlerin güvenilirlik analizleri ve üretilen ürünlerin yaşam ömrünün hesaplanması gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu dağılım kümülatif başarısızlık oranlarını tanımlamaktadır(Clement ve Lasky, 2020: 1).

Pek çok çalışma incelendiğinde iki parametrelili Weibull dağılımı rüzgar hızı tahmininde yaygın olarak kullanılmaktadır. İki parametrelili Weibull dağılımı rüzgar hızı tahmini yapılırken isabetli sonuçlar vermektedir.

Weibull dağılımı, olasılık yoğunluk fonksiyonu(pdf) ve kümülatif dağılım fonksiyonu(cdf) içermektedir(Chang 2011: 1849).

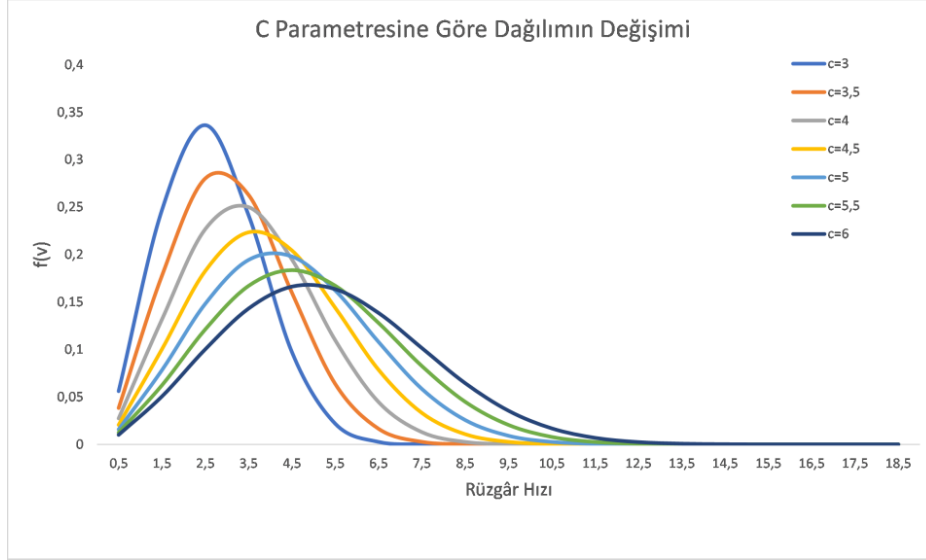
$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (4.1)$$

Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem (4.1)'de verilmiştir. $f(v)$ değeri, verilen rüzgar hızı(v) için hesaplanan Weibull fonksiyonu olarak gösterilmektedir. İki parametresinden biri olan (k) parametresi şekil parametresi iken (c) parametresi ise ölçek parametresidir. Elde edilen rüzgar verisinde Weibull dağılımı kullanılarak (k) ve (c) parametrelerinin tahminleri yapılmaktadır. Bu parametreler belirli metotlar kullanılarak hesaplanmaktadır.



Şekil 4.1. Weibull şekil parametresinin dağılım fonksiyonuna etkisi($c=5\text{m/s}$ için)

Weibull dağılımı rüzgar hızlarının modellenmesinde kullanıldığında ölçek(c) parametresinin yüksek olması kullanılan veri setinde yüksek rüzgar hızlarının bulunduğunu gösterirken şekil parametresinin(k) yüksek olması ise kullanılan veri setinin rüzgar hızı bakımından kararlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.2. Weibull ölçek (c) parametresinin dağılım fonksiyonuna etkisi(k=2.5m/s için)

$$F(v) = 1 - e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (4.2)$$

Weibull kümülatif dağılım fonksiyonu Denklem (4.2)'de verilmiştir. F(v) değeri, kümülatif dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir. Kümülatif dağılım fonksiyonu, rüzgar hızının belirli bir hızdan daha düşük olması veya o hıza eşit olması olasılığıdır.

4.2. Rayleigh Dağılımı

Rayleigh dağılımı, negatif değerli olmayan rastgele değişkenler için sürekli olan bir olasılık dağılımıdır.

İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonunun formunu alan Rayleigh dağılımı, Weibull dağılımından farklı olarak tek parametrelili bir dağılım fonksiyonudur. Weibull dağılımından farklı olarak Rayleigh dağılımının şekil parametresi olan k değerini '2.0' değerini almaktadır ve bu değer sabittir.

Rayleigh dağılımı, olasılık yoğunluk fonksiyonu(pdf) ve kümülatif dağılım fonksiyonu(cdf) içermektedir.

$$f_R(v) = \left(\frac{\pi}{2}\right) \left(\frac{v}{v_m^2}\right) e^{-\left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\left(\frac{v}{v_m}\right)^2\right)} \quad (4.3)$$

Rayleigh olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem (4.3)'te verilmiştir. $f_R(v)$ değeri, verilen rüzgar hızı(v) için hesaplanan Rayleigh fonksiyonu olarak gösterilmektedir.

$$F_R(v) = 1 - e \left[- \left(\frac{\pi}{4} \right) \left(\left(\frac{v}{v_m} \right)^2 \right) \right] \quad (4.4)$$

Weibull kümülatif dağılım fonksiyonu Denklem (4.4)'te verilmiştir. $F_R(v)$ değeri, kümülatif dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir. Kümülatif dağılım fonksiyonu, rüzgar hızının belirli bir hızdan daha düşük olması veya o hıza eşit olması olasılığıdır.

4.3. Maksimum Olabilirlik Metodu

Maksimum olabilirlik metodu, Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının parametrelerinin tahmin edilebilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Denklem (4.5)'te Weibull dağılımı için şekil parametresi olan k parametresinin formülü verilmiştir. Burada n gözlem sayısını, v_i ise i aralığında ölçülen rüzgar hızı değerini göstermektedir.

$$k = \left(\frac{\sum_{i=1}^n v_i^k \ln(v_i)}{\sum_{i=1}^n v_i^k} - \frac{\sum_{i=1}^n \ln v_i}{n} \right)^{-1} \quad (4.5)$$

Denklem (4.6)'da Weibull ve Rayleigh dağılımları için ölçek parametresi olan c parametresinin formülü verilmiştir.

$$c = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (v_i)^k}{\sum_{i=1}^n v_i^k} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (4.6)$$

4.4. Hataların Karelerinin Ortalamasının Karekökü (RMSE)

Bir hata performans kriteri olan hataların karelerinin ortalamasının karekökü(RMSE), tahmin edilen ve ölçülen değerler arasındaki sapmayı belirtmektedir. Elde edilen sapmanın sıfıra yakın olması yapılan tahminin isabetli olduğunu göstermektedir(Tizgui vd., 2017: 655; Kidmo vd., 2015: 120).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2} \quad (4.7)$$

Denklem (4.7)'de hataların karelerinin ortalamasının karekökünün(RMSE) formülü verilmiştir. Burada y_i değeri gerçek rüzgar hızını, x_i ise tahmin edilen rüzgar hızını temsil etmektedir.

5. TÜRKİYE’NİN BÖLGESEL RÜZGAR ENERJİ POTANSİYEL ANALİZİ

Bu çalışmada elde edilen rüzgar verileri MATLAB yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizlere göre bulunan sonuçlarla tablolar ve grafikler oluşturulup çalışma içerisinde sunulmuştur.

Bu çalışmada rüzgar verileri kullanılan şehirler bulundukları bölgeye göre;

1. Marmara Bölgesi
2. Ege Bölgesi
3. Akdeniz Bölgesi
4. İç Anadolu Bölgesi
5. Karadeniz Bölgesi
6. Doğu Anadolu Bölgesi
7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

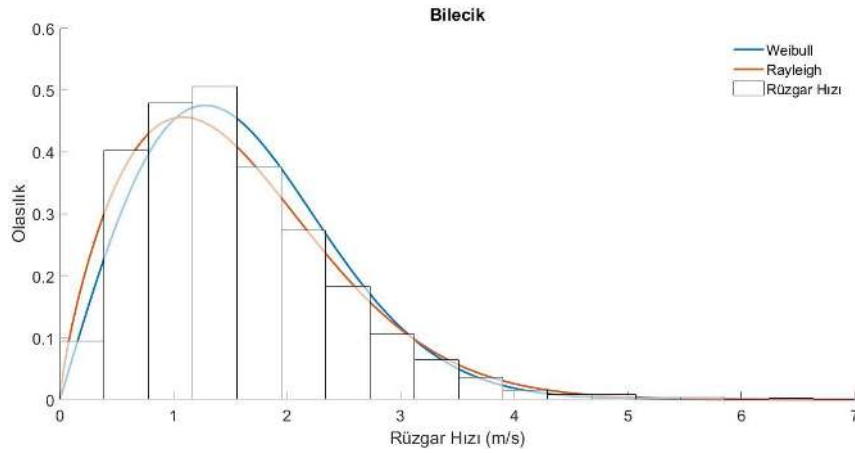
analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada bu bölgelerden her birisinin içerisinde 3’er tane şehir hakkında detaylı analiz yapılmış olup diğer şehirlerin tablo ve grafikleri ekler kısmına eklenmiştir. Bahsi geçen şehirlerin analizleri yapılırken kullanılan rüzgar hızı verileri 10 metre yükseklik için, saatlik ve 1 yıllık(2018) verilerdir. Bu veriler, İki Parametrelili Weibull Dağılımı ve Rayleigh Dağılımı için karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılırken Maksimum Olabilirlik Metodu kullanılmıştır. Maksimum Olabilirlik Metodunu tarafından tahmin edilen parametreler hata performans kriteri(RMSE) kullanılarak dağılım fonksiyonlarının gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar bölge bazında eklenmiş ve açıklamaları yapılmıştır. Bölgeler incelenirken her bölgeden 3 ilin aylık analizleri de yapılmış olup diğer iller için aylık analizler ekler kısmında çalışmanın sonunda verilmiştir.

5.1. Marmara Bölgesi

5.1.1. Bilecik

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.1)’de gösterilmiştir.

Şekil (5.1)’de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama genel olarak Rayleigh dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.1. Bilecik ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.1)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak bahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde mayıs ayında olduğu ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.1. Bilecik ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Bilecik(Weibull)				
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,5675	1,7834	0,0836	6,1141
Şubat	1,8238	1,5975	0,0855	3,5141
Mart	1,7265	1,8834	0,0811	6,1979
Nisan	1,8537	1,8048	0,0552	4,9652
Mayıs	2,0901	1,8062	0,0496	4,3659
Haziran	1,8233	1,8182	0,0594	5,1831
Temmuz	1,9769	1,8894	0,0605	5,2897
Ağustos	2,3807	1,9796	0,0782	5,1508
Eylül	1,9557	1,739	0,0729	4,1729
Ekim	1,4188	1,3208	0,57	2,9919
Kasım	2,1928	1,5579	0,063	2,6811
Aralık	1,4192	1,7001	0,0749	6,376
Yıllık	1,7604	1,7435	0,0472	4,7861

Tablo (5.2)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış ayları için olduğu, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

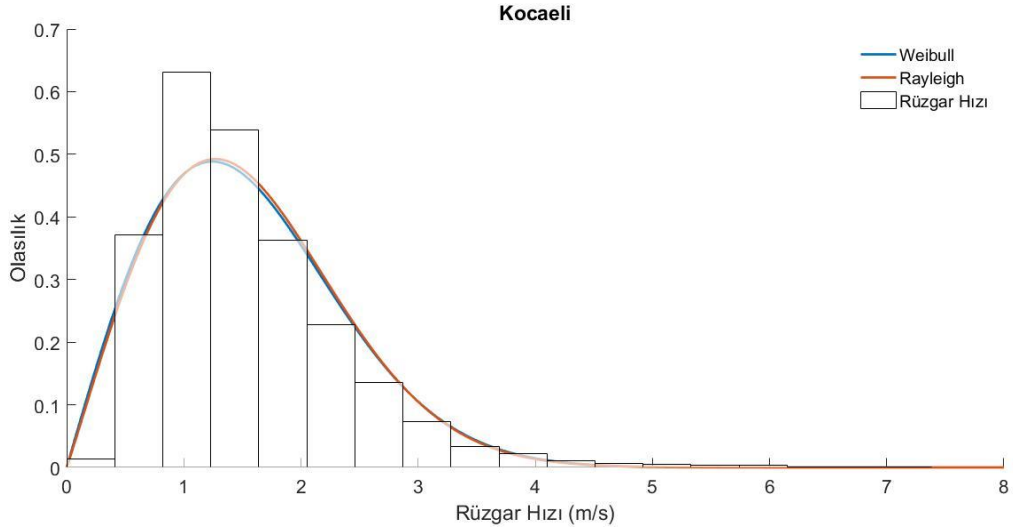
Tablo 5.2. Bilecik ili için Rayleigh dağılım fonksiyonunun analizleri

Bilecik(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,3654	0,084	2,0698
Şubat	1,1575	0,1202	1,261
Mart	1,3884	0,0948	2,1757
Nisan	1,3006	0,1288	1,7886
Mayıs	1,2657	0,1489	1,6484
Haziran	1,318	0,1161	1,8615
Temmuz	1,3395	0,1563	1,9542
Ağustos	1,3591	0,2003	2,0409
Eylül	1,2356	0,1677	1,5338
Ekim	1,0498	0,5655	0,9406
Kasım	1,082	0,1833	1,0298
Aralık	1,381	0,0705	2,1413
Yıllık	1,2763	0,093	1,6903

5.1.2. Kocaeli

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Kocaeli ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.2)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.2)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. İki dağılım fonksiyonu için de analizlerin sonucunda elde edilen farklar karşılaştırma yapıldığı takdirde yok denecek kadar azdır.



Şekil 5.2. Kocaeli ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.3)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.3. Kocaeli ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Kocaeli(Weibull)				
	k	c	RMSE	$P_w(W/m^2)$
Ocak	2,0171	1,7292	0,1208	4,1717
Şubat	2,0429	1,9957	0,1132	6,3294
Mart	1,7863	2,0629	0,1076	8,1685
Nisan	2,2065	1,8823	0,0776	4,9426
Mayıs	2,3489	1,786	0,0913	4,015
Haziran	2,2129	1,8058	0,0949	4,3535
Temmuz	2,3839	1,724	0,0995	3,5718
Ağustos	2,234	1,8141	0,1216	4,3784
Eylül	2,3869	1,7957	0,0754	4,033
Ekim	1,5808	1,23	0,6257	2,0783
Kasım	2,7961	1,6488	0,096	2,8354
Aralık	2,0049	1,707	0,1528	4,0385
Yıllık	2,0394	1,7647	0,0748	4,3837

Tablo (5.4)'te görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında, olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

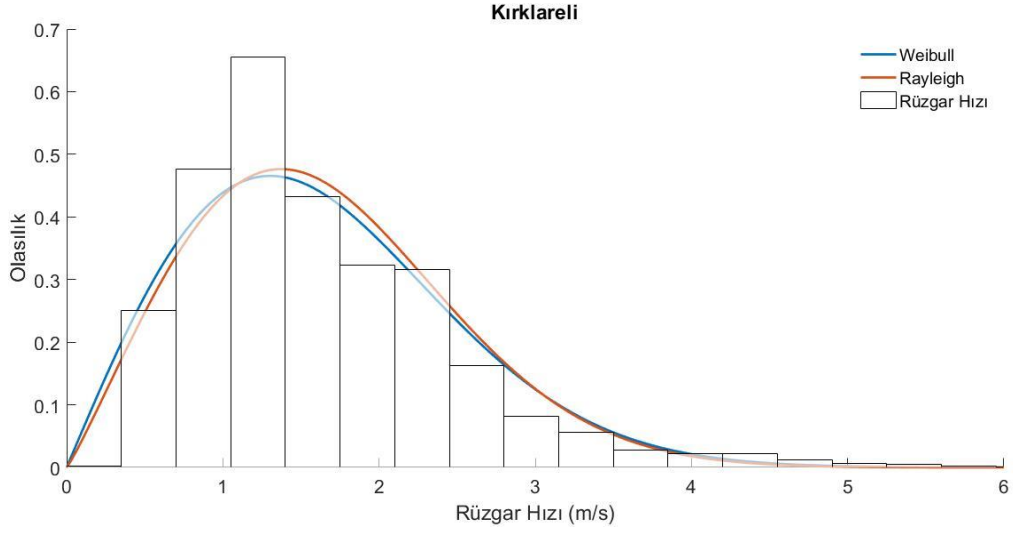
Tablo 5.4. Kocaeli ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Kocaeli(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,2201	0,1409	1,4766
Şubat	1,4035	0,1352	2,2477
Mart	1,5099	0,0903	2,7987
Nisan	1,3037	0,1457	1,8014
Mayıs	1,2245	0,1813	1,4929
Haziran	1,2498	0,1673	1,5873
Temmuz	1,1803	0,1902	1,337
Ağustos	1,2553	0,1624	1,6081
Eylül	1,2283	0,1855	1,5067
Ekim	0,9395	0,6251	0,6742
Kasım	1,1095	0,2647	1,1105
Aralık	1,2063	0,1575	1,4271
Yıllık	1,242	0,12	1,5575

5.1.3. Kırklareli

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Kocaeli ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.3)'te gösterilmiştir.

Şekil (5.3)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama genel olarak Rayleigh dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.3. Kırklareli ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.5)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış ve yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise şubat ayında olduğu ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.5. Kırklareli ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Kırklareli(Weibull)				
	k	c	RMSE	$P_w(W/m^2)$
Ocak	1,8125	1,8608	0,1191	5,7695
Şubat	2,1276	2,345	0,073	9,681
Mart	2,5278	2,1134	0,1066	6,1996
Nisan	2,1773	1,8503	0,1145	4,6569
Mayıs	2,5165	1,8586	0,0703	4,2293
Haziran	2,6465	1,7538	0,0992	3,446
Temmuz	2,2921	1,5888	0,0929	2,8243
Ağustos	2,8471	1,6957	0,163	2,9974
Eylül	2,3641	1,7655	0,0947	3,7847
Ekim	1,8436	1,5535	0,3727	3,2851
Kasım	2,0724	2,1929	0,1123	8,1176
Aralık	1,978	1,8129	0,1345	4,8117
Yıllık	2,106	1,8645	0,0659	4,913

Tablo (5.6)'da görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.6. Kırklareli ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

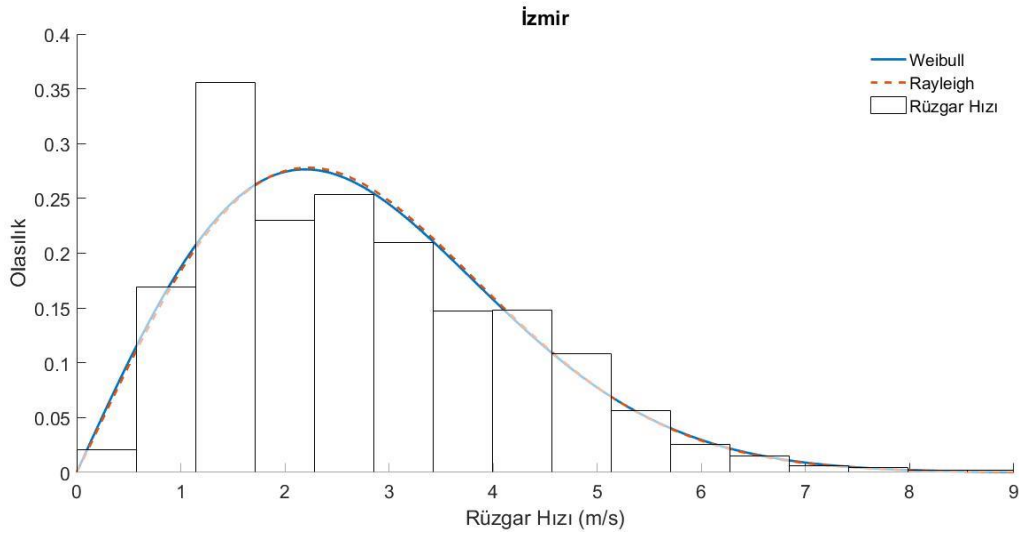
Kırklareli(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,3541	0,1014	2,0187
Şubat	1,6362	0,1113	3,5614
Mart	1,4355	0,1881	2,4053
Nisan	1,2833	0,1828	1,7181
Mayıs	1,2644	0,1915	1,64341
Haziran	1,187	0,21	1,3598
Temmuz	1,0937	0,1694	1,0636
Ağustos	1,1424	0,2726	1,2121
Eylül	1,211	0,1703	1,4438
Ekim	1,1237	0,3745	1,1536
Kasım	1,5377	0,1269	2,9561
Aralık	1,2856	0,1381	1,7274
Yıllık	1,3031	0,1184	1,7988

5.2.Ege Bölgesi

5.2.1. İzmir

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.4)'te gösterilmiştir.

Şekil (5.4)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. İki dağılım fonksiyonu için de analizlerin sonucunda elde edilen farklar karşılaştırma yapıldığı takdirde yok denecek kadar azdır.



Şekil 5.4. İzmir ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.7)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.7. İzmir ili için Weibull dağılım fonksiyonun MLM kullanılarak analizleri

İzmir(Weibull)				
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,8184	3,2192	0,0747	30,3354
Şubat	1,9927	2,9573	0,0705	21,1366
Mart	2,4172	3,9584	0,0392	42,8173
Nisan	1,8386	2,6604	0,0837	16,8854
Mayıs	2,2606	2,9314	0,0743	18,2957
Haziran	2,4133	3,0479	0,0504	19,5682
Temmuz	2,3194	3,5189	0,0503	31,0094
Ağustos	2,3449	3,3986	0,0642	27,7053
Eylül	2,1391	3,3911	0,051	29,7105
Ekim	1,6683	2,3468	0,4012	13,2486
Kasım	2,1114	3,0618	0,0865	22,1358
Aralık	2,1133	2,7888	0,0864	16,7135
Yıllık	2,0259	3,1112	0,0486	24,1901

Tablo (5.8)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar ve kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

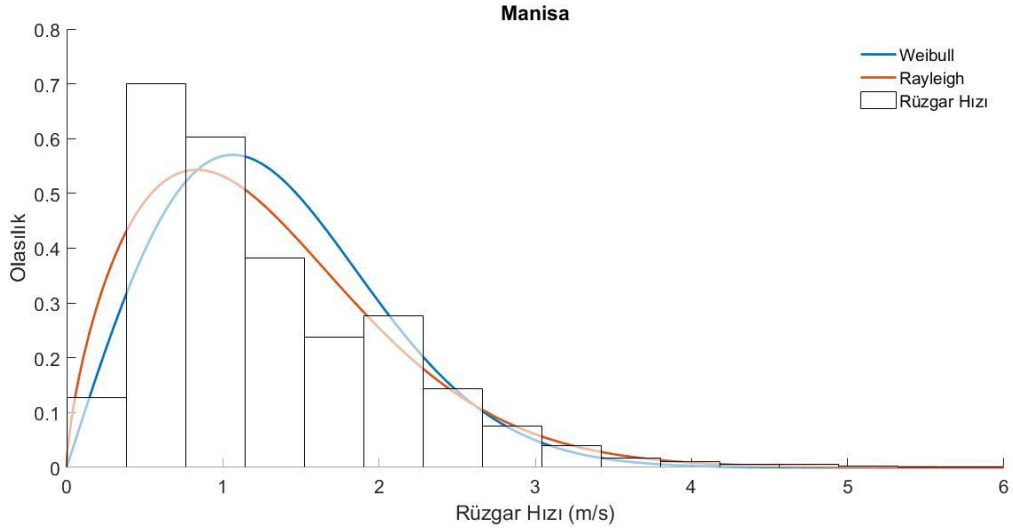
Tablo 5.8. İzmir ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

İzmir(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	2,3351	0,0756	10,3526
Şubat	2,0929	0,0865	7,4535
Mart	2,7067	0,0896	16,1227
Nisan	1,925	0,0837	5,7995
Mayıs	2,024	0,0977	6,7411
Haziran	2,0856	0,1152	7,3757
Temmuz	2,423	0,1	11,5654
Ağustos	2,3378	0,1102	10,3877
Eylül	2,366	0,0931	10,7681
Ekim	1,746	0,3841	4,3278
Kasım	2,1407	0,1085	7,9761
Aralık	1,9489	0,1068	6,0182
Yıllık	2,1937	0,0757	8,5833

5.2.2. Manisa

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.5)'te gösterilmiştir.

Şekil (5.5)'te görüldüğü gibi Manisa ili için İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumluluğu diğer illere göre daha az olduğu görülmektedir. Ama genel olarak Rayleigh dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.5. Manisa ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması,

Tablo (5.9)'da görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mayıs ayında olduğu ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.9. Manisa ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Manisa(Weibull)				
	k	c	RMSE	$P_w(W/m^2)$
Ocak	1,3479	1,2804	0,2133	3,1746
Şubat	1,6098	1,4415	0,0966	3,2243
Mart	1,5483	1,8128	0,0921	6,8447
Nisan	1,7561	1,4379	0,1224	2,811
Mayıs	2,1175	1,5533	0,0846	2,862
Haziran	1,9885	1,4872	0,1016	2,6755
Temmuz	2,0553	1,4961	0,0922	2,6325
Ağustos	2,6214	1,6706	0,0877	3,0337
Eylül	1,9104	1,5551	0,092	3,1977
Ekim	1,4414	0,9561	0,6645	1,1472
Kasım	1,6811	1,3427	0,1479	2,4363
Aralık	1,5523	1,1199	0,1698	1,6069
Yıllık	1,6755	1,4297	0,0764	2,9558

Tablo (5.10)'da görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

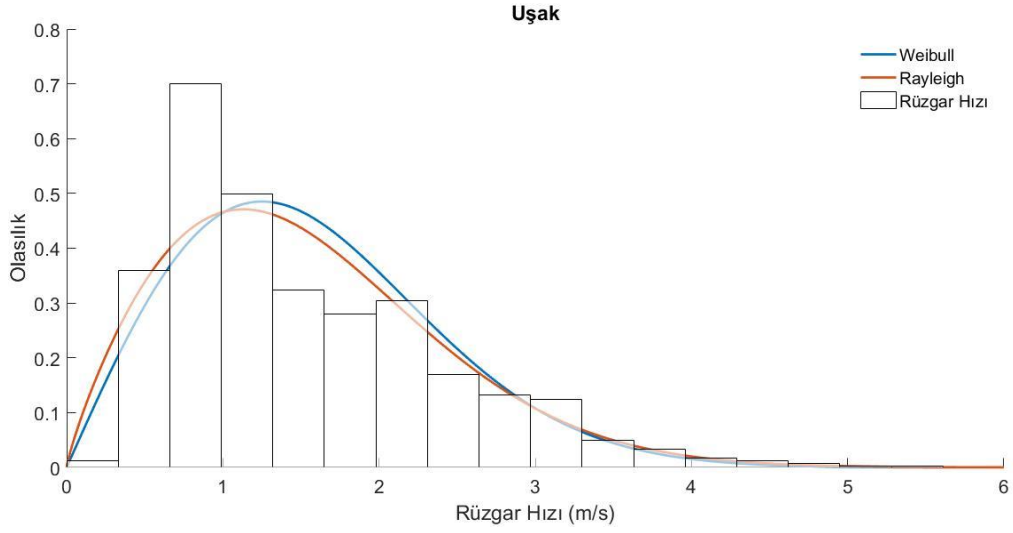
Tablo 5.10. Manisa ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Manisa(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,0572	0,2189	0,9608
Şubat	1,0949	0,1037	1,0672
Mart	1,3946	0,0912	2,2053
Nisan	1,0539	0,1318	0,9516
Mayıs	1,0853	0,1696	1,0393
Haziran	1,0531	0,148	0,9494
Temmuz	1,0516	0,1617	0,9455
Ağustos	1,134	0,2415	1,1855
Eylül	1,1109	0,1628	1,1147
Ekim	0,7495	0,6831	0,3423
Kasım	0,9949	0,1938	0,8006
Aralık	0,8595	0,1618	0,5162
Yıllık	1,0634	0,1095	0,9778

5.2.3. Uşak

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.6)'da gösterilmiştir.

Şekil (5.6)'da görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir. İki dağılım fonksiyonu için de analizlerin sonucunda elde edilen farklar karşılaştırma yapıldığı takdirde yok denecek kadar azdır.



Şekil 5.6. Uşak ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.11)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ağustos ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise kasım ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.11. Uşak ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Uşak(Weibull)				
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,8499	1,5199	0,1341	2,8497
Şubat	1,8547	1,6334	0,1157	3,5254
Mart	1,8831	1,7156	0,1163	4,01
Nisan	1,8593	1,828	0,1497	4,9263
Mayıs	1,8069	1,7593	0,1413	4,5525
Haziran	1,9347	1,8897	0,1506	5,1942
Temmuz	1,9716	1,9528	0,1484	5,613
Ağustos	2,0196	1,9965	0,0983	5,848
Eylül	1,8054	1,9871	0,1293	6,567
Ekim	1,8867	1,5733	0,1468	3,0858
Kasım	1,8191	1,5252	0,1753	2,9406
Aralık	1,9253	1,3957	0,1687	2,1042
Yıllık	1,8403	1,7302	0,1119	4,2305

Tablo (5.12)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.12. Uşak ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

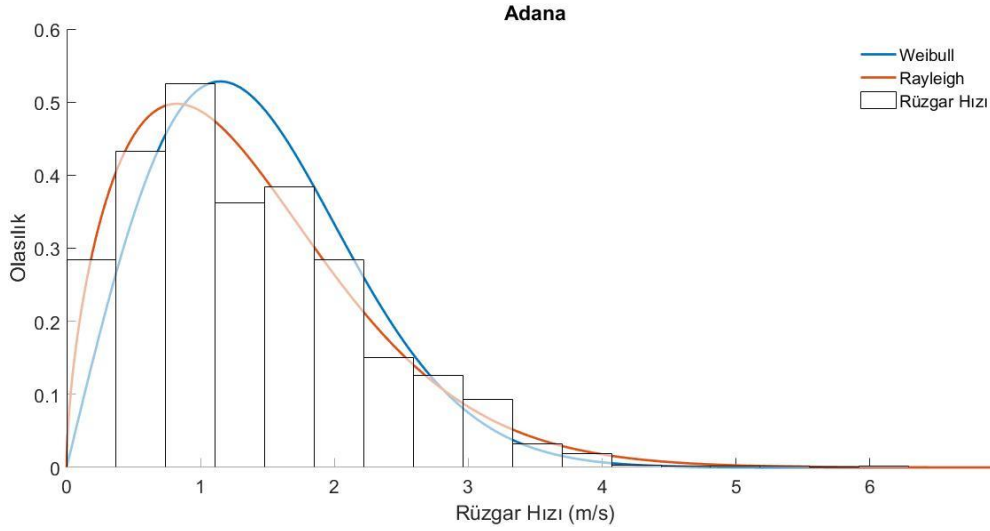
Uşak(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,0974	0,1455	1,0745
Şubat	1,177	0,1369	1,3256
Mart	1,2313	0,1434	1,5176
Nisan	1,3175	0,1585	1,8593
Mayıs	1,2792	0,133	1,7018
Haziran	1,3466	0,1708	1,9852
Temmuz	1,3852	0,1746	2,161
Ağustos	1,4088	0,1453	2,2732
Eylül	1,443	0,1485	2,443
Ekim	1,1291	0,1573	1,1703
Kasım	1,1073	0,1543	1,1039
Aralık	0,9967	0,1859	0,8051
Yıllık	1,2502	0,1248	1,5886

5.3. Akdeniz Bölgesi

5.3.1. Adana

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.7)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.7)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur.



Şekil 5.7. Adana ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.13)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise kasım ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.13. Adana ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Adana(Weibull)				
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,6096	1,4468	0,0517	3,2767
Şubat	1,8033	1,4263	0,0842	2,6614
Mart	1,2616	1,4106	0,0741	4,9949
Nisan	1,6	1,3565	0,0786	2,7269
Mayıs	1,8114	1,5284	0,0779	3,2558
Haziran	1,6885	1,6925	0,0517	4,8714
Temmuz	2,0159	2,016	0,0671	6,6012
Ağustos	1,6568	1,7945	0,078	5,9739
Eylül	1,5258	1,4608	0,0641	3,6935
Ekim	1,9543	1,4338	0,1079	2,4553
Kasım	1,4276	1,2561	0,1306	2,6653
Aralık	1,5211	1,4754	0,128	3,8267
Yıllık	1,5275	1,594	0,0381	3,9175

Tablo (5.14)'te görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında olduğu tespit edilmiştir.

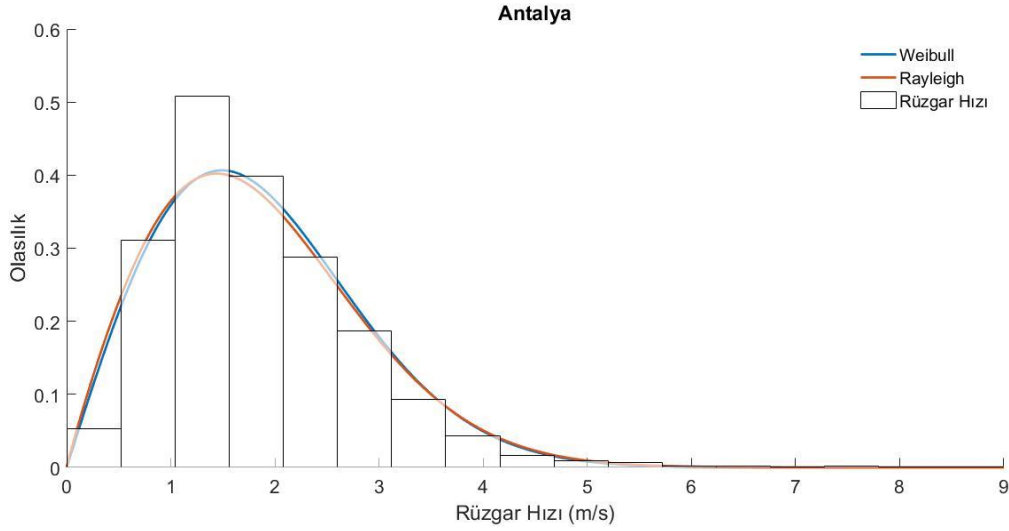
Tablo 5.14. Adana ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Adana(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,0881	0,1267	0,8955
Şubat	1,0326	0,1893	0,7654
Mart	1,1863	0,1659	1,1605
Nisan	1,0168	0,1802	0,7308
Mayıs	1,1049	0,182	0,9378
Haziran	1,2488	0,1322	1,3538
Temmuz	1,4234	0,1664	2,0047
Ağustos	1,3275	0,1644	1,6264
Eylül	1,1141	0,1541	0,9614
Ekim	1,02	0,1535	0,7376
Kasım	0,9831	0,2094	0,6604
Aralık	1,1196	0,2204	0,9757
Yıllık	1,1482	0,122	1,0524

5.3.2. Antalya

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.8)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.8)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur.



Şekil 5.8. Antalya ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.15)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise nisan ayında ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.15. Antalya ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Antalya(Weibull)				
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,6094	2,3339	0,1135	13,7949
Şubat	1,9244	2,1357	0,1139	8,2433
Mart	2,0315	2,2227	0,0824	8,7635
Nisan	2,2014	1,9166	0,0734	5,21
Mayıs	2,1644	1,9471	0,0809	5,5446
Haziran	1,9986	2,1302	0,1196	7,8463
Temmuz	2,0136	2,2212	0,0937	8,8256
Ağustos	2,048	1,9917	0,0839	6,2544
Eylül	2,3104	2,1241	0,0858	6,816
Ekim	1,7855	1,7895	0,4915	5,3172
Kasım	2,1058	2,0515	0,1521	6,6512
Aralık	2,3789	2,2746	0,1255	8,188
Yıllık	1,9413	2,093	0,0636	7,6816

Tablo 5.16. Antalya ili için Rayleigh dağılım fonksiyonunun analizleri

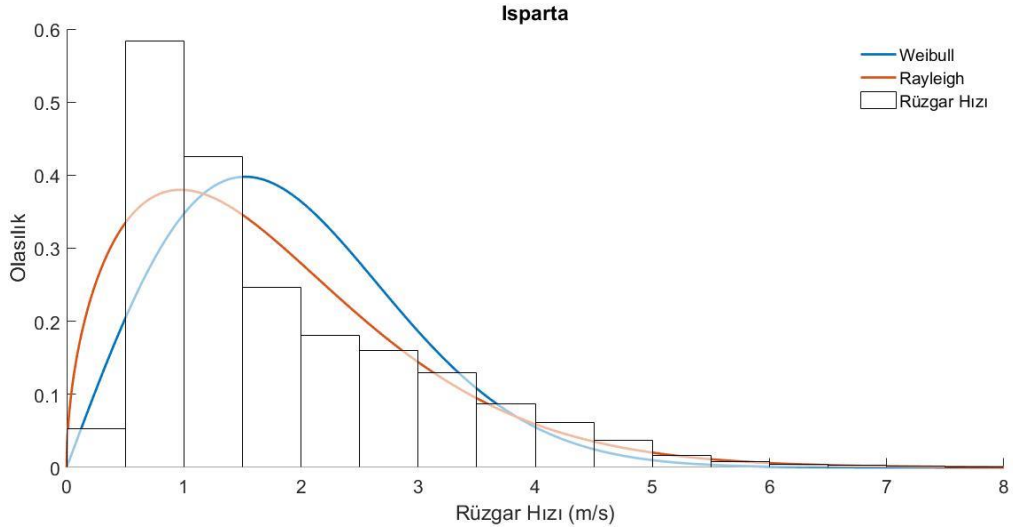
Antalya(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,8205	0,0924	4,9056
Şubat	1,5268	0,1299	2,894
Mart	1,5658	0,1081	3,1213
Nisan	1,3305	0,1658	1,9148
Mayıs	1,3538	0,1418	2,0174
Haziran	1,5065	0,1298	2,7799
Temmuz	1,5684	0,1431	3,1365
Ağustos	1,4013	0,1332	2,2374
Eylül	1,4606	0,1533	2,5332
Ekim	1,3089	0,4816	1,823
Kasım	1,4309	0,2143	2,3819
Aralık	1,5529	0,2001	3,0445
Yıllık	1,4919	0,0972	2,7

Tablo (5.16)'da görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında elde edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında elde edilmiştir.

5.3.3. Isparta

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.9)'da gösterilmiştir.

Şekil (5.9)'da görüldüğü gibi Isparta ili için İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumluluğu diğer illere göre daha az olduğu görülmektedir. Ama genel olarak Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.9. Isparta ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.17)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.17. Isparta ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Isparta(Weibull)				
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,4774	2,1	0,0998	10,4943
Şubat	1,5889	2,2766	0,1057	11,7504
Mart	1,6318	2,9406	0,0687	24,2567
Nisan	1,5125	2,051	0,113	9,3594
Mayıs	1,7146	1,754	0,1286	4,778
Haziran	1,707	1,9879	0,0926	7,0013
Temmuz	1,9388	2,1829	0,0945	7,8774
Ağustos	1,8598	2,0033	0,0902	6,3926
Eylül	1,6009	1,8307	0,0951	6,0345
Ekim	1,2276	1,2493	0,2861	3,3562
Kasım	1,6872	1,6273	0,1452	3,9064
Aralık	1,4338	1,7291	0,1431	6,2106
Yıllık	1,5193	1,9685	0,0834	8,2082

Tablo (5.18)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında olduğu ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.18. Isparta ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

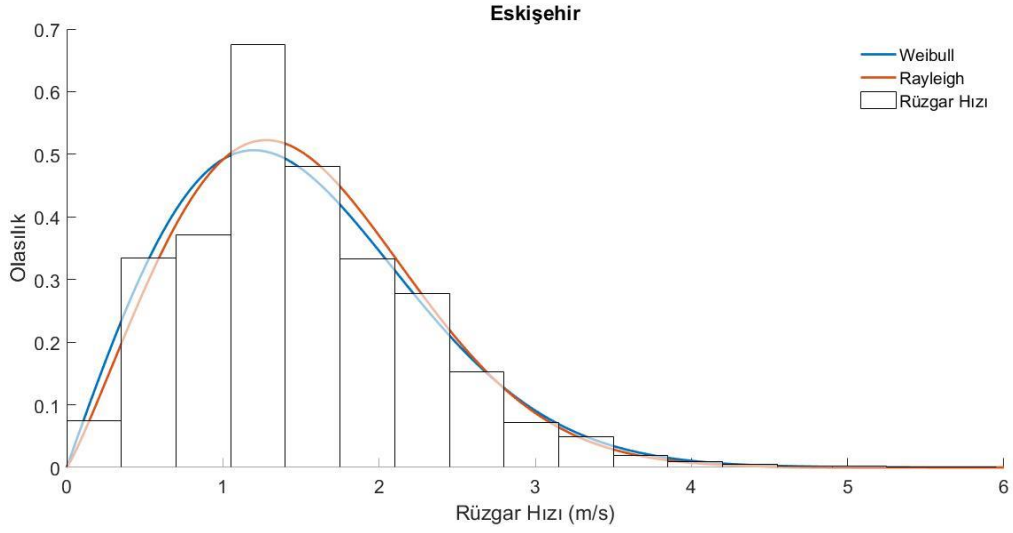
Isparta(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,6532	0,1062	3,6736
Şubat	1,7267	0,1247	4,1856
Mart	2,2045	0,0967	8,7106
Nisan	1,5941	0,1138	3,2934
Mayıs	1,2969	0,1231	1,7736
Haziran	1,471	0,1007	2,5878
Temmuz	1,5548	0,1157	3,0561
Ağustos	1,4422	0,1081	2,439
Eylül	1,3812	0,1136	2,1421
Ekim	1,0884	0,3417	1,0482
Kasım	1,2108	0,1198	1,4434
Aralık	1,3806	0,1324	2,1394
Yıllık	1,5247	0,0897	2,8817

5.4. İç Anadolu Bölgesi

5.4.1. Eskişehir

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.10)'da gösterilmiştir.

Şekil (5.10)'da görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama genel olarak Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.10. Eskişehir ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.19)'da görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar ve yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ağustos ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.19. Eskişehir ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Eskişehir(Weibull)				
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	2,0736	1,9066	0,0605	5,0252
Şubat	2,0319	1,8754	0,07	4,8804
Mart	1,8231	1,957	0,0686	6,2767
Nisan	2,0836	1,7264	0,0627	3,7132
Mayıs	2,4889	1,648	0,0814	2,7986
Haziran	2,5255	1,6697	0,0754	2,8832
Temmuz	3,1059	1,792	0,066	3,2107
Ağustos	2,9109	1,7631	0,1034	3,1426
Eylül	2,2683	1,6419	0,0953	2,9623
Ekim	2,0942	1,4664	0,0709	2,2646
Kasım	1,6853	1,3681	0,0834	2,389
Aralık	2,2945	1,732	0,061	3,4457
Yıllık	2,1362	1,7166	0,0365	3,5653

Tablo (5.20)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ağustos ayında olduğu tespit edilmiştir.

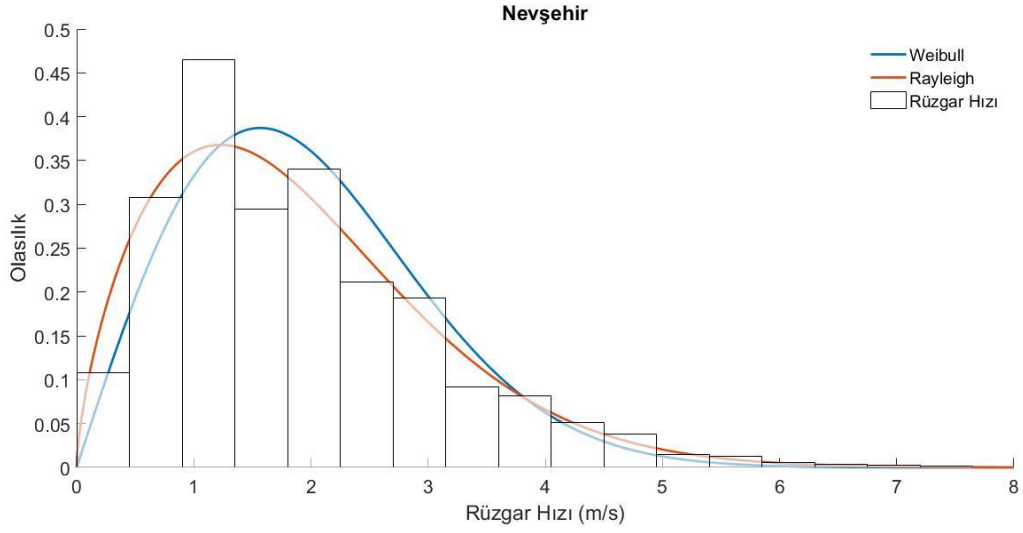
Tablo 5.20. Eskişehir ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Eskişehir(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,3379	0,1331	1,9471
Şubat	1,3214	0,1269	1,8758
Mart	1,4179	0,0973	2,3174
Nisan	1,2106	0,1652	1,4424
Mayıs	1,123	0,2316	1,1514
Haziran	1,1368	0,2244	1,1944
Temmuz	1,1995	0,2767	1,4033
Ağustos	1,1873	0,2992	1,3608
Eylül	1,1353	0,2259	1,1898
Ekim	1,0272	0,1849	0,8811
Kasım	1,0104	0,175	0,8387
Aralık	1,1965	0,2055	1,3927
Yıllık	1,1977	0,1457	1,3969

5.4.2. Nevşehir

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.11)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.11)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama genel olarak Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.11. Nevşehir ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.21)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise kasım ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.21. Nevşehir ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Nevşehir(Weibull)				
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,4682	2,1582	0,0633	11,2589
Şubat	1,6825	2,474	0,0666	13,4623
Mart	1,8449	2,8221	0,0516	17,6279
Nisan	1,7253	2,1185	0,0721	8,1504
Mayıs	2,0029	2,0181	0,0507	5,8683
Haziran	1,9578	1,97	0,0481	5,5939
Temmuz	2,1041	2,2332	0,0681	7,5685
Ağustos	1,9882	2,2032	0,0453	7,6954
Eylül	1,7623	1,963	0,057	6,2961
Ekim	1,5064	1,5999	0,333	4,3711
Kasım	1,5615	1,6114	0,1016	4,1908
Aralık	1,5729	2,1757	0,0569	10,1873
Yıllık	1,6752	2,1099	0,035	8,4043

Tablo (5.22)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar ve yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

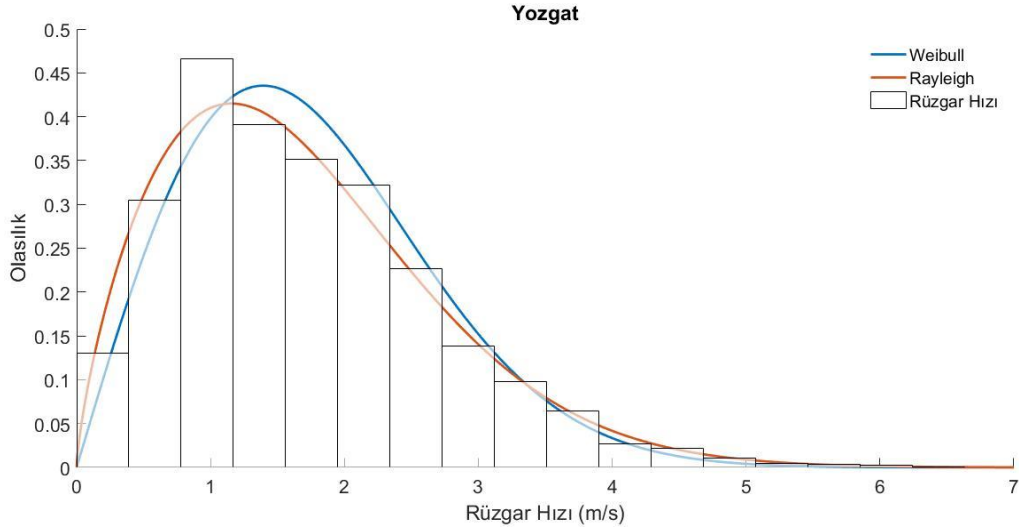
Tablo 5.22. Nevşehir ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Nevşehir(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,683	0,0862	3,876
Şubat	1,8309	0,1042	4,9897
Mart	2,0366	0,0742	6,8679
Nisan	1,5601	0,107	3,0874
Mayıs	1,4266	0,1393	2,3606
Haziran	1,3995	0,1306	2,2285
Temmuz	1,5637	0,1465	3,1084
Ağustos	1,5598	0,1299	3,0856
Eylül	1,4342	0,1089	2,3985
Ekim	1,2363	0,3405	1,5362
Kasım	1,2372	0,0876	1,5395
Aralık	1,6519	0,0824	3,6651
Yıllık	1,5667	0,0749	3,1266

5.4.3. Yozgat

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.12)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.12)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.12. Yozgat ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.23)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.23. Yozgat ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Yozgat(Weibull)				
	k	c	RMSE	$P_w(W/m^2)$
Ocak	1,6957	2,0769	0,0573	7,8292
Şubat	1,5728	1,9829	0,0749	7,6699
Mart	1,497	2,071	0,0522	9,5368
Nisan	2,1207	1,925	0,0901	4,7848
Mayıs	2,239	1,628	0,0683	2,7588
Haziran	2,0494	1,9148	0,0636	4,8676
Temmuz	2,5508	2,2074	0,0673	6,2575
Ağustos	2,7399	2,4364	0,0491	8,0745
Eylül	1,7808	1,8903	0,0728	5,5125
Ekim	1,4158	1,389	0,3832	3,2082
Kasım	1,5136	1,5866	0,059	4,2025
Aralık	1,4039	1,637	0,0881	5,3433
Yıllık	1,732	1,9006	0,0395	5,8198

Tablo (5.24)'te görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.24. Nevşehir ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

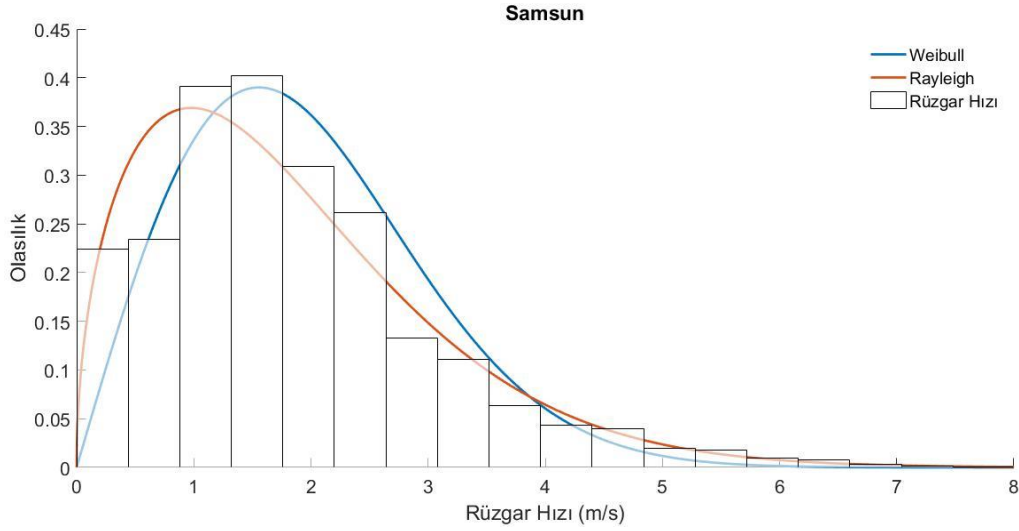
Yozgat(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,5369	0,0836	2,9518
Şubat	1,5051	0,1014	2,7721
Mart	1,5987	0,1032	3,3221
Nisan	1,3447	0,1507	1,9768
Mayıs	1,1273	0,1919	1,1647
Haziran	1,347	0,1379	1,9872
Temmuz	1,5031	0,1895	2,7613
Ağustos	1,65	0,1888	3,6521
Eylül	1,3726	0,1427	2,1025
Ekim	1,0974	0,404	1,0743
Kasım	1,215	0,1382	1,4581
Aralık	1,2893	0,1585	1,7424
Yıllık	1,3932	0,1014	2,1985

5.5. Karadeniz Bölgesi

5.5.1. Samsun

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.13)'te gösterilmiştir.

Şekil (5.13)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.13. Samsun ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.25)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, ve aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.25. Samsun ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Samsun(Weibull)				
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,5128	2,392	0,0544	16,4999
Şubat	1,3511	1,9757	0,0543	11,6818
Mart	1,4338	1,8947	0,0382	9,0854
Nisan	1,4376	1,716	0,0889	6,7128
Mayıs	1,3148	1,4841	0,1551	5,2698
Haziran	1,7966	2,1055	0,0828	8,6203
Temmuz	2,1956	2,4451	0,0813	10,879
Ağustos	2,3325	2,4441	0,0726	10,3431
Eylül	1,9485	2,242	0,0644	9,4355
Ekim	1,1197	1,2113	0,7095	4,4312
Kasım	1,4715	1,975	0,1185	9,7784
Aralık	1,5328	2,4023	0,044	16,325
Yıllık	1,5041	2,021	0,066	10,0581

Tablo (5.26)'da görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

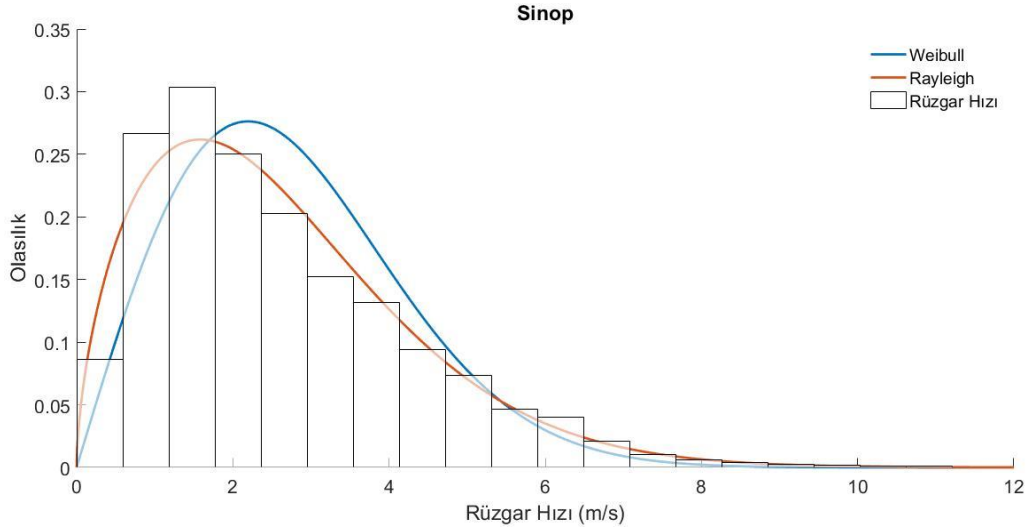
Tablo 5.26. Samsun ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Samsun(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,8382	0,0835	5,0496
Şubat	1,6126	0,0823	3,4095
Mart	1,5016	0,0806	2,7525
Nisan	1,3588	0,1129	2,0398
Mayıs	1,1918	0,2323	1,3763
Haziran	1,5264	0,1379	2,8913
Temmuz	1,6983	0,1467	3,9824
Ağustos	1,6814	0,1581	3,8645
Eylül	1,5945	0,1249	3,296
Ekim	1,0792	0,755	1,022
Kasım	1,5385	0,1332	2,9609
Aralık	1,8448	0,074	5,1042
Yıllık	1,5552	0,0968	3,0579

5.5.2. Sinop

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.14)'te gösterilmiştir.

Şekil (5.14)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.14. Sinop ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.27)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.27. Sinop ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Sinop(Weibull)				
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,6068	3,5701	0,0396	49,4005
Şubat	1,885	3,4898	0,0557	36,9185
Mart	2,0598	3,744	0,037	41,3935
Nisan	1,9446	3,2729	0,0628	29,3805
Mayıs	1,7057	2,5286	0,0544	16,0164
Haziran	1,7575	2,4502	0,0557	13,9723
Temmuz	1,6345	2,6997	0,0525	20,7862
Ağustos	1,6584	2,891	0,048	24,9566
Eylül	1,6063	2,732	0,0669	22,1495
Ekim	1,299	1,8246	0,2966	10,0654
Kasım	1,5252	2,8818	0,0581	28,3951
Aralık	1,6021	2,9809	0,0637	28,8934
Yıllık	1,6038	2,9107	0,0265	26,8519

Tablo (5.28)'da görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

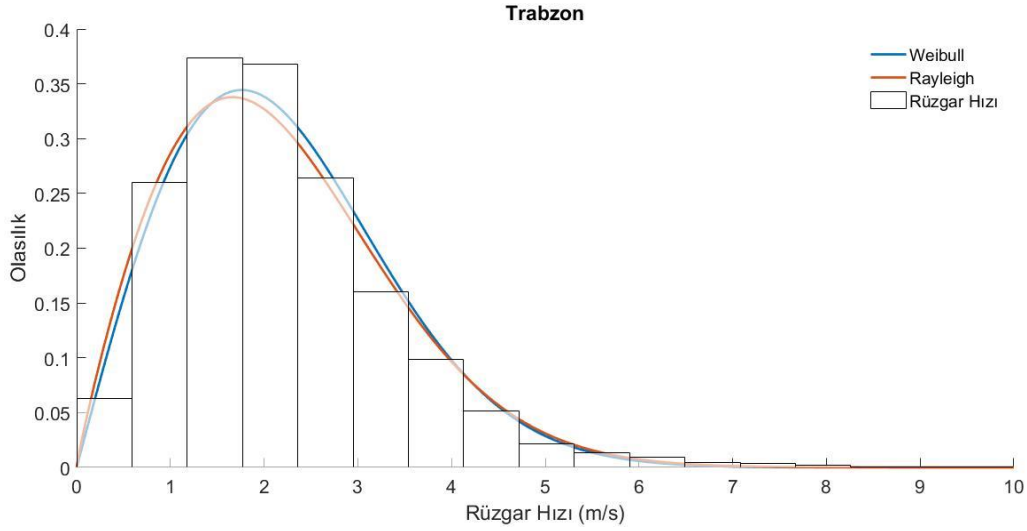
Tablo 5.28. Sinop ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Sinop(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	2,6934	0,0584	15,885
Şubat	2,5036	0,0706	12,7591
Mart	2,6316	0,0808	14,8171
Nisan	2,3287	0,0899	10,2674
Mayıs	1,8659	0,0837	5,2817
Haziran	1,7907	0,096	4,6688
Temmuz	2,0199	0,0774	6,7
Ağustos	2,1485	0,0778	8,0629
Eylül	2,0745	0,0642	7,2581
Ekim	1,5337	0,3075	2,9333
Kasım	2,2322	0,059	9,0433
Aralık	2,2478	0,0783	9,2343
Yıllık	2,1957	0,0504	8,6059

5.5.3. Trabzon

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.15)'te gösterilmiştir.

Şekil (5.15)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.15. Trabzon ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.29)'da görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında ve en düşük hata oranı yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.29. Sinop ili için Weibull dağılım fonksiyonunun MLM kullanılarak analizleri

Trabzon(Weibull)				
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,7888	2,4467	0,0609	13,595
Şubat	1,6751	2,081	0,0625	9,1756
Mart	1,4992	2,3655	0,0414	16,2148
Nisan	1,6171	2,2242	0,0479	11,8322
Mayıs	2,0022	2,1466	0,051	8,0368
Haziran	2,6332	2,5443	0,0527	10,7552
Temmuz	2,5062	2,5726	0,0556	11,4601
Ağustos	2,2491	2,6826	0,073	14,0689
Eylül	2,138	2,6954	0,058	14,9161
Ekim	2,1483	2,416	0,0691	10,694
Kasım	1,978	2,7943	0,0492	17,9571
Aralık	1,718	2,4761	0,0472	14,8948
Yıllık	1,9032	2,4609	0,0213	12,8095

Tablo (5.30)'da görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.30. Sinop ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

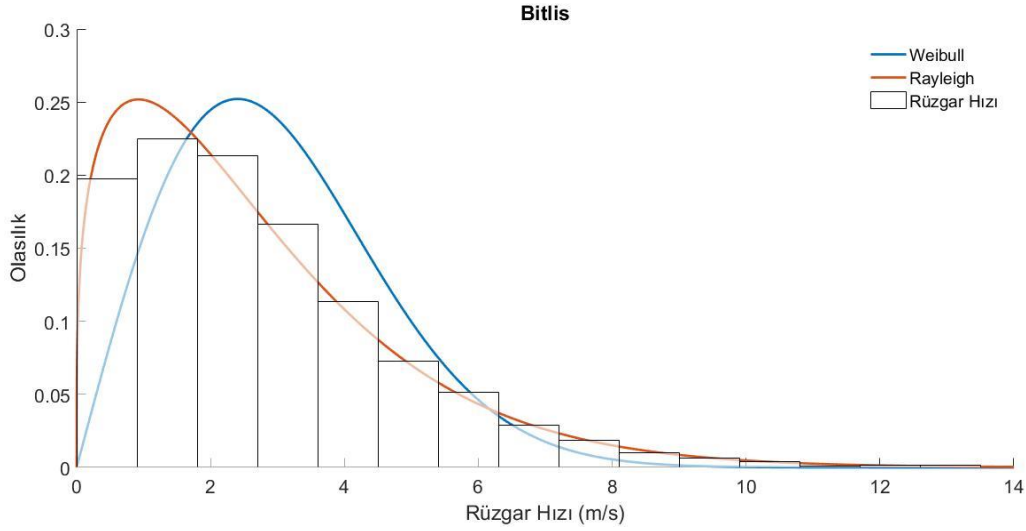
Trabzon(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	2,1858	0,0668	4,6186
Şubat	1,9501	0,0862	3,0303
Mart	1,8882	0,094	5,0998
Nisan	1,7159	0,1227	3,8413
Mayıs	1,8138	0,1087	2,8412
Haziran	1,9793	0,0983	4,1754
Temmuz	2,285	0,1045	4,3678
Ağustos	2,0576	0,0851	5,1516
Eylül	2,0489	0,0861	5,3951
Ekim	1,7077	0,2972	3,872
Kasım	1,7081	0,0926	6,3166
Aralık	1,7789	0,068	4,9425
Yıllık	1,7614	0,0716	4,4433

5.6. Doğu Anadolu Bölgesi

5.6.1. Bitlis

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.16)'da gösterilmiştir.

Şekil (5.16)'da görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.16. Bitlis ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.31)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.31. Bitlis ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Bitlis(Weibull)				
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,3278	2,8624	0,0543	31,5665
Şubat	1,5014	2,7442	0,0644	21,578
Mart	1,5418	4,6417	0,0412	99,5478
Nisan	1,5486	3,2868	0,057	35,0762
Mayıs	1,3577	2,872	0,0668	30,3224
Haziran	1,4104	2,5474	0,0579	19,5006
Temmuz	1,1386	2,4846	0,0722	31,021
Ağustos	1,4441	2,6763	0,0669	21,5585
Eylül	1,1759	2,5195	0,0687	29,4219
Ekim	1,1564	2,576	0,187	33,0075
Kasım	1,3543	2,5844	0,0485	22,2175
Aralık	1,2465	3,4286	0,0394	63,299
Yıllık	1,2915	2,9247	0,0382	35,9557

Tablo (5.32)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar ve yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

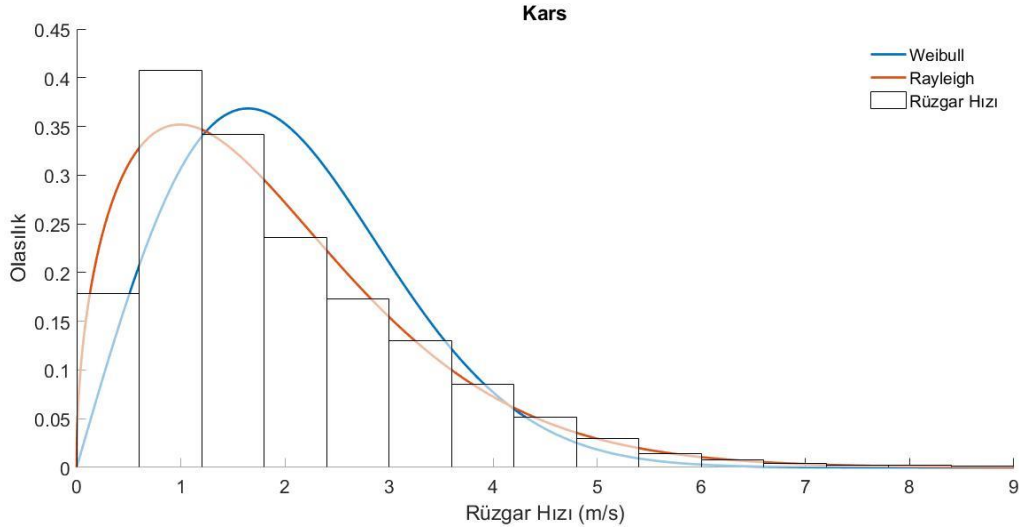
Tablo 5.32. Bitlis ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Bitlis(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	2,3405	0,0771	10,4242
Şubat	2,1145	0,0833	7,6866
Mart	3,504	0,0701	34,9789
Nisan	2,5077	0,0788	12,821
Mayıs	2,281	0,1022	9,649
Haziran	1,9917	0,1127	6,4233
Temmuz	2,1528	0,1371	8,1117
Ağustos	2,0646	0,1166	7,15461
Eylül	2,1738	0,114	8,3516
Ekim	2,2308	0,244	9,0265
Kasım	2,0981	0,0742	7,5096
Aralık	2,9164	0,0612	20,1666
Yıllık	2,4056	0,0685	11,3186

5.6.2. Kars

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.17)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.17)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.17. Kars ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.33)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mayıs ayında ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.33. Kars ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Kars(Weibull)				
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,3623	1,6858	0,056	5,8998
Şubat	1,4796	1,6874	0,076	4,9975
Mart	1,5111	3,2721	0,0415	35,0426
Nisan	1,7434	2,52	0,0505	12,7421
Mayıs	1,6063	2,1142	0,0371	8,5101
Haziran	1,678	1,9142	0,052	5,9004
Temmuz	1,7593	2,4003	0,0492	10,874
Ağustos	1,7515	2,5074	0,0581	12,4718
Eylül	1,5852	2,0295	0,0511	7,6924
Ekim	1,7233	1,8693	0,1299	5,2862
Kasım	1,4312	1,8932	0,0765	7,5312
Aralık	1,3564	1,4246	0,078	3,5952
Yıllık	1,482	2,1112	0,0246	9,7581

Tablo (5.34)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ağustos ayında olduğu tespit edilmiştir.

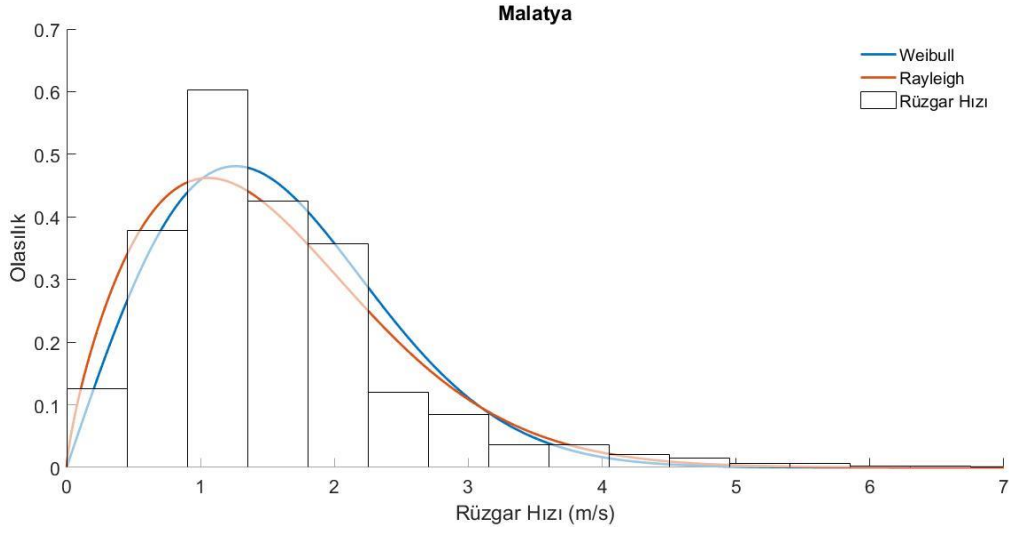
Tablo 5.34. Kars ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Kars(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,364	0,1029	2,0634
Şubat	1,3325	0,0688	1,9234
Mart	2,5184	0,072	12,9856
Nisan	1,8456	0,0869	5,1115
Mayıs	1,5917	0,0834	3,2783
Haziran	1,4171	0,1152	2,3137
Temmuz	1,7501	0,1138	4,3581
Ağustos	1,8272	0,1183	4,9599
Eylül	1,5317	0,1011	2,9215
Ekim	1,3836	0,1059	2,1536
Kasım	1,4979	0,0947	2,7324
Aralık	1,1772	0,0809	1,3265
Yıllık	1,6463	0,0586	3,6274

5.6.3. Malatya

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.18)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.18)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.18. Malatya ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.35)'te görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mayıs ayında ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.35. Malatya ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Malatya(Weibull)				
	k	c	RMSE	$P_w(W/m^2)$
Ocak	1,862	1,3991	0,0963	2,1913
Şubat	1,8004	1,3356	0,1132	1,9886
Mart	1,5897	2,1228	0,0852	9,5921
Nisan	1,9561	1,9426	0,1008	5,5391
Mayıs	1,7803	1,6991	0,0843	4,1553
Haziran	2,108	1,9595	0,1071	5,2663
Temmuz	2,3447	2,2373	0,1154	7,1629
Ağustos	2,5668	2,2078	0,1102	6,4707
Eylül	2,2406	1,9098	0,1048	4,6189
Ekim	1,8861	1,5076	0,1303	2,6996
Kasım	1,8851	1,0276	0,0886	0,8553
Aralık	1,3103	1,1726	0,1074	2,3756
Yıllık	1,7494	1,7154	0,0448	4,379

Tablo (5.36)'da görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise aralık ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ağustos ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.36. Malatya ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

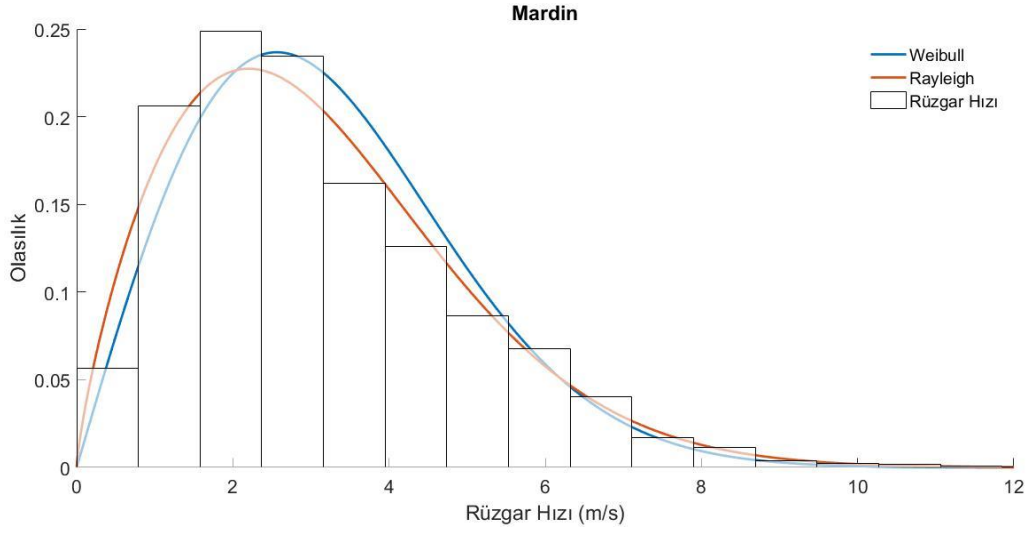
Malatya(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,0078	0,1457	0,8323
Şubat	0,9729	0,1351	0,7488
Mart	1,6179	0,0719	3,443
Nisan	1,3816	0,1365	2,144
Mayıs	1,2404	0,1238	1,5516
Haziran	1,3689	0,1675	2,0857
Temmuz	1,5326	0,1831	2,9266
Ağustos	1,4955	0,2092	2,7194
Eylül	1,3182	0,1948	1,8624
Ekim	1,084	0,1322	1,0355
Kasım	0,7377	0,1984	0,3264
Aralık	1,0234	0,0516	0,8716
Yıllık	1,261	0,0761	1,6301

5.7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

5.7.1. Mardin

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.19)'da gösterilmiştir.

Şekil (5.19)'da görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.19. Mardin ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.37)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.37. Mardin ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Mardin(Weibull)				
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,7482	4,3268	0,0395	70,5348
Şubat	1,5962	3,0316	0,0497	27,8275
Mart	1,702	3,3231	0,0411	33,1869
Nisan	1,7302	3,8455	0,041	50,2356
Mayıs	1,7394	3,4385	0,048	35,6499
Haziran	2,0404	3,399	0,0475	28,4556
Temmuz	2,0705	3,2521	0,0429	24,5628
Ağustos	2,0251	3,3539	0,0478	27,5491
Eylül	2,0456	3,1713	0,0542	23,0525
Ekim	1,8982	4,0696	0,1196	52,8449
Kasım	1,7504	3,1083	0,0464	26,1034
Aralık	1,7116	3,7817	0,0415	48,5172
Yıllık	1,7748	3,5133	0,0182	36,9925

Tablo (5.38)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak ilkbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise nisan ayında ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

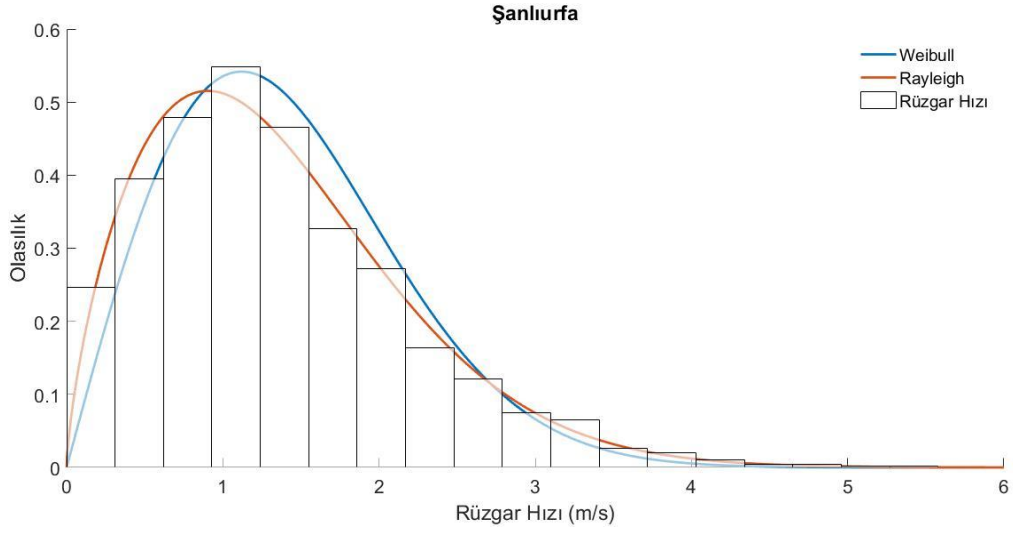
Tablo 5.38. Mardin ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Mardin(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	3,1704	0,0601	25,9087
Şubat	2,2908	0,0704	9,7744
Mart	2,4523	0,0641	11,9901
Nisan	2,8298	0,0567	18,423
Mayıs	2,5229	0,0627	13,0563
Haziran	2,3928	0,0822	11,1391
Temmuz	2,2833	0,0889	9,6778
Ağustos	2,3651	0,0817	10,7556
Eylül	2,2318	0,0882	9,0377
Ekim	2,911	0,1353	20,0561
Kasım	2,2694	0,0826	9,5028
Aralık	2,7837	0,0632	17,5384
Yıllık	2,562	0,0453	13,6716

5.7.2. Şanlıurfa

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.20)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.20)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.20. Şanlıurfa ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.39)'da görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise temmuz ayında ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.39. Şanlıurfa ili için Weibull dağılım fonksiyonun analizleri

Şanlıurfa(Weibull)				
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,7779	1,2456	0,0533	1,719
Şubat	1,8241	1,0238	0,1198	0,923
Mart	1,5357	1,6142	0,0704	4,689
Nisan	2,2098	1,5082	0,1008	2,4117
Mayıs	1,7503	1,3791	0,102	2,383
Haziran	2,1723	2,2321	0,0746	7,9358
Temmuz	2,566	2,2152	0,0523	6,8514
Ağustos	2,4183	2,0624	0,0706	5,749
Eylül	2,1183	1,6431	0,0479	3,2387
Ekim	1,6963	1,1533	0,3877	1,4569
Kasım	1,8223	0,9705	0,1345	0,7873
Aralık	1,6842	1,1821	0,0708	1,5854
Yıllık	1,7039	1,5182	0,0367	3,3023

Tablo (5.40)'ta görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak yaz aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise mart ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

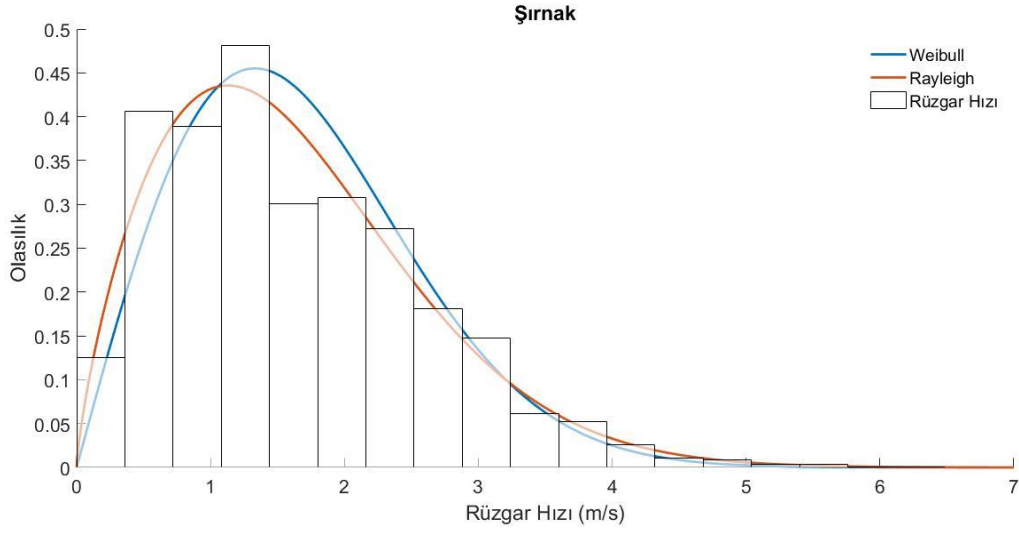
Tablo 5.40. Şanlıurfa ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Şanlıurfa(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	0,9071	0,1666	0,6069
Şubat	0,7396	0,261	0,329
Mart	1,2369	0,1089	1,5387
Nisan	1,0462	0,2199	0,931
Mayıs	1,0064	0,2062	0,8286
Haziran	1,5518	0,1332	3,0383
Temmuz	1,5071	0,1845	2,7831
Ağustos	1,4143	0,2012	2,3001
Eylül	1,1488	0,1793	1,2328
Ekim	0,853	0,4053	0,5045
Kasım	0,7009	0,2956	0,2799
Aralık	0,8741	0,1641	0,5429
Yıllık	1,1198	0,113	1,1415

5.7.3. Şırnak

Maksimum olabilirlik metodu yardımıyla tahmini yapılan ölçek(c) ve şekil(k) parametreleri kullanılarak İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarının Bilecik ili için gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu Şekil (5.21)'de gösterilmiştir.

Şekil (5.21)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları birbirine yakın sonuçlar vermiştir ve genel olarak gerçek rüzgar hızı verileri ile uyumludur. Ama Weibull dağılım fonksiyonunun uyumunun daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5.21. Şırnak ili için dağılım fonksiyonlarının karşılaştırılması

Tablo (5.41)'de görüldüğü gibi İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise kasım ayında ve en düşük hata oranının yıllık veriler için olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranı genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.41. Şırnak ili için Weibull dağılım fonksiyonunun analizleri

Şırnak(Weibull)				
	k	c	RMSE	$P_w(W/m^2)$
Ocak	1,5301	1,8032	0,0549	6,017
Şubat	1,7897	1,3407	0,0577	1,9432
Mart	1,8062	1,791	0,0645	4,5773
Nisan	1,9962	2,1979	0,0664	7,5223
Mayıs	2,1214	2,1041	0,0511	6,2126
Haziran	2,2594	2,1103	0,0575	5,9314
Temmuz	2,2559	2,0186	0,0886	5,1979
Ağustos	2,2682	2,0693	0,0979	5,5743
Eylül	2,1311	2,035	0,0607	5,5966
Ekim	1,7175	1,7596	0,2315	4,6485
Kasım	1,3909	1,1418	0,0449	1,8392
Aralık	1,3957	1,4817	0,0786	3,9891
Yıllık	1,7573	1,8243	0,0292	5,0168

Tablo 5.42. Şırnak ili için Rayleigh dağılım fonksiyonun analizleri

Şırnak(Rayleigh)			
	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,3893	0,0854	2,1801
Şubat	0,9745	0,1512	0,7524
Mart	1,2998	0,103	1,7854
Nisan	1,5548	0,1313	3,0556
Mayıs	1,4705	0,145	2,5854
Haziran	1,4593	0,1552	2,5265
Temmuz	1,3967	0,1661	2,2152
Ağustos	1,4302	0,1669	2,3782
Eylül	1,4212	0,1439	2,3339
Ekim	1,2975	0,2419	1,7761
Kasım	0,9176	0,1314	0,6282
Aralık	1,1962	0,0973	1,3917
Yıllık	1,3328	0,0943	1,925

Tablo (5.42)'de görüldüğü gibi Rayleigh dağılım fonksiyonu için RMSE değerleri her ay için değişiklik göstermektedir. Ancak en düşük hata oranı genel olarak kış aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek hata oranları genel olarak sonbahar aylarında, aylık veri olarak incelendiğinde ise ekim ayında olduğu tespit edilmiştir.

6. BÖLGESEL KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

Çalışmanın bu kısmında Türkiye’de bulunan illerin rüzgar hızı analizleri bölgesel olarak yapılmış olup bütün iller için 10 metre yükseklikte, saatlik ve 1 yıllık(2018) rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Yapılan analizlere göre bulunan sonuçlarla tablolar ve grafikler oluşturulup çalışma içerisinde sunulmuştur.

6.1. Marmara Bölgesi

Marmara bölgesi için hata değerleri Tablo (6.1)’de verilmiştir. Marmara bölgesinde bulunan 11 il için yapılan analizlerin sonucunda elde edilen veriler iki parametrelili Weibull dağılımının rüzgar hızı potansiyel analizi için daha uygun olduğunu göstermiştir. 11 ilin 10’unda Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği ve sadece Yalova ili için Rayleigh dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ama Yalova ili için elde edilen sonuçlar ele alındığında bu iki dağılım için sonuçlar neredeyse aynı çıkmıştır. Özellikle Bilecik, Çanakkale, Edirne, İstanbul ve Kırklareli illerinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre çok iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 6.1. Marmara bölgesi için hata değerleri

RMSE		
İller	Weibull	Rayleigh
Balıkesir	0,0651	0,1008
Bilecik	0,0472	0,093
Bursa	0,0426	0,0567
Çanakkale	0,0279	0,04
Edirne	0,0676	0,114
İstanbul	0,0662	0,1799
Kırklareli	0,0659	0,1184
Kocaeli	0,0748	0,12
Sakarya	0,0705	0,0956
Tekirdağ	0,0522	0,0587
Yalova	0,077	0,0753

Genel olarak değerlendirildiğinde ise iki dağılım fonksiyonunun da hata değerleri potansiyel analiz için uygun sonuçlar vermiştir. Özellikle Weibull dağılımının hata değerlerinin 0’a çok yakın olması bu dağılımın Marmara bölgesi için uygun bir dağılım fonksiyonu olduğunu ispatlamaktadır. Ayrıca Rayleigh dağılımı için elde edilen sonuçlar

genel olarak Weibull dağılımına göre kötü olduğu ve bulunan sonuçlar göz önüne alındığında Rayleigh dağılımının İstanbul ili için rüzgar hızı tahminlerine uygun olmadığı göz ardı edilmemelidir.

6.2. Ege Bölgesi

Ege bölgesi için hata değerleri Tablo (6.2)'de verilmiştir. Ege bölgesinde bulunan 8 il için yapılan analizlerin sonucunda elde edilen veriler iki parametrelili Weibull dağılımının rüzgar hızı potansiyel analizi için daha uygun olduğunu göstermiştir. 8 ilin tamamında Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Ama Uşak ili için elde edilen sonuçlar ele alındığında bu iki dağılım için de sonuçların yakın değerlerde çıktığı tespit edilmiştir. Özellikle Aydın ilinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 6.2. Ege bölgesi için hata değerleri

İller	RMSE	
	Weibull	Rayleigh
Afyonkarahisar	0,0713	0,1013
Aydın	0,0589	0,1762
Denizli	0,109	0,1356
İzmir	0,0486	0,0757
Kütahya	0,0552	0,091
Manisa	0,0764	0,1095
Muğla	0,1011	0,1462
Uşak	0,1119	0,1248

Genel olarak değerlendirildiğinde ise iki dağılım fonksiyonunun da hata değerleri potansiyel analiz için uygun sonuçlar vermiştir. Özellikle Weibull dağılımının hata değerlerinin 0'a yakınlığı bu dağılımın Ege bölgesi için uygun bir dağılım fonksiyonu olduğunu ispatlamaktadır. Ancak Weibull dağılımı için Denizli, Muğla ve Uşak illerinde elde edilen sonuçların diğer illere göre uygunluğunun daha kötü olduğu görülmektedir. Ayrıca Rayleigh dağılımı için elde edilen sonuçlar genel olarak Weibull dağılımı ile kıyaslanamayacak derecede kötü olduğu tespit edilmiştir.

6.3. Akdeniz Bölgesi

Akdeniz bölgesi için hata değerleri Tablo (6.3)'te verilmiştir. Akdeniz bölgesinde bulunan 8 il için yapılan analizlerin sonucunda elde edilen veriler iki parametrelili Weibull

dağılımının rüzgar hızı potansiyel analizi için daha uygun olduğunu göstermiştir. 8 ilin 7'sinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği ve sadece Burdur ili için Rayleigh dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ama Burdur ili için elde edilen sonuçlar ele alındığında bu iki dağılım için sonuçların birbirine yakın çıktığı tespit edilmiştir. Özellikle Adana ve Mersin illerinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 6.3. Akdeniz bölgesi için hata değerleri

RMSE		
İller	Weibull	Rayleigh
Adana	0,0381	0,122
Antalya	0,0636	0,0972
Burdur	0,0761	0,0679
Hatay	0,1263	0,1436
Isparta	0,0834	0,0897
Kahramanmaraş	0,1484	0,2925
Mersin	0,0726	0,1366
Osmaniye	0,0504	0,089

Genel olarak değerlendirildiğinde ise iki dağılım fonksiyonunun da hata değerleri potansiyel analiz için uygun sonuçlar vermiştir. Özellikle Weibull dağılımının hata değerlerinin 0'a yakınlığı bu dağılımın Akdeniz bölgesi için uygun bir dağılım fonksiyonu olduğunu ispatlamaktadır. Ancak Weibull dağılımı için Hatay ve Kahramanmaraş illerinde elde edilen sonuçların diğer illere göre uygunluğunun daha kötü olduğu görülmektedir. Ayrıca Rayleigh dağılımı için elde edilen sonuçlar genel olarak Weibull dağılımına göre kötü olduğu ve bulunan sonuçlar göz önüne alındığında Rayleigh dağılımının Kahramanmaraş ili için rüzgar hızı tahminlerine uygun olmadığı göz ardı edilmemelidir.

6.4. İç Anadolu Bölgesi

İç Anadolu bölgesi için hata değerleri Tablo (6.4)'te verilmiştir. İç Anadolu bölgesinde bulunan 13 il için yapılan analizlerin sonucunda elde edilen veriler iki parametrelili Weibull dağılımının rüzgar hızı potansiyel analizi için daha uygun olduğunu göstermiştir. 13 ilin 10'unda Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği ve sadece Çankırı, Kayseri ve Kırıkkale illeri için Rayleigh dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ama bahsi geçen 3 il için de elde edilen sonuçlar ele alındığında bu iki dağılım için sonuçların birbirine yakın çıktığı ve özellikle Kayseri ili için

Weibull ve Rayleigh dağılımlarının sonuçlarının farkı 10000’de 1 gibi yok denecek kadar az bir fark olduğu tespit edilmiştir. Eskişehir, Karaman, Konya, Nevşehir, Niğde Sivas ve Yozgat illerinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 6.4. İç Anadolu bölgesi için hata değerleri

İller	RMSE	
	Weibull	Rayleigh
Aksaray	0,0265	0,0851
Ankara	0,0432	0,0697
Çankırı	0,0971	0,083
Eskişehir	0,0365	0,1457
Karaman	0,0308	0,0853
Kayseri	0,0547	0,0546
Kırıkkale	0,0964	0,082
Kırşehir	0,0384	0,049
Konya	0,0487	0,12
Nevşehir	0,035	0,0749
Niğde	0,0358	0,0821
Sivas	0,1217	0,2464
Yozgat	0,0395	0,1014

Genel olarak değerlendirildiğinde ise iki dağılım fonksiyonunun da hata değerleri potansiyel analiz için uygun sonuçlar vermiştir. Özellikle Weibull dağılımının hata değerlerinin 0’a yakınlığı bu dağılımın İç Anadolu bölgesi için uygun bir dağılım fonksiyonu olduğunu ispatlamaktadır. Ancak Weibull dağılımı için Sivas ilinde elde edilen sonuçların diğer illere göre uygunluğunun daha kötü olduğu görülmektedir. Ayrıca Rayleigh dağılımı için elde edilen sonuçlar genel olarak Weibull dağılımına göre kötü olduğu ve bulunan sonuçlar göz önüne alındığında Rayleigh dağılımının Sivas ili için rüzgar hızı tahminlerine uygun olmadığı göz ardı edilmemelidir.

6.5. Karadeniz Bölgesi

Karadeniz bölgesi için hata değerleri Tablo (6.5)’te verilmiştir. Karadeniz bölgesinde bulunan 18 il için yapılan analizlerin sonucunda elde edilen veriler iki parametrelili Weibull dağılımının rüzgar hızı potansiyel analizi için daha uygun olduğunu göstermiştir. 18 ilin 14’ünde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği ve sadece

Bartın, Bolu, Düzce ve Karabük illeri için Rayleigh dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ama bahsi geçen 4 il için de elde edilen sonuçlar ele alındığında bu iki dağılım için sonuçların birbirine yakın çıktığı tespit edilmiştir. Artvin, Çorum, Giresun, Rize ve Trabzon illerinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 6.5. Karadeniz bölgesi için hata değerleri

İller	RMSE	
	Weibull	Rayleigh
Amasya	0,0361	0,065
Artvin	0,0544	0,1131
Bartın	0,1688	0,1522
Bayburt	0,0513	0,0767
Bolu	0,1429	0,1328
Çorum	0,0734	0,1514
Düzce	0,139	0,1185
Giresun	0,0514	0,1271
Gümüşhane	0,0608	0,0862
Karabük	0,1262	0,1092
Kastamonu	0,1386	0,1632
Ordu	0,089	0,0939
Rize	0,093	0,1765
Samsun	0,066	0,0968
Sinop	0,0265	0,0504
Tokat	0,0346	0,0635
Trabzon	0,0213	0,0716
Zonguldak	0,0537	0,0666

Genel olarak değerlendirildiğinde ise iki dağılım fonksiyonunun da hata değerleri potansiyel analiz için uygun sonuçlar vermiştir. Özellikle Weibull dağılımının hata değerlerinin 0'a yakınlığı bu dağılımın Karadeniz bölgesi için uygun bir dağılım fonksiyonu olduğunu ispatlamaktadır. Ancak Weibull dağılımı için Bartın, Bolu, Düzce, Karabük, Kastamonu illerinde elde edilen sonuçların diğer illere göre uygunluğunun daha kötü olduğu görülmektedir. Ayrıca Rayleigh dağılımı için elde edilen sonuçlar genel olarak Weibull dağılımına göre kötü olduğu ve bulunan sonuçlar göz önüne alındığında Rayleigh dağılımının Kastamonu ve Rize illeri için rüzgar hızı tahminlerine uygun olmadığı göz ardı edilmemelidir.

6.6. Doğu Anadolu Bölgesi

Doğu Anadolu bölgesi için hata değerleri Tablo (6.6)'da verilmiştir. Doğu Anadolu bölgesinde bulunan 14 il için yapılan analizlerin sonucunda elde edilen veriler iki parametrelili Weibull dağılımının rüzgar hızı potansiyel analizi için daha uygun olduğunu göstermiştir. 14 ilin 12'sinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği ve sadece Elazığ ve Van illeri için Rayleigh dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ama bahsi geçen 2 il için de elde edilen sonuçlar ele alındığında bu iki dağılım için sonuçların farkı 10000'de 4 ve 10000'de 15 gibi yok denecek kadar az bir fark olduğu tespit edilmiştir. Ağrı, Ardahan, Bingöl, Erzincan, Erzurum, Hakkari, Iğdır, Muş ve Tunceli illerinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 6.6. Doğu Anadolu bölgesi için hata değerleri

RMSE		
İller	Weibull	Rayleigh
Ağrı	0,0484	0,1353
Ardahan	0,0739	0,2043
Bingöl	0,1696	0,3251
Bitlis	0,0382	0,0685
Elazığ	0,0408	0,04
Erzincan	0,1327	0,2654
Erzurum	0,0677	0,1582
Hakkari	0,0747	0,165
Iğdır	0,0524	0,114
Kars	0,0246	0,0586
Malatya	0,0448	0,0761
Muş	0,0903	0,1954
Tunceli	0,0474	0,1447
Van	0,0572	0,0557

Genel olarak değerlendirildiğinde ise iki dağılım fonksiyonunun da hata değerleri potansiyel analiz için uygun sonuçlar vermiştir. Özellikle Weibull dağılımının hata değerlerinin 0'a yakınlığı bu dağılımın Doğu Anadolu bölgesi için uygun bir dağılım fonksiyonu olduğunu ispatlamaktadır. Ancak Weibull dağılımı için Bingöl ve Erzincan illerinde elde edilen sonuçların diğer illere göre uygunluğunun daha kötü olduğu görülmektedir. Ayrıca Rayleigh dağılımı için elde edilen sonuçlar genel olarak Weibull

dağılımına göre kötü olduğu ve bulunan sonuçlar göz önüne alındığında Rayleigh dağılımının Ardahan, Bingöl, Erzincan, Hakkari, Muş ve Tunceli illeri için rüzgar hızı tahminlerine uygun olmadığı göz ardı edilmemelidir.

6.7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

Güneydoğu Anadolu bölgesi için hata değerleri Tablo (6.7)'de verilmiştir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan 9 il için yapılan analizlerin sonucunda elde edilen veriler iki parametrelili Weibull dağılımının rüzgar hızı potansiyel analizi için daha uygun olduğunu göstermiştir. 9 ilin 8'inde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre daha iyi sonuçlar verdiği ve sadece Batman ili için Rayleigh dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ama Batman ili için elde edilen sonuçlar ele alındığında bu iki dağılım için sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Adıyaman, Gaziantep, Siirt ve Şırnak illerinde Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 6.7. Güneydoğu Anadolu bölgesi için hata değerleri

İller	RMSE	
	Weibull	Rayleigh
Adıyaman	0,1021	0,2252
Batman	0,0586	0,0362
Diyarbakır	0,0978	0,1224
Gaziantep	0,1394	0,2686
Kilis	0,0446	0,099
Mardin	0,0182	0,0453
Siirt	0,0448	0,1246
Şanlıurfa	0,0367	0,113
Şırnak	0,0292	0,0943

Genel olarak değerlendirildiğinde ise iki dağılım fonksiyonunun da hata değerleri potansiyel analiz için uygun sonuçlar vermiştir. Özellikle Weibull dağılımının hata değerlerinin 0'a yakınlığı bu dağılımın Güneydoğu Anadolu bölgesi için uygun bir dağılım fonksiyonu olduğunu ispatlamaktadır. Ancak Weibull dağılımı için Adıyaman ve Gaziantep illerinde elde edilen sonuçların diğer illere göre uygunluğunun daha kötü olduğu görülmektedir. Ayrıca Rayleigh dağılımı için elde edilen sonuçlar genel olarak Weibull dağılımına göre kötü olduğu ve bulunan sonuçlar göz önüne alındığında Rayleigh dağılımının

Adıyaman ve Gaziantep illeri için rüzgar hızı tahminlerine uygun olmadığı göz ardı edilmemelidir.

6.8. Genel Karşılaştırma

Tablo (6.8)'de Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu, Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde, Weibull ve Rayleigh dağılımları için hangisinin daha uygun olduğu karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu karşılaştırma yapılırken Weibull ve Rayleigh dağılımlarının hangisinin bahsi geçen bölgelerin sınırları içinde bulunan illerde hata değerlerinin daha düşük çıkma sayısı ele alınmıştır. 10000'de 1 fark olan durumlarda dahi daha iyi sonuç veren dağılım fonksiyonu diğerine göre daha iyi olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 6.8. Dağılım fonksiyonlarının birbirlerine göre uygunluk oranları(daha iyi sonuç veren)

Dağılım Fonksiyonlarının Birbirine Göre Uygunluk Oranı		
Bölgeler	Weibull	Rayleigh
Marmara	10/11	1/11
Ege	8/8	0/8
Akdeniz	7/8	1/8
İç Anadolu	10/13	3/13
Karadeniz	14/18	4/18
Doğu Anadolu	12/14	2/14
Güneydoğu Anadolu	8/9	1/9

Tablo(6.8)'deki veriler ele alındığında Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre rüzgar potansiyel analizi için daha uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 6.9. Dağılım fonksiyonlarının rüzgar enerji potansiyeli için uygunluk oranları

Dağılım Fonksiyonlarının Uygunluk Oranı		
Bölgeler	Weibull	Rayleigh
Marmara	11/11	6/11
Ege	5/8	2/8
Akdeniz	6/8	4/8
İç Anadolu	12/13	9/13
Karadeniz	13/18	9/18
Doğu Anadolu	12/14	5/14
Güneydoğu Anadolu	7/9	4/9

Tablo (6.9)'da ise Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu, Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde, Weibull ve Rayleigh dağılımları için rüzgar hızı tahminleri

bakımından uygunluk oranları verilmiştir. Bu oranlama yapılırken Weibull ve Rayleigh dağılımlarının hangisinin bahsi geçen bölgelerin sınırları içinde bulunan illerde hata değerlerinin 0,1'den daha düşük çıkma sayısı ele alınmıştır.

Tablo(6.9)'daki veriler ele alındığında Weibull dağılımının Rayleigh dağılımına göre rüzgar potansiyel analizi için daha uygun olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bütün sonuçlar göz önüne alındığında bölgeden bölgeye hatta ilden ile verilerin değiştiği gözlemlenmektedir. Bu gözlemlere göre bir dağılım fonksiyonu tamamıyla diğerine göre üstünlük sağlayamamıştır. Ancak her bölgede hatta her ilde elde edilen sonuçlara göre Weibull dağılımı Rayleigh dağılımına göre daha istikrarlı sonuçlar vermiştir.

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye’de bulunan bütün illerin rüzgar enerji potansiyellerini 7 bölgeye ayırarak analizleri yapılmıştır. Bu analizler 81 ilden elde edilen rüzgar hızı verileri kullanılarak yapılmıştır. Bahsi geçen rüzgar hızı verileri 10 metre yükseklikte, saatlik ve 1 yıllık(2018) rüzgar hızı verilerinden oluşmaktadır. Bu veriler, İki Parametrelili Weibull Dağılımı ve Rayleigh Dağılımı için karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılırken Maksimum Olabilirlik Metodu kullanılmıştır. Maksimum Olabilirlik Metodunu tarafından tahmin edilen parametreler hata performans kriteri(RMSE) kullanılarak dağılım fonksiyonlarının gerçek rüzgar hızı verilerine uyumu karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar bölge bazında eklenmiş ve açıklamaları yapılmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda genel olarak Türkiye’nin rüzgar enerji potansiyelinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle kıyı kesimlerinde rüzgar enerji potansiyelinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Analizlerini yaptığımız rüzgar hızlarının ölçüldüğü yükseklik 10 metredir. Rüzgar türbinlerinin genellikle 50 metre ve üzerinde kulelerde kuruldukları göz önüne alınırsa rüzgar enerji potansiyelinin tespit edilenden daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır.

Yapılan çalışma sonucunda Türkiye’de bulunan 81 ilden sadece 12 ilde Rayleigh dağılımı Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç vermiştir. Bu iller; Marmara Bölgesi’nde bulunan Yalova ili, Ege Bölgesi’nde bulunan Burdur ili, İç Anadolu Bölgesi’nde bulunan Çankırı, Kayseri ve Kırıkkale illeri, Karadeniz Bölgesi’nde bulunan Bartın, Bolu, Düzce ve Karabük illeri, Doğu Anadolu Bölgesi’nde bulunan Elazığ ve Van illeri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde bulunan Batman ilidir. Bu illerin haricinde kalan bütün illerde Weibull dağılımının daha istikrarlı sonuçlar verdiği göze çarpmaktadır. Ayrıca veriler incelendiğinde Rayleigh dağılımının daha iyi sonuçlar verdiği illerin bazılarında ise Weibull dağılımı, Rayleigh dağılımına çok yakın sonuçlar vermiş olup çıkan sonuçlar yok denecek kadar azdır.

Türkiye’de bulunan 81 il için hangi dağılım fonksiyonunun daha iyi sonuç verdiğine bakılmaksızın hata oranları 0,1’in altında çıkan il sayısı Weibull dağılımı için 65, Rayleigh dağılımı için ise 41 olduğu görülmüştür. Weibull dağılımı için; Marmara Bölgesi’nde bulunan bütün iller, Ege Bölgesi’nde bulunan Afyonkarahisar, Aydın, İzmir, Kütahya ve Manisa illeri, Akdeniz Bölgesinde bulunan Adana, Antalya, Burdur, Isparta, Mersin ve Osmaniye illeri, İç Anadolu Bölgesi’nde bulunan Aksaray, Ankara, Çankırı, Eskişehir, Karaman, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde ve Yozgat illeri, Karadeniz Bölgesi’nde bulunan Amasya, Artvin, Bayburt, Çorum, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat,

Trabzon ve Zonguldak illeri, Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Ağrı, Ardahan, Bitlis, Elazığ, Erzurum, Hakkari, Iğdır, Kars, Malatya, Muş, Tunceli ve Van illeri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Batman, Diyarbakır, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illeri hata oranları 0,1'in altında çıkan illerdir. Rayleigh dağılımı için; Marmara Bölgesi'nde bulunan Bilecik, Bursa, Çanakkale, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova illeri, Ege Bölgesi'nde bulunan İzmir ve Kütahya illeri, Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Antalya, Burdur, Isparta ve Osmaniye illeri, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Aksaray, Ankara, Çankırı, Karaman, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir ve Niğde illeri, Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Amasya, Bayburt, Gümüşhane, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak illeri, Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Bitlis, Elazığ, Kars, Malatya ve Van illeri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Batman, Kilis, Mardin ve Şırnak illeri hata oranları 0,1'in altında çıkan illerdir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de bulunan bütün illerin rüzgar hızı potansiyellerinin bölgesel olarak farklı dağılım fonksiyonlarına göre, parametre tahmin metodu kullanılarak analizlerinin yapılmasını sağlamaktır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre tüm bölgelerde en iyi sonuç veren tek bir dağılım fonksiyonunun belirlenmesinin uygun olmadığı görülmüştür. Ancak elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile bir dağılım fonksiyonunun öne çıktığı göze çarpmaktadır. İki parametrelili Weibull dağılımı, Rayleigh dağılımına göre hata performans kriteri bakımından göz önüne alındığında daha istikrarlı olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

Abas, N., Kalair, A., & Khan, N. (2015). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 69, 31-49.

Akdağ, S. A., & Dinler, A. (2009). A new method to estimate Weibull parameters for wind energy applications. *Energy conversion and management*, 50(7), 1761-1766.

Akdağ, S. A., & Güler, Ö. (2009). Calculation of wind energy potential and economic analysis by using Weibull Distribution—A case study from Turkey. Part 1: Determination of Weibull parameters. *Energy Sources, Part B*, 4(1), 1-8.

Akdağ, S. A., & Güler, Ö. (2015). A novel energy pattern factor method for wind speed distribution parameter estimation. *Energy Conversion and Management*, 106, 1124-1133.

Akpınar, E. K. (2006). A statistical investigation of wind energy potential. *Energy Sources, Part A*, 28(9), 807-820.

Akpınar, E. K., & Akpınar, S. (2004). Statistical analysis of wind energy potential on the basis of the Weibull and Rayleigh distributions for Agin-Elazığ, Turkey. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, 218(8), 557-565.

Akpınar, E. K., & Akpınar, S. (2005). A statistical analysis of wind speed data used in installation of wind energy conversion systems. *Energy conversion and management*, 46(4), 515-532.

Ali, S., Lee, S. M., & Jang, C. M. (2018). Statistical analysis of wind characteristics using Weibull and Rayleigh distributions in Deokjeok-do Island–Incheon, South Korea. *Renewable Energy*, 123, 652-663.

Aries, N., Boudia, S. M., & Ounis, H. (2018). Deep assessment of wind speed distribution models: A case study of four sites in Algeria. *Energy Conversion and Management*, 155, 78-90.

Arikan, Y., Arslan, Ö. P., & Çam, E. (2015). The analysis of wind data with rayleigh distribution and optimum turbine and cost analysis in Elmadag Turkey. *Istanbul Univ.-J. Electr. Electron. Eng*, 15(1), 1907-1912.

Arslan, H., Baltacı, H., Akkoyunlu, B. O., Karanfil, S., & Tayanc, M. (2020). Wind speed variability and wind power potential over Turkey: Case studies for Çanakkale and İstanbul. *Renewable Energy*, 145, 1020-1032.

- Badawi, A. S., Hasbullah, N. F., Yusoff, S. H., Khan, S., Hashim, A., Zyoud, A., & Elamassie, M.** (2019). Weibull probability distribution of wind speed for gaza strip for 10 years. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 892, pp. 284-291). *Trans Tech Publications Ltd.*
- Bidaoui, H., El Abbassi, I., El Bouardi, A., & Darcherif, A.** (2019). Wind speed data analysis using Weibull and Rayleigh distribution functions, case study: five cities northern Morocco. *Procedia Manufacturing*, 32, 786-793.
- Capar, I. D., Ertas, H., Ok, E., Arslan, H., & Ertas, E. T.** (2014). Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *Journal of Endodontics*, 40(6), 852-856.
- Chang, W.** (2014). A literature review of wind forecasting methods. *Journal of Power and Energy Engineering*, 02(04), 161-168. doi:10.4236/jpee.2014.24023
- Clement, N. L., & Lasky, R. C.** (2020). Weibull distribution and analysis: 2019. 2020 *Pan Pacific Microelectronics Symposium (Pan Pacific)*. doi:10.23919/panpacific48324.2020.9059313
- Dokur, E., & Kurban, M.** (2015). Wind speed potential analysis based on Weibull distribution. *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, 3, 231-235.
- Dokur, E., Ceyhan S, Kurban M,** (2019). Comparative analysis of wind speed models using different Weibull distributions. *Electrica*, 19(1), 22-28 doi: 10.26650/electrica,2018,28091
- Erdoğan, D., Yiğit, K., & Acarkan, B.** Bir Rüzgâr Enerji Santralının Güç Kapasitesine Bağlı Olarak Üretebileceği Elektrik Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi–Artvin İli Örneği. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2), 998-1013.
- Gorla, R. S. R., Pallikonda, M. K., & Walunj, G.** (2020). Use of Rayleigh Distribution Method for Assessment of Wind Energy Output in Cleveland–Ohio. *Renewable Energy Research and Application*, 1(1), 11-18.
- Gülersoy, T., & Çetin, N. S.** (2010). Menemen bölgesinde rüzgar türbinleri için Rayleigh ve Weibull dağılımlarının kullanılması. *Politeknik Dergisi*, 13(3), 209-213.
- Hau, E.** (2013). Wind turbines: fundamentals, technologies, application, economics. *Springer Science & Business Media*.

- Kang, D., Ko, K., & Huh, J.** (2018). Comparative study of different methods for estimating Weibull parameters: a case study on Jeju Island, South Korea. *Energies*, 11(2), 356.
- Kapen, P. T., Gouajio, M. J., & Yemélé, D.** (2020). Analysis and efficient comparison of ten numerical methods in estimating Weibull parameters for wind energy potential: Application to the city of Bafoussam, Cameroon. *Renewable Energy*, 159, 1188-1198.
- Kaplan, Y.** (2016). Rayleigh ve Weibull dağılımları kullanılarak osmaniye bölgesinde rüzgar enerjisinin değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1).
- Kumar, M. B. H., Balasubramanian, S., Padmanaban, S., & Holm-Nielsen, J. B.** (2019). Wind energy potential assessment by weibull parameter estimation using multiverse optimization method: A case study of Tirumala region in India. *Energies*, 12(11), 2158.
- Mahmood, F. H., Resen, A. K., & Khamees, A. B.** (2020). Wind characteristic analysis based on Weibull distribution of Al-Salman site, Iraq. *Energy reports*, 6, 79-87.
- Masters, G. M.** (2013). Renewable and efficient electric power systems. *John Wiley & Sons*.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü** [Erişim: 28.09.2021 <https://www.mevbis.mgm.gov.tr>]
- Osman, K., & Yamıktepe, B.** Üç Farklı İstatistiksel Dağılım Yöntemleri Kullanarak Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Tahmin Edilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(2), 359-368.
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S.** (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(3), 1513-1524.
- Patel, H & Damania, S.** (2013). Performance prediction of horizontal axis wind turbine blade. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2, 1401-1406.
- Rocha, P. A. C., de Sousa, R. C., de Andrade, C. F., & da Silva, M. E. V.** (2012). Comparison of seven numerical methods for determining Weibull parameters for wind energy generation in the northeast region of Brazil. *Applied Energy*, 89(1), 395-400.
- Saeed, M. A., Ahmed, Z., Yang, J., & Zhang, W.** (2020). An optimal approach of wind power assessment using Chebyshev metric for determining the Weibull distribution parameters. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 37, 100612.

Saleh, H., Aly, A. A. E. A., & Abdel-Hady, S. (2012). Assessment of different methods used to estimate Weibull distribution parameters for wind speed in Zafarana wind farm, Suez Gulf, Egypt. *Energy*, 44(1), 710-719.

Serban, A., Paraschiv, L. S., & Paraschiv, S. (2020). Assessment of wind energy potential based on Weibull and Rayleigh distribution models. *Energy Reports*, 6, 250-267.

Soman, S. S., Zareipour, H., Malik, O., & Mandal P. (2010) A review of wind power and wind speed forecasting methods with different time horizons. *North American Power Symposium* 2010. doi:10.1109/naps.2010.5619586

Soulouknga, M. H., Doka, S. Y., Revanna, N., Djongyang, N., & Kofane, T. C. (2018). Analysis of wind speed data and wind energy potential in Faya-Largeau, Chad, using Weibull distribution. *Renewable energy*, 121, 1-8.

Sumair, M., Aized, T., Gardezi, S. A. R., & Waqas Aslam, M. (2021). Efficiency comparison of historical and newly developed Weibull parameters estimation methods. *Energy Exploration & Exploitation*, 39(6), 2257-2278.

Sumair, M., Aized, T., Gardezi, S. A. R., Bhutta, M. M. A., Ubaid ur Rehman, S., & Sohail Rehman, S. M. (2021). Weibull parameters estimation using combined energy pattern and power density method for wind resource assessment. *Energy Exploration & Exploitation*, 39(5), 1817-1834.

Sumair, M., Aized, T., Gardezi, S. A. R., Ur Rehman, S. U., & Rehman, S. M. S. (2021). Wind potential estimation and proposed energy production in Southern Punjab using Weibull probability density function and surface measured data. *Energy Exploration & Exploitation*, 39(6), 2150-2168.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı [Erişim: 01.10.2021 <https://enerji.gov.tr>]

Tizgui, I., El Guezar, F., Bouzahir, H., & Benaid, B. (2017). Comparison of methods in estimating Weibull Parameters for wind energy applications. *International Journal of Energy Sector Management*, 11(4), 650-663. doi:10.1108/ijesm-06-2017-0002

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. [Erişim: 29.09.2021 <https://www.teias.gov.tr>]

Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB) RES Veritabanı [Erişim: 02.10.2021 <https://www.tureb.com.tr>]

U.S. Energy Information Administration (2020, Mart). History of wind power. [Erişim: 17.09.2021 <https://www.eia.gov/energyexplained/wind/history-of-wind-power>]

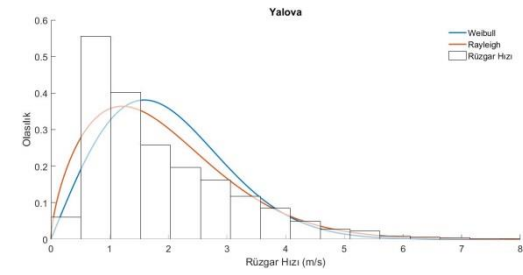
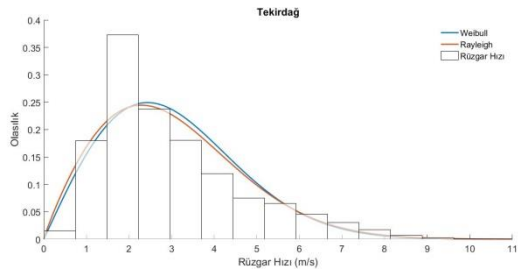
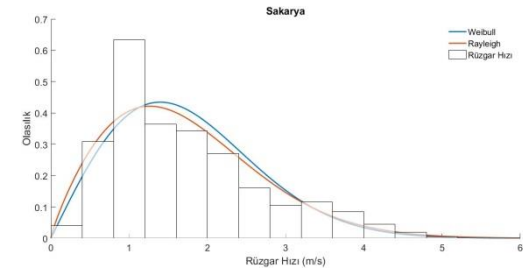
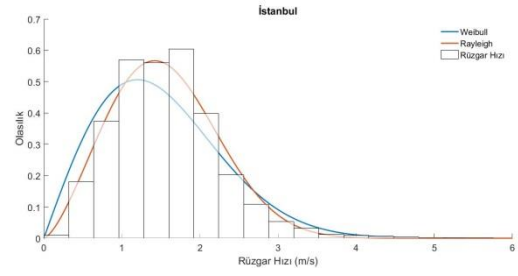
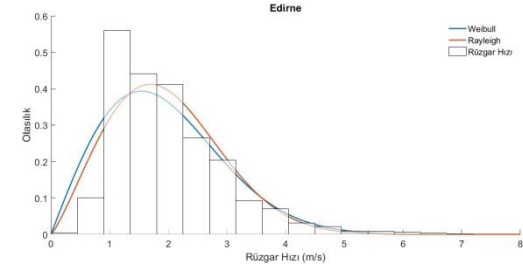
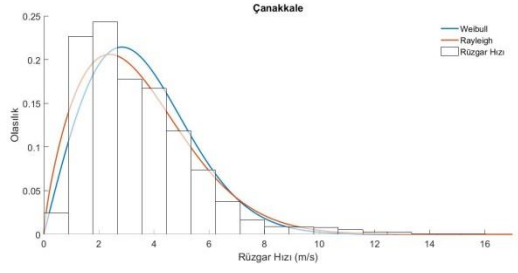
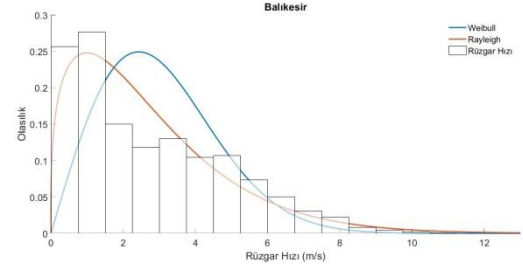
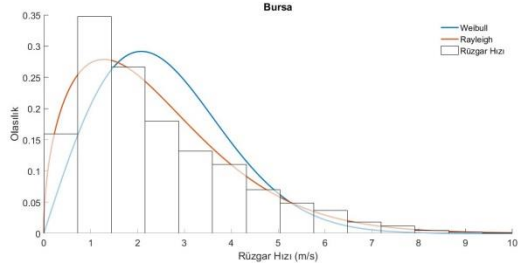
Ulgen, K., Genc, A., Hepbasli, A., & Oturanc, G. (2004). Assessment of wind characteristics for energy generation. *Energy Sources*, 26(13), 1227-1237.

Wagner, H.-J. (2018) Introduction to wind energy systems, *EPJ web of conferences*, 189, 00005, doi:10.1051/epjconf/201818900005

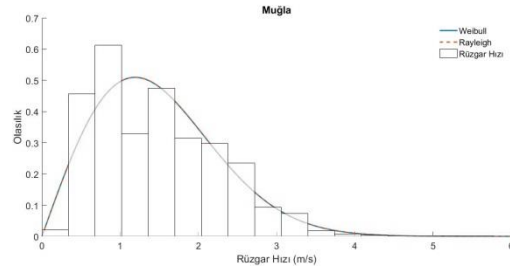
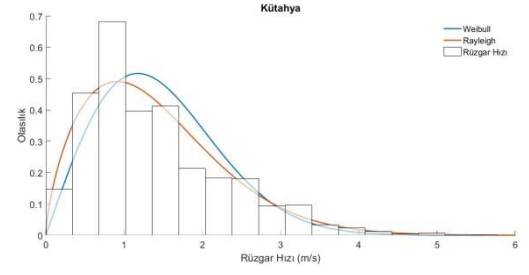
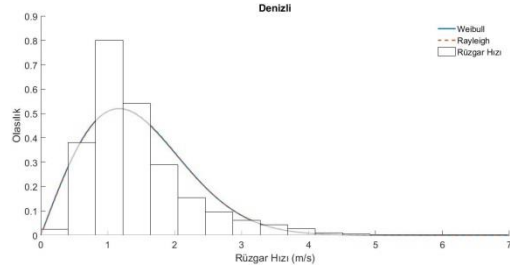
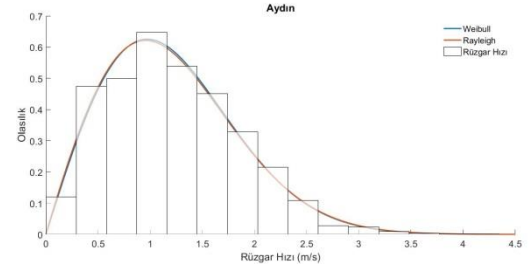
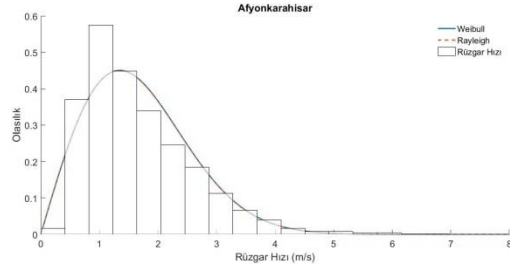
Werapun, W., Tirawanichakul, Y., & Waewsak, J. (2015). Comparative study of five methods to estimate Weibull parameters for wind speed on Phangan Island, *Thailand. Energy Procedia*, 79, 976-981.

EKLER

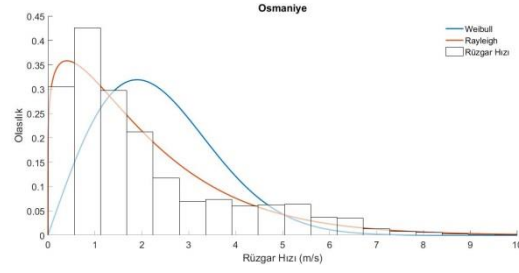
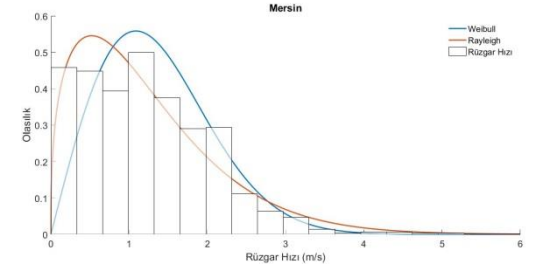
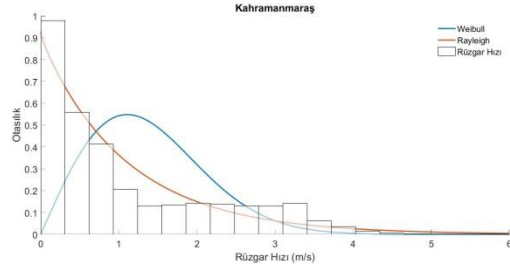
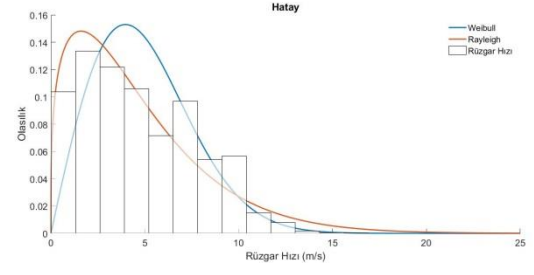
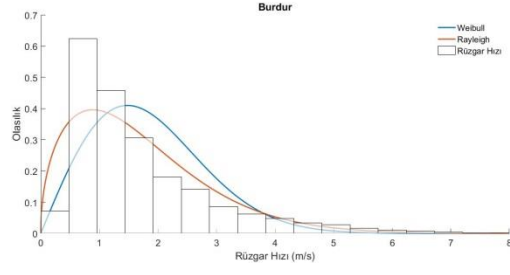
EK-1: Marmara Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Dağılım Fonksiyonlarının Karşılaştırılması



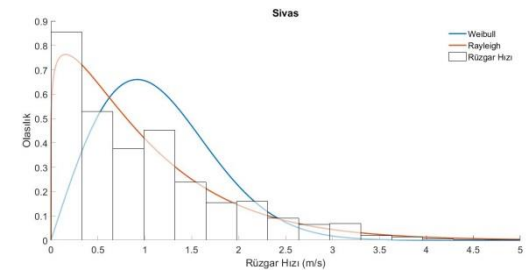
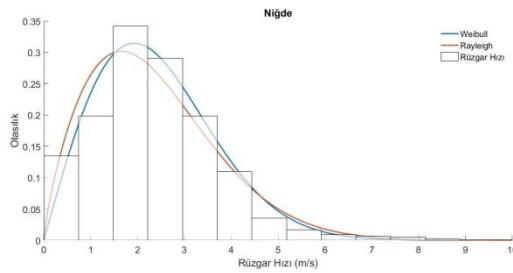
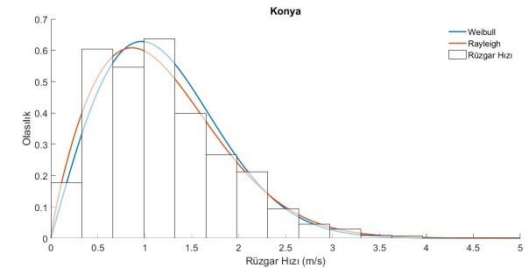
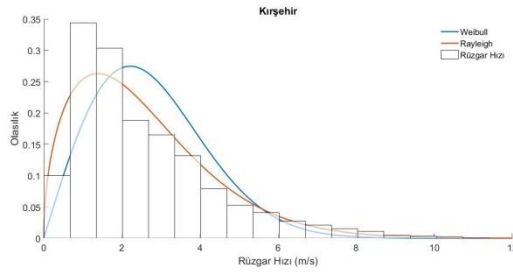
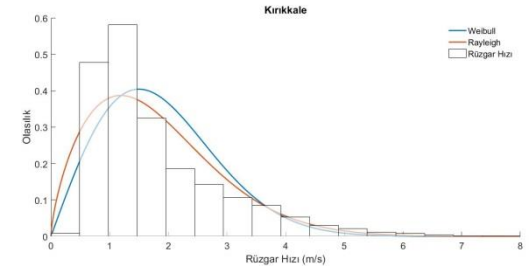
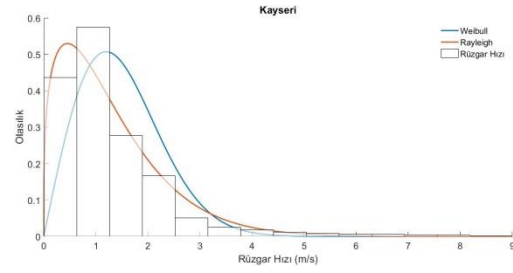
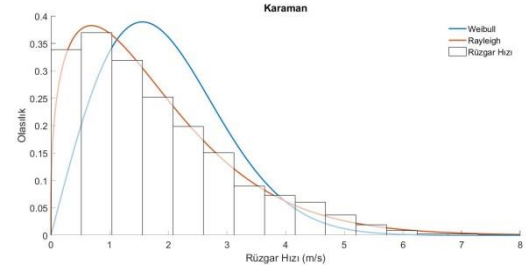
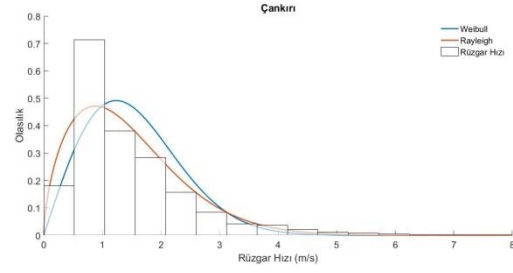
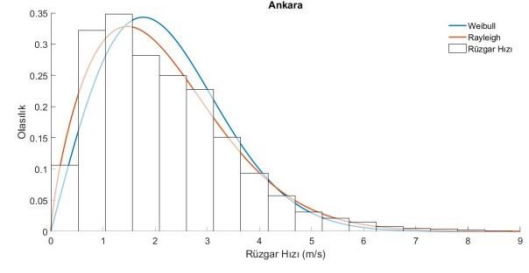
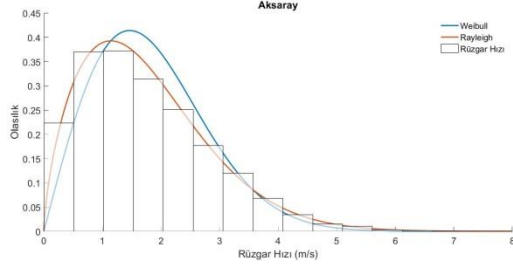
EK-2: Ege Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Dağılım Fonksiyonlarının Karşılaştırılması



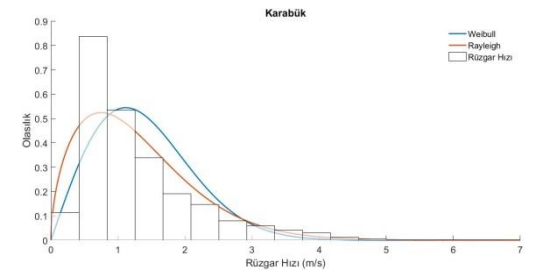
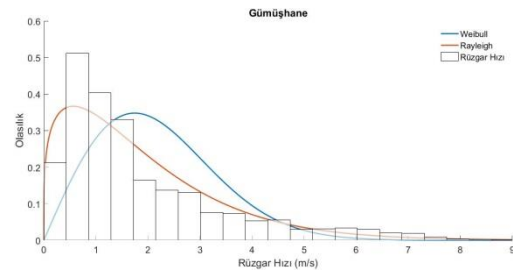
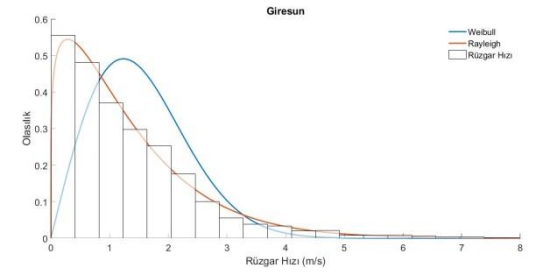
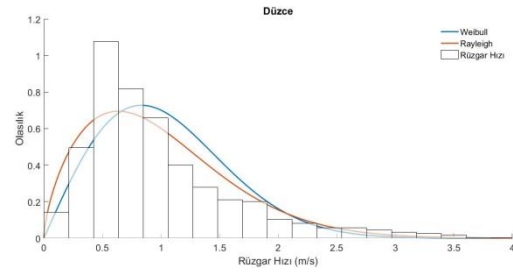
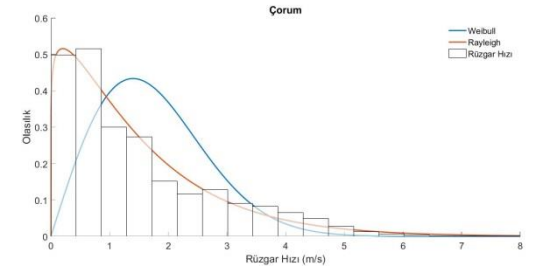
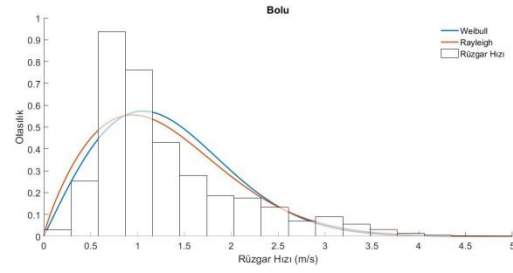
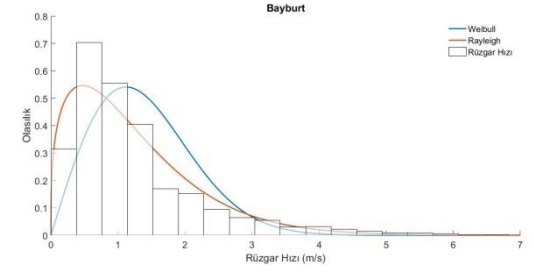
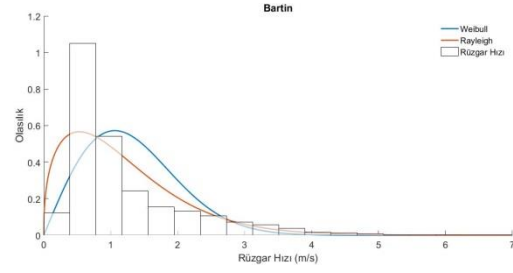
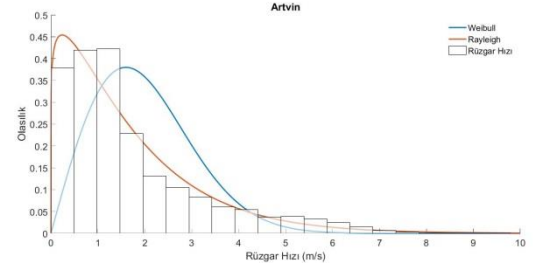
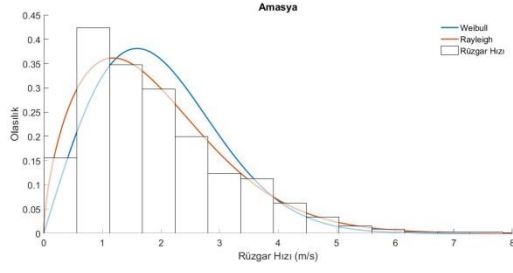
EK-3: Akdeniz Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Dağılım Fonksiyonlarının Karşılaştırılması

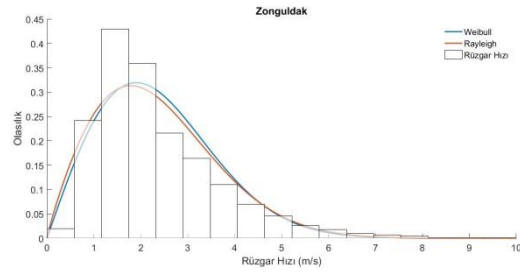
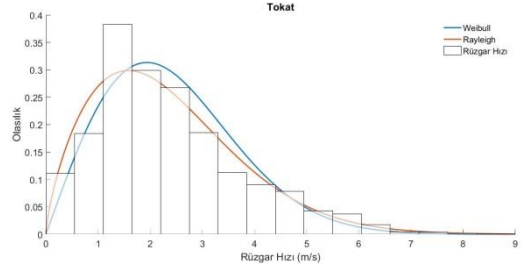
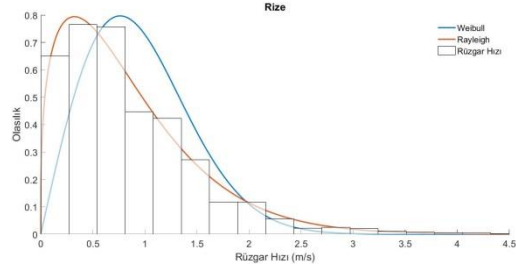
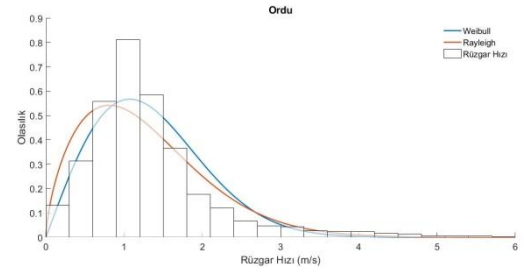
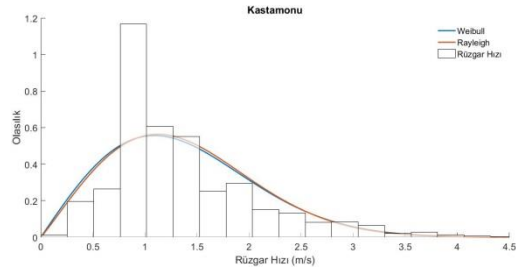


EK-4: İç Anadolu Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Dağılım Fonksiyonlarının Karşılaştırılması

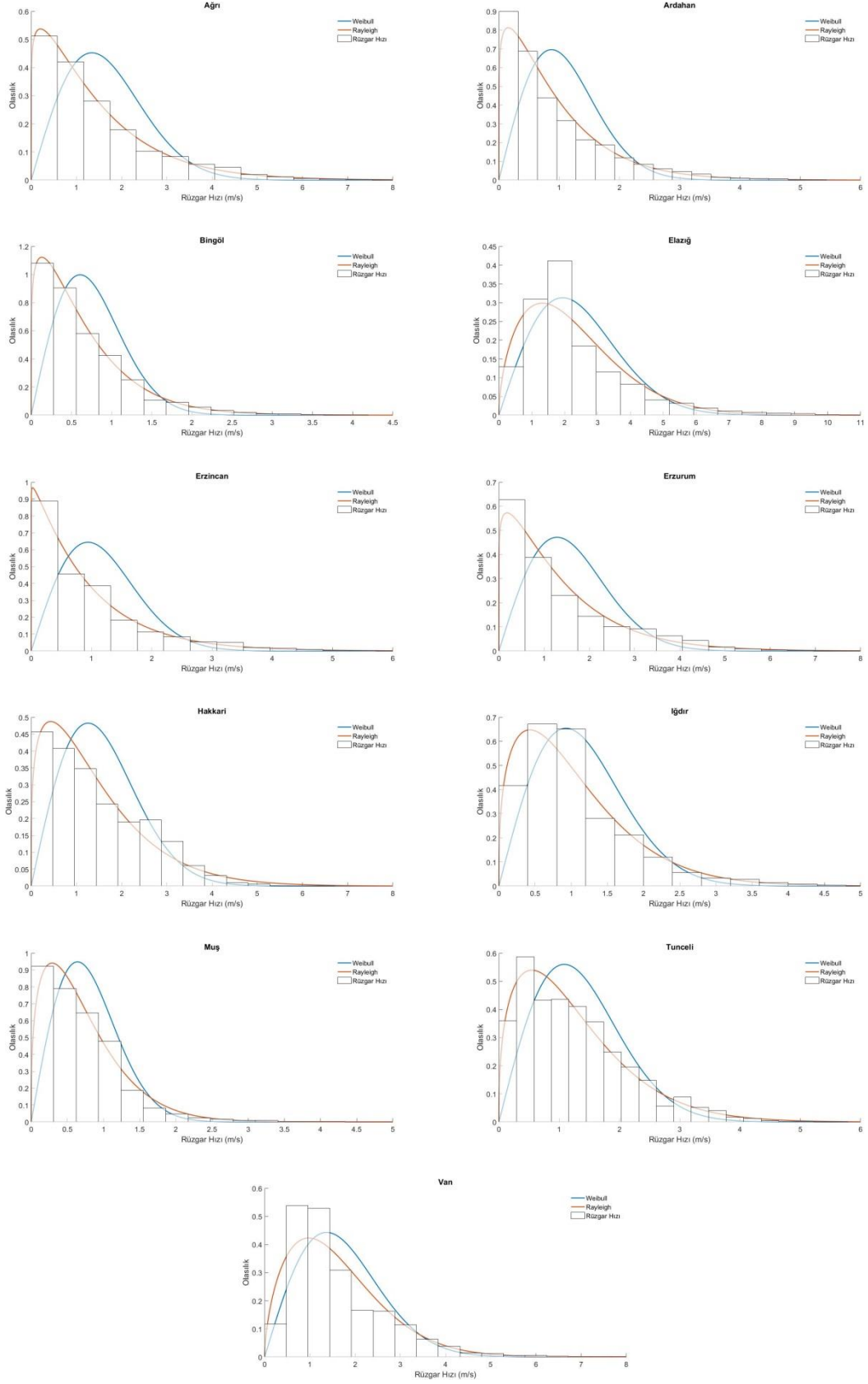


EK-5: Karadeniz Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Dağılım Fonksiyonlarının Karşılaştırılması

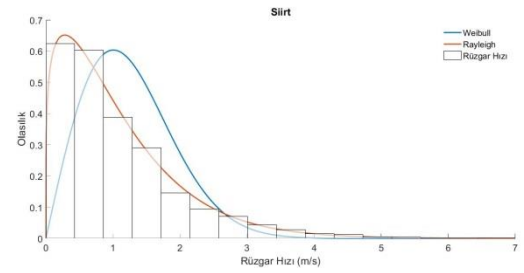
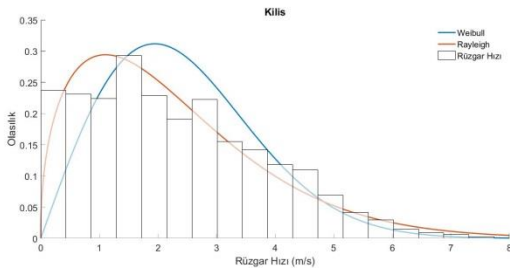
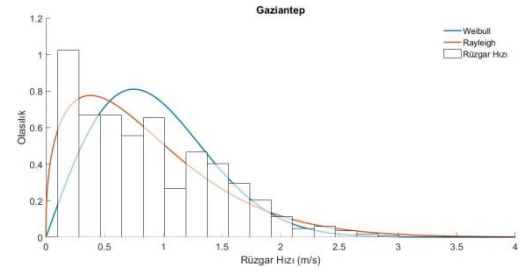
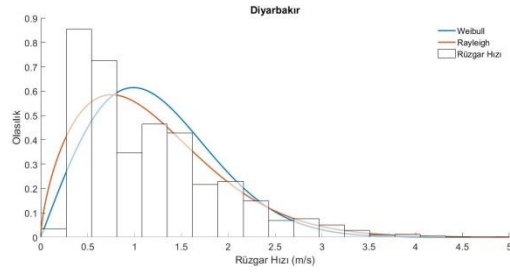
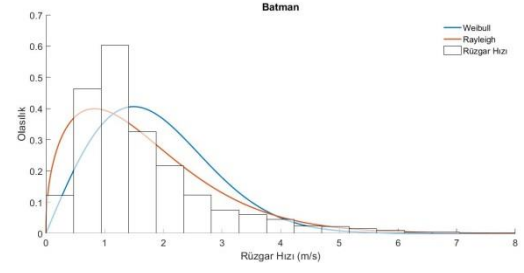
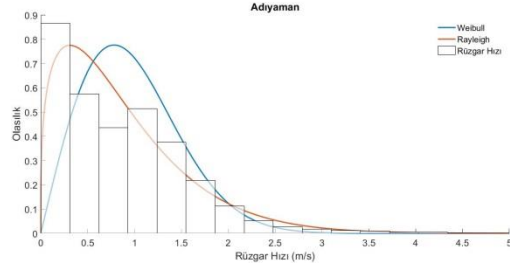




EK-6: Doğu Anadolu Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Dağılım Fonksiyonlarının Karşılaştırılması



EK-7: Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Dağılım Fonksiyonlarının Karşılaştırılması



EK-8: Marmara Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Analizleri

Balıkesir							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	0,9589	2,0759	0,1625	38,1972	2,1711	0,2303	8,3201
Şubat	1,4049	2,5543	0,0688	22,9015	2,0201	0,1164	6,7023
Mart	1,2344	2,5866	0,0833	32,2	2,2074	0,1292	8,7449
Nisan	1,3597	2,3486	0,0793	19,0938	1,9143	0,111	5,7032
Mayıs	1,5195	3,0413	0,0717	33,202	2,3307	0,1047	10,2935
Haziran	1,3826	2,9156	0,1025	35,2274	2,3294	0,1356	10,2766
Temmuz	1,5563	3,0441	0,0962	31,9214	2,3062	0,1293	9,9726
Ağustos	2,1979	4,8605	0,0463	84,2572	3,3808	0,0866	31,4157
Eylül	1,3288	3,4347	0,0694	62,9015	2,7911	0,1036	17,6771
Ekim	1,3989	3,0731	0,0904	40,2365	2,4376	0,1218	11,7759
Kasım	1,3904	3,4597	0,0873	58,16	2,7616	0,1142	17,1228
Aralık	1,1586	2,3186	0,1499	27,5892	2,1533	0,1775	8,1176
Yıllık	1,3105	2,966	0,0651	41,8311	2,4339	0,1008	11,722

Bursa							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,4146	2,8942	0,0724	32,7875	2,3076	0,0889	9,991
Şubat	1,7097	2,9384	0,0654	24,7121	1,1679	0,0832	8,2841
Mart	1,5197	3,1897	0,0544	38,2338	2,4724	0,059	12,288
Nisan	1,614	2,3153	0,0561	13,1967	1,7525	0,0678	4,376
Mayıs	1,7348	2,4543	0,0691	14,1041	1,8071	0,0753	4,7981
Haziran	1,6703	2,6106	0,0633	17,9353	1,9469	0,0696	5,9998
Temmuz	1,7159	2,5874	0,0748	16,7836	1,9083	0,0872	5,65
Ağustos	1,5797	3,6667	0,0433	54,2978	2,7921	0,0622	17,6977
Eylül	1,536	2,7084	0,0586	22,9645	2,0786	0,0784	7,3018
Ekim	1,1974	1,919	0,4105	14,2538	1,6605	0,44	3,7223
Kasım	1,4181	2,5905	0,0702	23,4008	2,0493	0,1037	6,9969
Aralık	1,6547	2,2893	0,0646	12,2686	1,7139	0,076	4,0935
Yıllık	1,4973	2,6721	0,0426	23,0952	2,0802	0,0567	7,318

Çanakkale

	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,6933	3,8894	0,0643	58,9918	2,8888	0,0667	19,5991
Şubat	1,7031	4,6712	0,0518	101,3435	3,473	0,0463	34,057
Mart	1,5459	5,0948	0,0405	153,4313	3,895	0,0506	48,0419
Nisan	1,5926	3,4114	0,06	43,7982	2,6168	0,0588	14,5685
Mayıs	2,1922	3,4587	0,0394	30,8409	2,4032	0,0922	11,2842
Haziran	1,8849	3,4195	0,0643	34,7851	2,4533	0,0745	12,0055
Temmuz	2,0714	2,9679	0,775	20,5352	2,0824	0,0954	7,342
Ağustos	2,6324	4,457	0,0569	57,8708	3,0275	0,1046	22,5619
Eylül	2,0493	3,8488	0,0639	45,264	2,7069	0,0734	16,126
Ekim	2,0537	3,6681	0,1737	39,0994	2,5798	0,1929	13,9592
Kasım	1,8716	4,3177	0,042	70,6215	3,1045	0,0619	24,3273
Aralık	1,8615	3,1274	0,0614	27,0144	2,2542	0,0712	9,3129
Yıllık	1,7575	3,8576	0,0279	54,6072	2,8299	0,04	18,4256

Edirne

	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,7541	2,1817	0,1406	9,8667	1,6073	0,113	3,3763
Şubat	2,137	2,4449	0,075	11,1021	1,7045	0,1038	4,0265
Mart	2,1946	2,4754	0,0989	11,253	1,7168	0,1221	4,1139
Nisan	2,3935	2,3478	0,0827	8,9629	1,6063	0,1483	3,3694
Mayıs	2,6914	2,3676	0,0834	8,5343	1,5975	0,1566	3,3147
Haziran	2,7549	2,1409	0,0973	6,2311	1,4425	0,2005	2,4406
Temmuz	2,894	1,9153	0,0998	4,3552	1,2855	0,2248	1,7272
Ağustos	3,3816	2,3664	0,0622	7,7401	1,5788	0,2337	3,1996
Eylül	2,3742	2,1905	0,0741	7,3218	1,5002	0,1495	2,7451
Ekim	2,2306	2,0034	0,3454	5,8826	1,3863	0,3686	2,1662
Kasım	1,9153	2,4289	0,0805	12,1885	1,7374	0,0838	4,26411
Aralık	2,0274	1,8253	0,1589	4,863	1,2864	0,1659	1,7308
Yıllık	2,2045	2,2279	0,0676	8,1714	1,5432	0,114	2,9877

İstanbul							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	2,2583	1,7426	0,1006	3,8358	1,2017	0,1693	1,411
Şubat	2,7084	2,024	0,0592	5,3185	1,3664	0,1964	2,074
Mart	2,2665	1,8285	0,0841	4,419	1,261	0,1641	1,6302
Nisan	2,5885	1,7517	0,0637	3,5388	1,1901	0,2141	1,3704
Mayıs	2,9458	1,6299	0,0738	2,6653	1,0941	0,2804	1,0649
Haziran	2,997	1,8523	0,0773	3,8828	1,2448	0,2656	1,568
Temmuz	2,8746	1,801	0,0785	3,6362	1,2125	0,2477	1,4491
Ağustos	2,9167	1,8166	0,1327	3,7066	1,2213	0,2612	1,481
Eylül	2,9217	1,7274	0,0542	3,1845	1,1602	0,2593	1,2697
Ekim	1,8315	1,3145	0,8452	2,0413	0,9513	0,8746	0,7
Kasım	2,4419	1,7034	0,1053	3,3787	1,1605	0,2375	1,2706
Aralık	2,3034	1,8685	0,096	4,6547	1,2845	0,1794	1,7231
Yıllık	2,4538	1,7561	0,0662	3,69	1,1984	0,1799	1,3993

Sakarya							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,9746	2,3198	0,0942	10,2727	1,645	0,1188	3,6193
Şubat	2,226	2,1147	0,1238	6,9371	1,4622	0,1512	2,5415
Mart	1,9972	2,2299	0,0636	9,0141	1,5773	0,1009	3,1904
Nisan	2,1344	1,9372	0,0827	5,534	1,3513	0,1384	2,0061
Mayıs	2,2575	1,9706	0,0861	5,5486	1,3601	0,1518	2,0457
Haziran	2,0109	1,9477	0,0739	5,9633	1,3755	0,1146	2,1157
Temmuz	1,8409	1,7728	0,1187	4,9743	1,2796	0,1365	1,7036
Ağustos	1,7783	2,1378	0,1237	9,1208	1,5594	0,1237	3,0829
Eylül	1,7294	1,7039	0,0918	4,7985	1,254	0,1006	1,6031
Ekim	1,3522	1,2989	0,5129	3,3052	1,056	0,5466	0,9573
Kasım	1,7565	1,7711	0,1045	5,2736	1,2982	0,1075	1,7787
Aralık	1,9674	2,0125	0,0775	6,7345	1,4285	0,1185	2,3698
Yıllık	1,8412	1,934	0,0705	6,4567	1,3961	0,0956	2,2125

Tekirdağ							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,9242	3,2927	0,0623	30,2964	2,3502	0,0728	10,5539
Şubat	1,8401	4,0327	0,0523	58,709	2,9133	0,065	20,1033
Mart	1,7164	3,3832	0,0709	38,0446	2,498	0,0702	12,6739
Nisan	1,8261	2,4318	0,0797	12,9978	1,7654	0,0777	4,47311
Mayıs	2,0611	3,2163	0,0694	26,244	2,2585	0,0815	9,3663
Haziran	1,928	3,4201	0,0783	33,8761	2,4406	0,0773	11,8199
Temmuz	2,3688	2,9265	0,0899	17,5421	2,0012	0,1343	6,5159
Ağustos	2,1425	4,334	0,0876	61,885	3,0206	0,0881	22,4077
Eylül	2,0137	3,6033	0,0885	37,7851	2,5438	0,0903	13,3824
Ekim	1,7809	3,0861	0,3685	27,4422	2,2506	0,3745	9,268
Kasım	2,3749	4,0912	0,0499	47,8387	2,805	0,0894	17,9432
Aralık	2,1006	2,9813	0,0703	20,5177	2,0845	0,0775	7,3639
Yıllık	1,9007	3,3968	0,0522	33,736	2,4331	0,0587	11,7111

Yalova							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,742	2,0419	0,1141	8,195	1,5012	0,1208	2,7507
Şubat	2,0769	1,9286	0,0941	5,6185	1,3526	0,1447	2,0122
Mart	1,829	1,6887	0,1224	4,3454	1,2233	0,1222	1,4883
Nisan	2,1335	1,4027	0,1423	2,1075	0,9778	0,1879	0,7602
Mayıs	1,9936	1,6626	0,108	3,753	1,1765	0,1366	1,3241
Haziran	1,9427	2,3658	0,102	11,1217	1,6844	0,1208	3,8854
Temmuz	1,7543	2,3618	0,1175	12,5596	1,732	0,1206	4,2245
Ağustos	1,7942	2,5559	0,1135	15,4447	1,8573	0,1326	5,209
Eylül	1,722	2,4274	0,1275	13,9927	1,788	0,1341	4,6473
Ekim	1,4665	1,8813	0,2704	8,5076	1,5052	0,2672	2,7726
Kasım	1,7922	2,7053	0,1091	18,3406	1,9668	0,1247	6,1858
Aralık	1,5223	2,4869	0,0991	18,3319	1,9439	0,0868	5,9724
Yıllık	1,6575	2,1236	0,077	9,9124	1,5919	0,0753	3,2797

EK-9: Ege Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Analizleri

Afyonkarahisar							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,8045	1,8409	0,1136	5,1602	1,3393	0,1117	1,9533
Şubat	1,7556	1,9379	0,1167	6,2442	1,4249	0,1007	2,3519
Mart	1,7851	2,3572	0,0841	10,9882	1,7202	0,0798	4,1387
Nisan	2,1308	1,8716	0,1066	4,5147	1,305	0,1469	1,8068
Mayıs	2,2833	1,8642	0,0907	4,2042	1,2845	0,1637	1,7233
Haziran	2,1434	1,8894	0,0929	4,6202	1,316	0,1429	1,8528
Temmuz	2,6149	2,194	0,0899	6,2415	1,4873	0,1812	2,675
Ağustos	2,4216	1,9751	0,0689	4,7841	1,3538	0,1892	2,0172
Eylül	2,3077	2,0424	0,1166	5,4822	1,4062	0,1618	2,2607
Ekim	2,0788	1,5633	0,1191	2,6937	1,0955	0,1429	1,0688
Kasım	2,1492	1,5113	0,1569	2,3585	1,0515	0,1976	0,9453
Aralık	1,9836	1,754	0,1156	3,991	1,2428	0,128	1,5605
Yıllık	1,9981	1,9039	0,0713	5,065	1,3466	0,1013	1,9851

Aydın							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,901	1,3619	0,0485	2,1627	0,9741	0,1724	0,7514
Şubat	1,917	1,3973	0,0589	2,3129	0,9978	0,1603	0,8077
Mart	2,2067	1,6124	0,0762	3,0883	1,1194	0,1959	1,1404
Nisan	2,2557	1,4145	0,0728	2,0467	0,979	0,2335	0,7628
Mayıs	2,286	1,4658	0,0548	2,2531	1,0122	0,223	0,8432
Haziran	2,4459	1,5162	0,0902	2,3722	1,0386	0,2547	0,9109
Temmuz	2,2502	1,486	0,0898	2,3778	1,0289	0,2211	0,8855
Ağustos	2,1817	1,4238	0,0756	2,1473	0,9911	0,239	0,7914
Eylül	2,0023	1,3448	0,0781	1,9654	0,9507	0,2002	0,6985
Ekim	1,6215	0,9609	0,7485	0,9448	0,7213	0,7749	0,3051
Kasım	1,7894	1,1708	0,0856	1,4812	0,8498	0,2228	0,4989
Aralık	1,7426	1,2603	0,0573	1,9148	0,9227	0,1606	0,6386
Yıllık	1,9729	1,368	0,0589	2,1018	0,9701	0,1762	0,7422

Denizli							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	2,012	1,6433	0,1383	3,4669	1,1603	0,165	1,2701
Şubat	1,6852	1,5775	0,1534	3,8275	1,1784	0,133	1,3303
Mart	1,7965	2,0793	0,1216	8,0187	1,5176	0,1067	2,8419
Nisan	2,1779	1,611	0,1509	3,0268	1,1174	0,2125	1,1344
Mayıs	2,1584	1,7033	0,1485	3,6065	1,1839	0,1721	1,3491
Haziran	2,4493	1,6501	0,129	2,9677	1,1238	0,2211	1,1539
Temmuz	2,5139	2,0206	0,1067	5,3559	1,3731	0,1757	2,1049
Ağustos	2,6462	1,736	0,0982	3,2924	1,1723	0,2297	1,3099
Eylül	2,5423	1,6873	0,1402	3,0962	1,1438	0,2347	1,2167
Ekim	1,7603	1,1471	0,629	1,3833	0,8451	0,6554	0,4908
Kasım	2,2098	1,5019	0,1819	2,4218	1,0377	0,2185	0,9085
Aralık	1,9401	1,4239	0,229	2,3461	1,0154	0,2056	0,8512
Yıllık	2,0099	1,6532	0,109	3,5334	1,1675	0,1356	1,2939

Kütahya							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,5928	1,6983	0,1016	4,9032	1,2903	0,0965	1,7465
Şubat	1,908	1,756	0,0736	4,2142	1,256	0,1204	1,611
Mart	1,9408	2,1219	0,0562	7,2932	1,5106	0,1214	2,8027
Nisan	1,6198	1,5903	0,064	3,9171	1,1952	0,1091	1,3881
Mayıs	1,7487	1,5457	0,0707	3,2101	1,1336	0,1047	1,1845
Haziran	1,823	1,5445	0,0858	3,0309	1,1176	0,1382	1,135
Temmuz	1,785	1,7185	0,0762	4,2907	1,2511	0,1185	1,592
Ağustos	1,7318	1,6685	0,0697	4,0923	1,2243	0,1192	1,4919
Eylül	1,7335	1,573	0,0765	3,4245	1,1535	0,1315	1,2477
Ekim	1,6498	1,1461	0,4866	1,4247	0,8606	0,4742	0,5182
Kasım	1,6425	1,3207	0,0974	2,1952	0,9841	0,1758	0,7748
Aralık	1,5917	1,286	0,0755	2,131	0,9764	0,0886	0,7568
Yıllık	1,6686	1,5786	0,0552	3,6589	1,1748	0,091	1,3183

Muğla							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,8018	1,7762	0,1476	4,843	1,289	0,1792	1,7411
Şubat	1,9341	1,5523	0,1477	2,9668	1,1068	0,1509	1,1024
Mart	1,9997	1,7603	0,1321	4,1713	1,2448	0,1594	1,5681
Nisan	1,9076	1,7012	0,1865	3,9667	1,2164	0,2049	1,4633
Mayıs	2,1929	1,6002	0,1187	2,8677	1,1104	0,1552	1,113
Haziran	2,1969	1,6685	0,1436	3,2458	1,158	0,1819	1,2625
Temmuz	3,0434	2,1266	0,1053	5,4988	1,4301	0,2585	2,3782
Ağustos	2,9236	1,8429	0,0858	3,6409	1,2401	0,2586	1,5504
Eylül	2,8639	1,8958	0,0898	4,0014	1,2765	0,2447	1,6911
Ekim	1,4431	1,1172	0,4792	1,7273	0,8832	0,5431	0,5601
Kasım	2,009	1,4522	0,2013	2,3306	1,0258	0,2302	0,8776
Aralık	1,7448	1,6354	0,1279	3,9469	1,202	0,1405	1,412
Yıllık	2,0016	1,6837	0,1011	3,6464	1,1903	0,1462	1,3713

EK-10: Akdeniz Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Analizleri

Burdur							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,4347	1,8905	0,1526	8,1821	1,5174	0,1487	2,8405
Şubat	1,4082	2,3204	0,1075	15,7156	1,8651	0,1232	5,275
Mart	1,4865	3,0326	0,0691	31,5269	2,3578	0,0904	10,6574
Nisan	1,6011	1,9545	0,1037	7,4106	1,4881	0,0859	2,679
Mayıs	1,7442	1,6778	0,1105	4,1204	1,2347	0,1132	1,5304
Haziran	1,7912	1,9098	0,0893	5,8621	1,3923	0,1004	2,1945
Temmuz	2,1149	2,0739	0,0774	6,2335	1,4489	0,1355	2,4728
Ağustos	1,9213	1,7468	0,0771	4,1154	1,2469	0,1325	1,5761
Eylül	1,855	1,7722	0,0912	4,4805	1,278	0,1106	1,6971
Ekim	1,4889	1,3045	0,4382	2,5017	1,0238	0,4266	0,8725
Kasım	1,449	1,4816	0,1405	3,8616	1,1973	0,0968	1,39531
Aralık	1,3366	1,4825	0,0969	4,5911	1,2475	0,093	1,5785
Yıllık	1,4881	1,8782	0,0761	7,4743	1,4796	0,0679	2,6336

Hatay							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,1177	2,9719	0,2642	65,2778	2,5738	0,3108	13,8625
Şubat	1,0987	2,5552	0,2529	43,8057	2,2846	0,3067	6,6947
Mart	1,1606	4,1922	0,1278	163,5054	3,6451	0,1542	39,3767
Nisan	1,2214	4,0334	0,2031	126,2554	3,3125	0,2285	29,5518
Mayıs	1,6108	5,0392	0,073	137,4408	3,7584	0,0851	43,1638
Haziran	2,8679	7,9514	0,0195	311,5844	5,3736	0,0653	126,153
Temmuz	3,526	8,3766	0,018	337,6974	5,5872	0,0733	141,8018
Ağustos	3,6654	8,0901	0,0207	301,1753	5,4049	0,081	128,3746
Eylül	2,0828	6,2326	0,0386	187,6298	4,3756	0,0639	68,1134
Ekim	1,1107	3,1771	0,206	81,3297	2,7845	0,2509	17,5521
Kasım	1,0181	2,1245	0,4082	32,6992	1,943	0,4945	5,9641
Aralık	1,1572	3,3825	0,2347	86,6356	2,8711	0,2702	19,2413
Yıllık	1,2979	4,968	0,1263	202,229	3,9649	0,1436	50,6749

Kahramanmaraş							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	0,9361	0,5557	0,3116	0,7749	0,6462	0,5468	0,2194
Şubat	0,9196	0,4836	0,3637	0,5511	0,6218	0,597	0,1955
Mart	1,0422	0,8969	0,2467	2,1545	0,8482	0,416	0,4961
Nisan	1,0585	1,0022	0,187	2,8488	0,9444	0,3204	0,6849
Mayıs	1,1222	0,9156	0,1696	1,7959	0,8248	0,3226	0,4562
Haziran	1,4905	2,071	0,137	10,4017	1,5689	0,2148	3,1396
Temmuz	2,141	2,6367	0,1078	13,1849	1,8449	0,1932	5,1056
Ağustos	1,7336	2,3819	0,1265	12,3773	1,7332	0,1972	4,2332
Eylül	1,3416	1,5038	0,1333	4,9461	1,1974	0,2344	1,3957
Ekim	1,5328	0,9147	0,3136	0,8516	0,7195	0,2359	0,3029
Kasım	0,9864	0,4779	0,441	0,3992	0,5134	0,6887	0,11
Aralık	1,0491	0,4916	0,2277	0,3469	0,5176	0,455	0,1128
Yıllık	0,9922	1,1234	0,1484	5,0699	1,1064	0,2925	1,1011

Mersin							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,7684	1,4289	0,0693	2,7511	1,0437	0,1202	0,9243
Şubat	1,5417	1,2296	0,0706	2,1666	0,9404	0,1503	0,6761
Mart	1,216	1,6337	0,774	8,5563	1,5029	0,0916	2,7598
Nisan	1,777	1,4612	0,0863	2,9228	1,0633	0,1727	0,9773
Mayıs	2,0401	1,5089	0,0658	2,739	1,0628	0,1994	0,9759
Haziran	1,9469	1,7376	0,0764	4,3955	1,2356	0,1796	1,5335
Temmuz	2,2507	1,6937	0,102	3,5403	1,1745	0,2389	1,3171
Ağustos	1,8007	1,6233	0,1073	3,938	1,1741	0,2039	1,316
Eylül	1,1092	1,0315	0,2496	2,8174	0,9134	0,3905	0,6197
Ekim	1,0012	0,6768	0,7608	1,1336	0,6703	0,9186	0,2449
Kasım	1,05	0,8326	0,2619	1,7771	0,7836	0,4586	0,3911
Aralık	1,2478	1,3356	0,0678	4,3677	1,1885	0,1086	1,3648
Yıllık	1,3714	1,3461	0,0726	3,575	1,0858	0,1366	1,0408

Osmaniye							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,248	2,2117	0,0923	19,5724	1,9528	0,0871	6,0544
Şubat	1,3687	2,1511	0,0662	14,4444	1,7751	0,0524	4,5478
Mart	1,2992	2,2039	0,0718	17,5002	1,8713	0,0693	5,3279
Nisan	1,2219	1,9146	0,0881	13,4039	1,6294	0,125	3,5169
Mayıs	1,2105	1,9707	0,0656	14,9901	1,6958	0,1122	3,9651
Haziran	1,075	2,3697	0,0926	37,2819	2,1495	0,1501	8,0749
Temmuz	1,2963	2,9592	0,0581	42,5989	2,4102	0,1098	11,3832
Ağustos	1,2256	2,86	0,0613	44,3118	2,3976	0,1177	11,2057
Eylül	1,3314	2,3016	0,0802	18,8214	1,8898	0,093	5,4876
Ekim	1,2377	1,6068	0,4418	7,6575	1,3846	0,4599	2,1581
Kasım	1,0477	1,6426	0,0765	13,5535	1,6242	0,1413	3,4839
Aralık	0,9347	1,6273	0,0999	20,4319	1,7209	0,1999	4,1436
Yıllık	1,1664	2,1395	0,0504	21,2859	1,9003	0,089	5,5794

EK-11: İç Anadolu Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Analizleri

Aksaray							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,4396	1,8372	0,0549	7,4375	1,4634	0,0648	2,5482
Şubat	1,757	2,15	0,0334	8,5598	1,5717	0,0959	3,1568
Mart	1,6634	2,1324	0,0486	9,0381	1,587	0,0948	3,2496
Nisan	1,7747	2,0699	0,0437	7,5359	1,5106	0,0977	2,8026
Mayıs	1,8804	1,7348	0,0451	4,1233	1,2442	0,1383	1,566
Haziran	1,7962	1,8584	0,0639	5,3677	1,3475	0,1418	1,9891
Temmuz	1,9113	2,3355	0,0762	9,8692	1,667	0,1463	3,7666
Ağustos	2,2403	2,6941	0,0512	12,9516	1,8676	0,1357	5,2962
Eylül	1,8267	2,1267	0,0506	7,8659	1,5352	0,1177	2,9417
Ekim	1,5055	1,5001	0,3286	3,7174	1,1556	0,3505	1,2546
Kasım	1,7049	1,6521	0,0567	4,0517	1,2152	0,1484	1,4591
Aralık	1,5795	1,6648	0,071	4,6708	1,2664	0,0913	1,6514
Yıllık	1,6716	1,9758	0,0265	7,1359	1,4661	0,0851	2,562

Ankara							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,6947	1,2064	0,1862	1,613	0,8987	0,1561	0,5901
Şubat	2,2418	1,2283	0,1403	1,2432	0,8487	0,2316	0,4971
Mart	1,5735	1,4007	0,1464	2,8375	1,0787	0,1078	1,0204
Nisan	2,4093	2,8142	0,0597	14,1464	1,9236	0,1097	5,7874
Mayıs	2,1317	2,7425	0,0604	14,4634	1,9124	0,1066	5,6865
Haziran	2,3014	2,8581	0,057	15,3337	1,9676	0,1177	6,1935
Temmuz	2,3305	2,9811	0,0645	17,2327	2,0473	0,1136	6,9768
Ağustos	2,737	3,5937	0,0546	27,2328	2,4277	0,129	11,6326
Eylül	1,8752	3,1271	0,0673	24,5558	2,2499	0,0765	9,2591
Ekim	1,754	2,1689	0,3991	8,9266	1,5851	0,3838	3,2382
Kasım	1,9118	2,4608	0,0648	11,6959	1,7602	0,085	4,4336
Aralık	1,8994	2,292	0,882	9,5225	1,6423	0,1019	3,601
Yıllık	1,7345	2,4047	0,0432	12,3568	1,7679	0,0697	4,4921

Çankırı							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,3836	1,6627	0,1462	6,1469	1,4039	0,1099	2,2496
Şubat	1,6455	1,4593	0,1643	3,0247	1,1084	0,1242	1,1071
Mart	1,7096	1,7934	0,1434	5,3025	1,3333	0,1159	1,927
Nisan	1,6261	1,7205	0,1318	5,05	1,3016	0,1383	1,7927
Mayıs	1,9011	1,6909	0,1072	3,8708	1,2117	0,1234	1,4464
Haziran	1,9576	1,7607	0,0973	4,2276	1,2516	0,1297	1,5942
Temmuz	1,7883	1,9724	0,0618	6,629	1,438	0,0908	2,4174
Ağustos	1,968	1,5995	0,1354	3,1508	1,1353	0,1789	1,1896
Eylül	1,4932	1,7963	0,1222	6,6554	1,4099	0,1246	2,2788
Ekim	1,388	1,2385	0,452	2,5234	1,0206	0,4397	0,8643
Kasım	1,8144	1,1507	0,2261	1,2918	0,8373	0,2035	0,4773
Aralık	1,5671	1,5619	0,1728	4,015	1,2065	0,1288	1,428
Yıllık	1,6044	1,618	0,0971	4,292	1,2344	0,083	1,5294

Karaman							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,4108	2,116	0,0458	11,761	1,683	0,0857	3,8756
Şubat	1,3765	2,118	0,0526	12,4207	1,6885	0,1173	3,9138
Mart	1,3506	2,7405	0,0523	28,0595	2,1847	0,1062	8,4775
Nisan	1,3372	2,0633	0,0461	12,247	1,6717	0,1071	3,7982
Mayıs	1,4474	1,809	0,0535	6,9775	1,423	0,0955	2,3428
Haziran	1,8143	2,001	0,052	6,5696	1,4482	0,1129	2,4695
Temmuz	2,0323	2,3828	0,0704	9,7376	1,6793	0,1354	3,8506
Ağustos	1,6862	2,1309	0,0556	8,7755	1,5725	0,112	3,1615
Eylül	1,4348	1,6811	0,0518	5,6983	1,3237	0,1109	1,8858
Ekim	1,1016	1,1218	0,4154	3,3308	1,0489	0,4505	0,9382
Kasım	1,0695	1,1748	0,0752	4,2148	1,1363	0,1881	1,193
Aralık	1,2955	1,8003	0,0638	8,7621	1,5101	0,0994	2,7997
Yıllık	1,3398	1,9194	0,0308	9,8151	1,5584	0,0853	3,0771

Kayseri							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,1649	1,2335	0,098	3,7211	1,187	0,1074	1,3596
Şubat	1,2373	1,2214	0,0945	3,0596	1,0875	0,1027	1,0458
Mart	1,0888	1,9923	0,0785	19,3066	1,9469	0,1142	6,0001
Nisan	1,3377	1,5085	0,0672	4,7647	1,2464	0,0959	1,5743
Mayıs	1,316	1,4616	0,0544	4,5008	1,2223	0,0917	1,4849
Haziran	1,6194	1,3505	0,0709	2,3687	1,0129	0,1505	0,8448
Temmuz	1,8255	1,5425	0,084	2,9751	1,1146	0,162	1,1257
Ağustos	1,9448	1,4764	0,1287	2,4193	1,0505	0,1918	0,9424
Eylül	1,316	1,3715	0,0673	3,7191	1,1674	0,0957	1,2934
Ekim	1,6654	1,3492	0,2121	2,2614	1,0197	0,1629	0,8621
Kasım	1,3487	0,9674	0,1315	1,2337	0,8289	0,0716	0,4631
Aralık	1,1736	1,1706	0,0932	3,1135	1,116	0,1077	1,13
Yıllık	1,303	1,3888	0,0547	3,9529	1,1961	0,0546	1,3913

Kırıkkale							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,5923	1,9107	0,1452	7,1738	1,4673	0,1184	2,5684
Şubat	1,7803	1,7034	0,1614	4,3062	1,2461	0,1405	1,5731
Mart	1,9591	2,0724	0,1095	6,9043	1,473	0,1022	2,5986
Nisan	1,8185	1,9854	0,1328	6,6318	1,4428	0,0974	2,4419
Mayıs	1,8633	1,8246	0,1287	4,9933	1,3167	0,1122	1,8561
Haziran	1,7608	2,2381	0,1113	9,9136	1,6408	0,1031	3,5912
Temmuz	2,1292	2,5387	0,0867	11,6679	1,771	0,1069	4,5158
Ağustos	2,0099	2,9028	0,074	18,4601	2,0503	0,0934	7,0073
Eylül	1,7406	2,3794	0,1021	12,1019	1,7502	0,1026	4,3589
Ekim	1,436	1,5003	0,2341	4,1915	1,207	0,2314	1,4296
Kasım	1,703	1,6121	0,2044	3,8828	1,201	0,1614	1,4085
Aralık	1,779	1,5397	0,1491	3,1833	1,129	0,1175	1,1702
Yıllık	1,693	2,0161	0,0964	7,66	1,5004	0,082	2,7461

Kırşehir							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,2569	2,406	0,0846	22,6858	2,1071	0,0916	7,6056
Şubat	1,3871	2,3368	0,0832	16,5174	1,8928	0,0972	5,5131
Mart	1,441	2,1641	0,0926	12,1289	1,7343	0,097	4,2409
Nisan	1,7296	2,9458	0,0619	22,4962	2,1753	0,0596	8,3683
Mayıs	1,8249	2,393	0,0682	11,2243	1,7356	0,0786	4,2506
Haziran	1,7313	3,0394	0,0563	24,6752	2,2383	0,0678	9,1167
Temmuz	1,8519	3,7514	0,0441	42,4558	2,7052	0,0585	16,096
Ağustos	2,1568	4,2977	0,0504	54,3145	2,9909	0,0704	21,753
Eylül	1,6471	3,42	0,0495	37,8351	2,5645	0,0591	13,7125
Ekim	1,3767	2,4199	0,2424	18,6424	1,9707	0,2475	6,2224
Kasım	1,4979	2,4874	0,0653	17,1003	1,9444	0,747	5,9766
Aralık	1,3657	2,4903	0,0687	20,6722	2,0388	0,0853	6,8897
Yıllık	1,5083	2,8408	0,0384	25,1522	2,2087	0,049	8,7607

Konya							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,6485	1,3639	0,1267	2,3871	1,0254	0,1004	0,8766
Şubat	1,6149	1,2948	0,1126	2,1093	0,981	0,1056	0,7677
Mart	1,7935	1,4995	0,0702	2,8127	1,0929	0,1175	1,0615
Nisan	1,6914	1,4333	0,1088	2,665	1,0601	0,1652	0,9687
Mayıs	1,9853	1,2123	0,0976	1,3172	0,8586	0,2015	0,5147
Haziran	2,3228	1,4155	0,099	1,8168	0,9743	0,2382	0,752
Temmuz	2,5155	1,6028	0,08	2,4934	1,0921	0,2332	1,0589
Ağustos	2,3951	1,5869	0,121	2,5023	1,0904	0,262	1,054
Eylül	1,8901	1,3269	0,1135	1,8255	0,9497	0,2333	0,6964
Ekim	1,6921	1,0331	0,1915	0,9974	0,7666	0,2223	0,3663
Kasım	1,6179	1,0285	0,1071	1,0543	0,7761	0,1314	0,38
Aralık	2,0636	1,1861	0,1157	1,1855	0,8329	0,2008	0,4698
Yıllık	1,8241	1,3337	0,0487	1,9362	0,9654	0,12	0,7315

Niğde

	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,5669	2,417	0,0525	14,0903	1,8381	0,0791	5,0491
Şubat	1,6529	2,6483	0,0495	17,0012	1,9774	0,0713	6,2863
Mart	1,4358	3,3776	0,0388	45,194	2,6593	0,0602	15,2903
Nisan	2,0802	2,7967	0,0417	15,0649	1,9611	0,1014	6,1323
Mayıs	2,1195	2,5227	0,0542	10,8615	1,7633	0,1267	4,4573
Haziran	2,0523	2,3073	0,0797	8,5731	1,6243	0,1787	3,4841
Temmuz	2,4259	2,9316	0,0663	15,2741	2,0152	0,1584	6,6536
Ağustos	2,7168	2,9909	0,0873	15,1266	2,0421	0,2031	6,9238
Eylül	2,1356	2,8054	0,0643	14,8328	1,9595	0,1465	6,117
Ekim	1,8214	2,2063	0,2691	8,5802	1,5898	0,3067	3,267
Kasım	1,8011	2,2395	0,0804	9,1038	1,6198	0,1517	3,4552
Aralık	1,5446	2,4243	0,0579	14,5757	1,8446	0,1026	5,1025
Yıllık	1,7733	2,6484	0,0358	15,3688	1,9289	0,0821	5,8352

Sivas

	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,3573	0,8047	0,1305	0,6836	0,6497	0,285	0,223
Şubat	1,2971	1,0147	0,075	1,5221	0,8412	0,2004	0,4839
Mart	1,248	1,3414	0,0792	3,8714	1,127	0,1743	1,1639
Nisan	1,1668	1,2277	0,1015	3,567	1,0664	0,2416	0,9861
Mayıs	1,249	1,0568	0,1511	1,8895	0,8799	0,2859	0,539
Haziran	1,0651	0,954	0,2759	2,2283	0,8731	0,43	0,5411
Temmuz	1,0523	1,2028	0,2062	4,6536	1,1051	0,3385	1,0972
Ağustos	1,235	1,4712	0,1215	5,2481	1,2199	0,2392	1,476
Eylül	1,096	1,0651	0,1769	2,8204	0,9606	0,3311	0,7206
Ekim	1,1648	0,6848	0,6709	0,622	0,6182	0,7346	0,1921
Kasım	1,039	0,6365	0,3772	0,721	0,6138	0,5989	0,188
Aralık	1,3347	0,988	0,0749	1,3141	0,8141	0,1899	0,4387
Yıllık	1,133	1,0272	0,1217	2,2798	0,9194	0,2464	0,6318

EK-12: Karadeniz Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Analizleri

Amasya							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,5178	1,6364	0,0485	5,0528	1,2668	0,0921	1,653
Şubat	1,4608	1,8109	0,069	7,3563	1,428	0,0788	2,3676
Mart	1,4911	1,9367	0,0743	8,654	1,5222	0,0716	2,8673
Nisan	1,7788	2,0961	0,0856	8,2914	1,5291	0,0946	2,907
Mayıs	1,7451	2,1169	0,0547	8,7653	1,5514	0,0928	3,0357
Haziran	2,1457	2,5627	0,0508	12,3013	1,7869	0,1147	4,6386
Temmuz	2,4374	2,9922	0,0629	17,687	2,0449	0,1215	6,9524
Ağustos	1,9994	2,9216	0,0552	19,5351	2,066	0,0908	7,1697
Eylül	2,0124	2,5322	0,0623	12,6322	1,788	0,1015	4,6475
Ekim	1,3338	1,6924	0,3221	7,2739	1,3734	0,3448	2,1061
Kasım	1,6462	1,6252	0,1069	4,3207	1,2189	0,0989	1,4722
Aralık	1,587	1,5863	0,0699	4,2605	1,2143	0,0869	1,4559
Yıllık	1,6289	2,1229	0,0361	9,7899	1,5927	0,065	3,2848

Artvin							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,3268	1,6066	0,088	6,2165	1,3071	0,1454	1,8156
Şubat	1,4687	1,6493	0,0921	5,4281	1,284	0,1309	1,7209
Mart	1,3906	1,9171	0,0773	9,5189	1,5483	0,0811	3,0177
Nisan	1,1565	1,8916	0,0429	14,532	1,6867	0,1153	3,9015
Mayıs	1,1117	1,5416	0,0801	8,8702	1,4464	0,1277	2,4604
Haziran	1,0318	1,9135	0,0684	21,7884	1,8464	0,1542	5,1178
Temmuz	1,0338	2,4464	0,0925	45,2181	2,2237	0,175	8,9404
Ağustos	0,9915	2,3044	0,0734	44,1069	2,2043	0,1674	8,7079
Eylül	1,0446	1,9423	0,0832	21,812	1,8167	0,1672	4,8747
Ekim	1,1981	1,2183	0,3676	3,5099	1,0792	0,3954	1,0218
Kasım	1,2067	1,2057	0,1105	3,3354	1,0498	0,1891	0,9407
Aralık	1,5439	1,3969	0,0897	3,0095	1,069	0,1352	0,9931
Yıllık	1,1207	1,7431	0,0544	12,505	1,5963	0,1131	3,3074

Bartın							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,3583	1,1716	0,2265	2,4038	0,9402	0,1397	0,7953
Şubat	1,5234	1,2341	0,1948	2,2343	0,9618	0,1632	0,7235
Mart	1,7587	1,2815	0,1493	1,9966	0,9402	0,1397	0,6758
Nisan	1,6473	1,4538	0,1626	3,2063	1,0937	0,1454	1,0638
Mayıs	1,6334	1,4633	0,1573	3,3126	1,105	0,1419	1,0969
Haziran	1,5084	1,6348	0,1644	5,2883	1,2741	0,1613	1,6816
Temmuz	1,6137	1,5007	0,1993	3,6431	1,1339	0,1891	1,1852
Ağustos	1,2723	1,7066	0,1878	8,6627	1,4527	0,2142	2,4926
Eylül	1,3653	1,3407	0,2017	3,5622	1,1048	0,1934	1,0965
Ekim	1,1879	0,7933	0,8631	1,0436	0,7297	0,8692	0,3158
Kasım	1,345	1,1096	0,2258	2,0877	0,9424	0,1809	0,6805
Aralık	1,5119	0,9712	0,2119	1,1041	0,7705	0,1423	0,372
Yıllık	1,3987	1,2989	0,1688	3,0748	1,0595	0,1522	0,967

Bayburt							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,6699	1,2939	0,0707	1,8814	0,9624	0,1284	0,7248
Şubat	1,5823	1,3606	0,0622	2,3832	1,0349	0,1024	0,9012
Mart	1,2778	1,843	0,0807	9,1746	1,5703	0,103	3,1482
Nisan	1,3798	1,7538	0,0828	6,6226	1,4272	0,091	2,3634
Mayıs	1,4811	1,2426	0,0507	2,0416	0,9644	0,1465	0,7292
Haziran	1,4031	1,2886	0,0695	2,5352	1,0274	0,1482	0,8818
Temmuz	1,4963	1,5786	0,0758	4,1066	1,2334	0,0749	1,5254
Ağustos	1,3426	1,601	0,082	5,351	1,321	0,1035	1,8741
Eylül	1,3372	1,3291	0,0732	3,0895	1,0985	0,1259	1,0776
Ekim	1,2864	1,0481	0,4207	1,6598	0,9088	0,4086	0,6103
Kasım	1,293	0,8429	0,0698	0,8528	0,7221	0,1449	0,3061
Aralık	1,3851	1,056	0,0748	1,434	0,8669	0,0958	0,5296
Yıllık	1,3306	1,3446	0,0513	3,2352	1,1214	0,0767	1,1466

Bolu							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,9468	1,4277	0,2075	2,2672	1,0167	0,1796	0,8544
Şubat	2,0953	1,5429	0,1485	2,6523	1,0793	0,1709	1,0223
Mart	2,0001	1,7073	0,1234	3,7656	1,2072	0,126	1,4305
Nisan	1,8254	1,485	0,2323	2,7548	1,0773	0,2046	1,0166
Mayıs	2,051	1,5736	0,1798	2,8734	1,1062	0,1694	1,1007
Haziran	1,9059	1,6119	0,2049	3,3426	1,154	0,1873	1,2493
Temmuz	1,8697	1,6294	0,17	3,5321	1,1727	0,1536	1,3113
Ağustos	1,8308	1,5606	0,1776	3,1852	1,1303	0,1629	1,1739
Eylül	1,8333	1,6129	0,1535	3,5099	1,167	0,137	1,2922
Ekim	1,6938	1,0901	0,5181	1,2066	0,8128	0,4844	0,4365
Kasım	2,1947	1,2069	0,1724	1,2168	0,8367	0,2407	0,4762
Aralık	1,5613	1,0705	0,1167	1,3005	0,8217	0,109	0,4511
Yıllık	1,8255	1,4594	0,1429	2,6145	1,0581	0,1328	0,963

Çorum							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,058	1,2742	0,107	5,7238	1,1913	0,2503	1,3745
Şubat	0,9098	1,0739	0,1576	6,1706	1,1924	0,3111	1,3783
Mart	0,9676	1,3196	0,1208	8,8433	1,3568	0,232	2,0307
Nisan	0,994	1,419	0,0896	9,9052	1,4093	0,2178	2,2755
Mayıs	1,2848	1,496	0,0605	5,2615	1,2379	0,1538	1,5425
Haziran	1,3646	1,99	0,0569	10,7703	1,5872	0,1255	3,2511
Temmuz	1,1518	2,0596	0,164	18,4315	1,7618	0,2116	4,4457
Ağustos	1,2039	2,1265	0,1065	17,8851	1,7769	0,1825	4,5615
Eylül	1,4766	2,1478	0,0826	11,5246	1,6603	0,1359	3,7208
Ekim	1,1235	1,2656	0,5309	4,6125	1,1646	0,5575	1,2842
Kasım	1,2934	1,3333	0,1414	3,6647	1,1353	0,1387	1,1896
Aralık	1,2426	1,1756	0,1497	2,7779	1,0722	0,1252	1,0022
Yıllık	1,1151	1,5428	0,0734	8,5512	1,3994	0,1514	2,228

Düzce							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,8447	1,0275	0,1996	0,9553	0,7433	0,1809	0,3338
Şubat	2,0602	1,1077	0,2102	1,0582	0,7777	0,2479	0,3824
Mart	2,0601	1,1708	0,1419	1,2497	0,8221	0,2068	0,4517
Nisan	1,7654	1,2007	0,1275	1,6136	0,8804	0,1216	0,5548
Mayıs	1,8921	1,2612	0,1407	1,713	0,9051	0,1468	0,6028
Haziran	1,7325	1,2866	0,1367	2,0374	0,9475	0,1445	0,6916
Temmuz	1,6873	1,3195	0,1525	2,283	0,9808	0,1421	0,767
Ağustos	1,5531	1,3692	0,1374	2,9125	1,0515	0,1215	0,9451
Eylül	1,571	1,1361	0,127	1,6317	0,8694	0,1074	0,5343
Ekim	1,5654	0,7448	0,7871	0,4626	0,5711	0,7687	0,1515
Kasım	1,6703	0,8912	0,1245	0,7142	0,6648	0,1473	0,2389
Aralık	1,6309	0,8443	0,1956	0,6301	0,6449	0,1765	0,2181
Yıllık	1,658	1,1114	0,139	1,4006	0,8335	0,1185	0,4708

Giresun							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,133	1,5833	0,0583	9,5378	1,4601	0,1348	2,5308
Şubat	1,2381	1,5234	0,0588	6,6146	1,3402	0,091	1,9569
Mart	1,2173	1,6014	0,0399	8,0362	1,4049	0,0977	2,2543
Nisan	1,2686	1,3868	0,072	4,6883	1,1548	0,178	1,2519
Mayıs	1,5879	1,5054	0,0849	3,7806	1,1319	0,1735	1,1789
Haziran	1,3775	1,3838	0,101	3,8463	1,0999	0,1919	1,0819
Temmuz	1,3121	1,4813	0,0935	5,2656	1,2109	0,1763	1,4437
Ağustos	1,1206	1,6318	0,0723	10,803	1,4798	0,1581	2,6348
Eylül	1,172	1,2875	0,0936	4,6408	1,1357	0,1999	1,1909
Ekim	1,0555	0,9764	0,4272	2,8149	0,9638	0,4788	0,7279
Kasım	1,0026	1,0778	0,1073	4,5545	1,1065	0,2418	1,1013
Aralık	1,1582	1,343	0,0493	5,4514	1,2104	0,1459	1,4419
Yıllık	1,1818	1,3957	0,0514	5,7727	1,2353	0,1271	1,5325

Gümüşhane							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,5013	1,8718	0,0834	7,1196	1,4522	0,1037	2,4902
Şubat	1,3518	1,7863	0,1018	7,6584	1,4757	0,1181	2,6126
Mart	1,3362	2,0515	0,0726	11,9076	1,6959	0,1002	3,9653
Nisan	1,2447	2,367	0,0883	21,7315	2,0295	0,1216	6,7964
Mayıs	1,2692	1,7554	0,0664	8,4355	1,4863	0,1157	2,6693
Haziran	1,3381	1,9533	0,0579	10,2446	1,6107	0,0746	3,3972
Temmuz	1,4028	3,0106	0,0627	33,8433	2,4021	0,0772	11,2964
Ağustos	1,3114	3,0169	0,0834	39,5481	2,4842	0,1055	12,4647
Eylül	1,3142	2,2117	0,0787	15,5049	1,8524	0,0916	5,1677
Ekim	1,1976	1,5802	0,2639	7,1692	1,4266	0,2764	2,3605
Kasım	1,3761	1,2605	0,1305	2,5874	1,0409	0,1085	0,917
Aralık	1,3437	1,6217	0,0825	5,808	1,3393	0,0978	1,9531
Yıllık	1,2536	2,0215	0,0608	13,29	1,7438	0,0862	4,311

Karabük							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,3676	1,1536	0,2187	2,2078	1,0731	0,1463	1,0046
Şubat	1,5588	1,316	0,1777	2,5413	1,0263	0,1317	0,8788
Mart	1,547	1,4698	0,159	3,5879	1,1514	0,0999	1,241
Nisan	1,7522	1,5612	0,1381	3,5437	1,1492	0,1225	1,2339
Mayıs	1,7552	1,5734	0,1144	3,6195	1,1557	0,117	1,2549
Haziran	1,8155	1,7604	0,1131	4,8466	1,2764	0,1331	1,6908
Temmuz	1,8042	1,8625	0,1001	5,7865	1,3224	0,1209	2,011
Ağustos	1,8591	1,9146	0,1033	6,0533	1,3781	0,1367	2,1281
Eylül	1,7392	1,6605	0,1278	4,3084	1,2205	0,145	1,478
Ekim	1,3602	1,0637	0,5439	1,7516	0,8774	0,5999	0,5492
Kasım	2,1297	0,9844	0,1807	0,7116	0,6858	0,3048	0,2623
Aralık	1,5758	1,018	0,2173	1,1525	0,7877	0,1755	0,3973
Yıllık	1,5592	1,4395	0,1262	3,3246	1,1148	0,1092	1,1263

Kastamonu							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	2,2883	1,44	0,1957	2,0942	0,9898	0,2354	0,7885
Şubat	2,261	1,545	0,2067	2,6115	1,0637	0,2272	0,9784
Mart	1,9315	1,7203	0,1492	4,198	1,2283	0,1332	1,5068
Nisan	2,3498	1,7579	0,1806	3,7325	1,2041	0,2067	1,4193
Mayıs	2,2984	1,5387	0,1875	2,5461	1,0583	0,2331	0,9637
Haziran	2,1485	1,665	0,1503	3,4154	1,1589	0,1665	1,2653
Temmuz	2,3709	1,6479	0,1938	3,054	1,1274	0,217	1,1651
Ağustos	2,1757	1,9222	0,1888	5,1959	1,3347	0,197	1,933
Eylül	2,186	1,7174	0,1891	3,6903	1,1911	0,1907	1,3739
Ekim	1,6133	1,0572	0,6791	1,2446	0,8037	0,7276	0,4221
Kasım	2,5434	1,2941	0,2188	1,4102	0,876	0,3213	0,5466
Aralık	2,024	1,3084	0,1891	1,7578	0,9221	0,2443	0,6375
Yıllık	2,0579	1,5525	0,1386	2,8845	1,0903	0,1632	1,0537

Ordu							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,6996	1,2818	0,1275	2,1001	0,9546	0,1284	0,7072
Şubat	1,3165	1,1698	0,0746	2,5734	0,9681	0,1535	0,7377
Mart	1,4115	1,313	0,0574	3,1214	1,0458	0,1184	0,93
Nisan	1,6364	1,4833	0,1303	3,446	1,1212	0,145	1,146
Mayıs	1,8103	1,3357	0,0873	2,179	0,9697	0,166	0,7414
Haziran	1,7349	1,5882	0,1308	3,8791	1,1756	0,1245	1,3211
Temmuz	1,813	1,7371	0,1374	4,7842	1,2645	0,1275	1,6439
Ağustos	1,8088	1,7675	0,1342	5,0547	1,2878	0,1287	1,7364
Eylül	1,7802	1,6017	0,1661	3,8411	1,1744	0,1536	1,3169
Ekim	1,693	1,1505	0,3979	1,5273	0,8539	0,4045	0,5062
Kasım	1,7727	1,3106	0,1575	2,1162	0,9628	0,1694	0,7256
Aralık	1,8593	1,3338	0,136	2,0982	0,9626	0,1605	0,7252
Yıllık	1,649	1,4232	0,089	3,0075	1,0705	0,0939	0,9973

Rize							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,3657	0,8989	0,0972	1,0743	0,7359	0,1548	0,324
Şubat	1,2274	0,9779	0,0984	1,7894	0,8499	0,189	0,4992
Mart	1,2611	1,1795	0,0524	2,9277	1,0011	0,1525	0,8156
Nisan	1,4557	1,0513	0,1254	1,5026	0,8196	0,2392	0,4476
Mayıs	1,2817	0,8951	0,1767	1,2293	0,7375	0,3252	0,3262
Haziran	1,3155	0,8791	0,2362	1,0939	0,7101	0,3952	0,2911
Temmuz	1,3559	0,9094	0,1575	1,1302	0,7281	0,3081	0,3138
Ağustos	1,2548	0,7969	0,1956	0,9143	0,669	0,3615	0,2434
Eylül	1,3576	0,8966	0,1654	1,0799	0,7199	0,2873	0,3034
Ekim	1,5225	0,8455	0,4844	0,7201	0,6519	0,5102	0,2252
Kasım	1,5355	0,7855	0,1312	0,5689	0,6058	0,2485	0,1808
Aralık	1,3683	0,9847	0,1605	1,4062	0,8117	0,1329	0,4348
Yıllık	1,3207	0,9251	0,093	1,249	0,7613	0,1765	0,3587

Tokat							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,5335	2,8523	0,048	25,6073	2,1858	0,0668	8,491
Şubat	1,8924	2,7231	0,0394	16,3973	1,9501	0,0862	6,0294
Mart	1,8444	2,6155	0,0463	14,9891	1,8882	0,094	5,4735
Nisan	2,0996	2,4542	0,0896	10,748	1,7159	0,1227	4,1078
Mayıs	2,0723	2,5851	0,0684	12,7207	1,8138	0,1087	4,8513
Haziran	2,0579	2,816	0,0568	16,5567	1,9793	0,0983	6,304
Temmuz	2,0201	3,238	0,0626	25,6481	2,285	0,1045	9,6997
Ağustos	1,6271	2,7578	0,0475	20,9612	2,0576	0,0851	7,0826
Eylül	1,7934	2,8233	0,0506	19,5393	2,0489	0,0861	6,9927
Ekim	1,6765	2,3038	0,2824	11,6697	1,7077	0,2972	4,0486
Kasım	1,3962	2,1477	0,0579	13,1086	1,7081	0,0926	4,0515
Aralık	1,3943	2,2138	0,0608	14,3964	1,7789	0,068	4,5768
Yıllık	1,7167	2,6305	0,0346	16,7774	1,9361	0,0635	5,9002

Zonguldak							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,6528	3,1097	0,0665	31,2442	2,3348	0,0584	10,3477
Şubat	1,9335	2,7073	0,0649	16,7478	1,9303	0,0831	5,8479
Mart	1,9872	2,9427	0,074	20,8692	2,084	0,0783	7,359
Nisan	2,0123	2,0763	0,0957	7,2343	1,4659	0,123	2,561
Mayıs	2,0538	2,1357	0,0839	7,7112	1,5009	0,1059	2,7487
Haziran	2,2983	2,5213	0,0694	11,4799	1,735	0,1276	4,2459
Temmuz	2,6727	2,6064	0,0768	1,4644	1,7594	0,1523	4,4278
Ağustos	2,1966	2,838	0,0788	16,9948	1,9667	0,0993	6,1852
Eylül	2,1808	2,9677	0,0835	19,5559	2,0598	0,1019	7,1054
Ekim	1,5361	2,0688	0,3931	10,3804	1,6056	0,3908	3,3651
Kasım	1,8253	2,7899	0,0736	19,6363	2,0234	0,0698	6,735
Aralık	1,9699	2,9908	0,0547	22,1174	2,1222	0,0893	7,7706
Yıllık	1,8959	2,6502	0,0537	16,0691	1,9003	0,0666	5,5792

EK-13: Doğu Anadolu Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Analizleri

Ağrı							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,0203	0,8274	0,0875	1,6234	0,8785	0,2519	0,5512
Şubat	1,1007	0,8548	0,1679	1,3812	0,7992	0,3211	0,4151
Mart	1,2264	2,0961	0,0432	14,8482	1,8031	0,1049	4,7658
Nisan	1,2442	1,8967	0,0582	10,5953	1,5999	0,1228	3,3297
Mayıs	1,2716	1,5791	0,049	5,7852	1,3223	0,1273	1,8797
Haziran	1,2187	1,4812	0,0673	5,3287	1,2667	0,159	1,6524
Temmuz	1,1628	1,7329	0,0732	9,7298	1,5118	0,1572	2,8093
Ağustos	1,4159	2,252	0,0699	13,1509	1,7554	0,1239	4,3981
Eylül	1,2424	1,7017	0,0487	7,68	1,4464	0,1187	2,451
Ekim	1,2023	1,2162	0,3437	3,0602	1,0699	0,3699	0,9958
Kasım	1,0978	1,3606	0,107	5,6176	1,2478	0,2096	1,5794
Aralık	1,196	0,9442	0,0889	1,4529	0,8343	0,2093	0,4721
Yıllık	1,1216	1,4721	0,0484	6,6481	1,3409	0,1353	1,9602

Ardahan							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,1746	0,7511	0,1014	0,749	0,6987	0,1855	0,2773
Şubat	1,3215	0,7318	0,0841	0,5107	0,6207	0,149	0,1945
Mart	1,3446	1,2575	0,055	2,4908	1,0246	0,1449	0,8746
Nisan	1,1399	1,4452	0,0946	5,8267	1,2733	0,2121	1,6784
Mayıs	1,2493	1,1704	0,1011	2,3973	0,9815	0,2177	0,7688
Haziran	1,2493	1,0135	0,0884	1,3922	0,8329	0,2269	0,4698
Temmuz	1,1824	1,0723	0,1673	2,1386	0,9193	0,3034	0,6317
Ağustos	1,3104	1,0846	0,104	1,6962	0,8871	0,2224	0,5675
Eylül	1,1836	0,9345	0,1324	1,4117	0,817	0,2718	0,4434
Ekim	1,1285	0,734	0,5526	0,7872	0,6829	0,6011	0,2589
Kasım	0,9352	0,773	0,1612	1,8129	0,8876	0,3629	0,5686
Aralık	1,1662	0,6083	0,1428	0,4063	0,582	0,2077	0,1603
Yıllık	1,1419	0,9578	0,0739	1,6873	0,8721	0,2043	0,5393

Bingöl							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,0761	0,3802	0,493	0,1382	0,3826	0,7396	0,0455
Şubat	1,1108	0,4354	0,4873	0,1874	0,409	0,7633	0,0556
Mart	0,9205	0,8125	0,2974	2,4463	0,87	0,4993	0,5355
Nisan	1,0647	0,8081	0,2784	1,3763	0,7524	0,4665	0,3463
Mayıs	1,3018	0,7306	0,1826	0,5718	0,603	0,3402	0,1782
Haziran	1,742	0,9272	0,0787	0,6815	0,6793	0,198	0,2548
Temmuz	1,5702	0,8678	0,1536	0,6556	0,6553	0,3097	0,2287
Ağustos	1,8237	0,9169	0,1341	0,6201	0,662	0,3018	0,2358
Eylül	1,4892	0,7502	0,079	0,4655	0,583	0,2316	0,1611
Ekim	1,2908	0,6343	0,6485	0,3819	0,536	0,6749	0,1252
Kasım	1,2637	0,4577	0,2495	0,1512	0,3946	0,4525	0,05
Aralık	1,0065	0,4978	0,256	0,3928	0,5459	0,4891	0,1323
Yıllık	1,17	0,6811	0,1696	0,6133	0,608	0,3251	0,1827

Elazığ							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,3437	2,8495	0,054	31,8027	2,3323	0,0644	10,3145
Şubat	1,5465	2,3247	0,071	13,0541	1,7911	0,0663	4,6714
Mart	1,4092	3,0393	0,056	34,8191	2,4303	0,0662	11,6706
Nisan	1,7337	2,7886	0,0696	18,838	2,0564	0,0724	7,0707
Mayıs	1,6393	2,0579	0,0801	8,2254	1,5443	0,0954	2,9944
Haziran	1,8281	2,3762	0,0621	10,861	1,7194	0,0933	4,1329
Temmuz	2,0577	2,745	0,04	14,6565	1,9294	0,1015	5,8395
Ağustos	2,0122	2,9014	0,0477	17,7049	2,0487	0,0918	6,9914
Eylül	2,1313	2,4241	0,0731	9,7588	1,6904	0,1213	3,9273
Ekim	1,8774	2,3442	0,0882	10,0914	1,6878	0,0935	3,9088
Kasım	1,584	1,9347	0,0774	7,2242	1,4705	0,1013	2,5851
Aralık	1,1174	2,4134	0,0498	31,6061	2,2453	0,0899	9,2026
Yıllık	1,5645	2,5291	0,0408	16,4764	1,9379	0,04	5,9166

Erzincan							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	0,9777	0,9818	0,0919	3,3439	1,0567	0,247	0,9594
Şubat	1,0071	0,8837	0,1526	2,178	0,8948	0,3293	0,5826
Mart	1,1397	1,2992	0,0987	4,5675	1,1487	0,225	1,2323
Nisan	1,1006	1,2353	0,1642	4,3756	1,1068	0,2832	1,1024
Mayıs	1,1078	0,8904	0,1898	1,6048	0,8134	0,346	0,4375
Haziran	1,1456	1,0378	0,1694	2,2918	0,9175	0,2942	0,628
Temmuz	1,1109	1,2204	0,1253	4,0957	1,1191	0,2126	1,1395
Ağustos	1,1343	1,2873	0,1083	4,5062	1,156	0,196	1,256
Eylül	1,1025	0,9362	0,1411	1,8945	0,8742	0,272	0,5431
Ekim	1,198	0,7134	0,4751	0,6548	0,6388	0,5044	0,2119
Kasım	0,9732	0,4927	0,3738	0,4303	0,5563	0,6179	0,14
Aralık	0,8863	0,5997	0,301	1,1565	0,7471	0,5338	0,3391
Yıllık	1,023	0,9499	0,1327	2,5532	0,9413	0,2654	0,6781

Erzurum							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,0416	1,0234	0,1335	2,7705	1,0282	0,2572	0,8837
Şubat	1,0376	0,8517	0,1268	1,6187	0,8962	0,2401	0,5853
Mart	1,3443	2,5892	0,0667	21,7018	2,0718	0,1263	7,2306
Nisan	1,3236	1,6537	0,0789	5,8577	1,3603	0,1422	2,0465
Mayıs	1,2406	1,3245	0,122	3,5293	1,1394	0,182	1,2026
Haziran	1,2802	1,401	0,0929	3,8576	1,1693	0,1774	1,2997
Temmuz	1,3437	1,5108	0,0772	4,3158	1,232	0,1299	1,5205
Ağustos	1,4742	1,7335	0,0666	5,3779	1,3463	0,1265	1,9841
Eylül	1,2491	1,3582	0,1084	3,7386	1,1582	0,1837	1,2632
Ekim	0,8634	1,03	0,6846	6,1318	1,2204	0,8153	1,4777
Kasım	1,108	1,5237	0,1216	7,4371	1,3778	0,2346	2,1266
Aralık	1,0353	0,9355	0,1633	2,1619	1,0181	0,2339	0,8579
Yıllık	1,1128	1,3915	0,0677	5,5881	1,2863	0,1582	1,7302

Hakkari							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,022	1,0207	0,1264	2,9908	1,0079	0,2776	0,8325
Şubat	1,1136	0,9443	0,1861	1,7719	0,8558	0,3301	0,5096
Mart	1,4953	2,1812	0,079	10,6075	1,661	0,1522	3,7257
Nisan	1,4672	1,8421	0,0692	6,6228	1,4211	0,1483	2,3335
Mayıs	1,4747	1,461	0,0658	3,2721	1,1296	0,1603	1,1719
Haziran	1,3538	1,6248	0,1308	5,3684	1,2832	0,2197	1,7178
Temmuz	1,5023	1,8748	0,0944	6,6788	1,4238	0,1821	2,3467
Ağustos	1,721	1,9668	0,108	6,1833	1,435	0,1928	2,4027
Eylül	1,557	1,8318	0,1159	5,845	1,3742	0,1993	2,1101
Ekim	1,4156	1,6022	0,217	4,6787	1,281	0,2198	1,7092
Kasım	1,1741	1,1599	0,1017	2,8015	1,013	0,2269	0,8453
Aralık	1,036	0,8346	0,1154	1,5572	0,8422	0,2853	0,4858
Yıllık	1,257	1,5194	0,0747	5,2381	1,2569	0,165	1,6145

İğdır							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,4849	0,8468	0,1148	0,6944	0,6618	0,1748	0,2356
Şubat	1,4093	0,9029	0,0961	0,9333	0,722	0,1814	0,306
Mart	1,4051	1,7048	0,0913	6,3211	1,401	0,0862	2,2358
Nisan	1,4147	1,4249	0,0694	3,6395	1,1313	0,1315	1,1772
Mayıs	1,5674	1,1794	0,0687	1,7032	0,8954	0,1697	0,5836
Haziran	1,8651	1,3312	0,0889	1,9046	0,9574	0,2022	0,7135
Temmuz	1,9329	1,5139	0,0911	2,6865	1,0784	0,1999	1,0196
Ağustos	1,8441	1,4798	0,0844	2,6532	1,0668	0,1736	0,9872
Eylül	1,6318	1,2088	0,0873	1,717	0,9057	0,1628	0,604
Ekim	1,3846	0,8618	0,532	0,8421	0,7114	0,5051	0,2928
Kasım	1,1882	0,5096	0,2694	0,2537	0,4596	0,4777	0,0789
Aralık	1,1945	0,7403	0,084	0,7664	0,6819	0,1767	0,2578
Yıllık	1,3615	1,1334	0,0524	1,9873	0,9269	0,114	0,6475

Muş							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,2886	0,5261	0,144	0,2127	0,4545	0,3085	0,0763
Şubat	1,521	0,5328	0,1645	0,1559	0,4093	0,3818	0,0558
Mart	1,264	0,9889	0,08	1,4817	0,858	0,1207	0,5136
Nisan	1,3569	0,8345	0,1063	0,7529	0,6889	0,2088	0,2658
Mayıs	1,4276	0,696	0,1106	0,3922	0,5513	0,2806	0,1362
Haziran	1,7707	0,8899	0,1413	0,5729	0,6483	0,2988	0,2215
Temmuz	1,6684	1,0681	0,1152	1,0782	0,7918	0,2229	0,4036
Ağustos	1,9114	1,0184	0,1311	0,7804	0,7275	0,2787	0,313
Eylül	1,5978	0,9747	0,1058	0,8772	0,7341	0,2245	0,3216
Ekim	1,4156	0,828	0,4665	0,672	0,6631	0,4925	0,2371
Kasım	1,3593	0,5379	0,2692	0,2009	0,4349	0,4833	0,0669
Aralık	1,1543	0,5162	0,182	0,2699	0,4956	0,3673	0,099
Yıllık	1,3225	0,7802	0,0903	0,6197	0,6396	0,1954	0,2128

Tunceli							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,1024	1,1542	0,121	3,6685	1,0465	0,2759	0,9318
Şubat	1,3681	1,5535	0,0609	5,034	1,2414	0,1476	1,5552
Mart	1,3378	1,2455	0,0583	2,7269	1,0126	0,1681	0,8443
Nisan	1,3069	1,3372	0,1169	3,5633	1,0927	0,2241	1,0608
Mayıs	1,3835	1,342	0,1093	3,1677	1,0592	0,2172	0,9661
Haziran	1,5476	1,5402	0,0735	3,8554	1,1697	0,1513	1,3013
Temmuz	1,9806	1,577	0,0942	2,9392	1,1175	0,1883	1,1346
Ağustos	1,9045	1,5757	0,0737	3,0632	1,1267	0,1694	1,1627
Eylül	1,7527	1,4592	0,0724	2,7029	1,0674	0,1478	0,9888
Ekim	1,3674	1,4396	0,3701	4,0105	1,1697	0,3797	1,301
Kasım	1,1625	0,8829	0,1351	1,3961	0,7817	0,3077	0,3884
Aralık	1,255	1,2523	0,072	3,2336	1,0564	0,1789	0,9584
Yıllık	1,3901	1,3624	0,0474	3,2811	1,0831	0,1447	1,0329

Van							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,4823	1,704	0,1152	5,1538	1,3648	0,0709	2,0669
Şubat	1,8779	1,5223	0,0688	2,5643	1,0936	0,1221	1,0633
Mart	1,4046	2,1968	0,0844	12,2869	1,7771	0,0957	4,5628
Nisan	1,6568	1,9824	0,0835	6,7139	1,4796	0,1055	2,6333
Mayıs	1,6689	1,8079	0,0722	5,036	1,3437	0,1172	1,9724
Haziran	1,7353	1,806	0,112	4,7435	1,3258	0,1397	1,8946
Temmuz	1,6456	1,8854	0,0696	5,8366	1,4083	0,0968	2,2708
Ağustos	1,8124	1,8281	0,1191	4,6411	1,3252	0,1307	1,8922
Eylül	1,8999	1,8698	0,098	4,6867	1,3383	0,131	1,9487
Ekim	1,8582	1,7567	0,1328	3,9914	1,2689	0,1164	1,6611
Kasım	1,7858	1,4164	0,0999	2,2005	1,0329	0,1424	0,896
Aralık	1,3442	1,7838	0,1063	7,2359	1,4991	0,0812	2,7392
Yıllık	1,5976	1,7997	0,0572	5,3211	1,3697	0,0557	2,0891

EK-14: Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bulunan Diğer İllerin Analizleri

Adıyaman							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,4337	0,928	0,1628	0,9984	0,7249	0,3156	0,3097
Şubat	1,183	0,6321	0,2881	0,5001	0,5512	0,5236	0,1362
Mart	1,129	0,9765	0,141	2,1159	0,8861	0,2927	0,5657
Nisan	1,3742	0,9781	0,1734	1,2771	0,7754	0,3337	0,379
Mayıs	1,3981	0,9204	0,1243	1,0256	0,7328	0,2591	0,3199
Haziran	1,3538	1,0509	0,141	1,6366	0,8458	0,2517	0,492
Temmuz	1,5181	1,1196	0,1153	1,5725	0,8596	0,2145	0,5164
Ağustos	1,5206	1,1074	0,1324	1,5169	0,8426	0,266	0,4864
Eylül	1,3603	1,009	0,0951	1,4336	0,8175	0,2244	0,3797
Ekim	1,3759	0,838	0,5032	0,8009	0,6801	0,5271	0,2187
Kasım	1,2227	0,7691	0,2027	0,8226	0,6532	0,4017	0,1937
Aralık	1,2232	1,0649	0,098	2,1815	0,9092	0,2254	0,5225
Yıllık	1,3038	0,9495	0,1021	1,3165	0,7817	0,2252	0,3321

Batman							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P_w(W/m²)	c	RMSE	P_w(W/m²)
Ocak	1,1728	1,8913	0,1104	13,9351	1,8326	0,102	5,004
Şubat	1,736	1,6285	0,1194	3,9657	1,204	0,1184	1,4189
Mart	1,3519	2,0977	0,11	13,2535	1,8073	0,0774	4,7997
Nisan	1,6996	2,0156	0,1143	7,7502	1,5019	0,0954	2,7542
Mayıs	1,686	1,9008	0,0743	6,5771	1,4145	0,077	2,3009
Haziran	1,9486	2,0524	0,0929	6,87	1,4607	0,113	2,5341
Temmuz	1,9976	2,0719	0,0781	6,8804	1,4655	0,114	2,5589
Ağustos	2,0938	1,9148	0,0869	5,1794	1,3407	0,1394	1,9593
Eylül	2,0091	1,7741	0,0851	4,2935	1,2531	0,1356	1,5999
Ekim	1,2748	1,5207	0,3634	5,7972	1,3241	0,3613	1,8872
Kasım	1,2798	1,0601	0,0791	1,9454	0,9175	0,1053	0,6279
Aralık	1,206	2,234	0,0886	21,2443	2,0121	0,1057	6,6232
Yıllık	1,4499	1,8513	0,0586	7,868	1,4937	0,0362	2,7094

Diyarbakır							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,5929	1,1697	0,1264	1,65	0,8964	0,1117	0,5857
Şubat	1,8406	0,9301	0,1886	0,6738	0,6731	0,2105	0,2479
Mart	1,5559	1,3598	0,1343	2,6968	1,044	0,1481	0,9252
Nisan	1,6915	1,4678	0,1287	2,9687	1,0879	0,1696	1,0468
Mayıs	1,8335	1,3523	0,0962	2,0805	0,9789	0,1404	0,7626
Haziran	2,1424	1,672	0,0996	3,3246	1,166	0,182	1,2887
Temmuz	2,0977	1,7911	0,1177	4,1684	1,2547	0,1919	1,6058
Ağustos	2,143	1,7479	0,105	3,7973	1,2193	0,1877	1,4736
Eylül	1,9503	1,3361	0,1463	1,8653	0,9504	0,2142	0,698
Ekim	1,615	1,152	0,1696	1,5412	0,8697	0,1908	0,5347
Kasım	1,7271	0,7922	0,2152	0,4529	0,5851	0,2119	0,1628
Aralık	1,4636	1,0755	0,1798	1,495	0,8648	0,1472	0,5259
Yıllık	1,6553	1,3202	0,0978	2,2316	0,9876	0,1224	0,7831

Gaziantep							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,4575	0,8266	0,1689	0,6706	0,6406	0,3296	0,2137
Şubat	1,2228	0,6713	0,2169	0,537	0,5752	0,4211	0,1547
Mart	1,3165	0,992	0,16	1,4408	0,8054	0,2852	0,4247
Nisan	1,3013	0,9521	0,225	1,3092	0,7708	0,3785	0,3723
Mayıs	1,3173	0,8076	0,2168	0,7763	0,654	0,4008	0,2274
Haziran	1,6831	1,3062	0,0981	2,0696	0,9632	0,2015	0,7266
Temmuz	2,5533	1,4829	0,0805	1,9928	1,0099	0,2673	0,8375
Ağustos	2,2942	1,325	0,0942	1,5329	0,9163	0,2961	0,6254
Eylül	1,4776	0,8777	0,122	0,782	0,6788	0,2746	0,2542
Ekim	1,4536	0,6681	0,5678	0,3559	0,5233	0,6155	0,1165
Kasım	1,1821	0,6284	0,3069	0,4834	0,5476	0,5343	0,1335
Aralık	1,3751	0,8353	0,1729	0,7798	0,6643	0,3349	0,2383
Yıllık	1,3895	0,9474	0,1394	1,1125	0,7487	0,2686	0,3412

Kilis							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,1372	2,1532	0,0432	22,2561	1,9222	0,1107	5,7746
Şubat	0,9867	1,7239	0,1015	18,5733	1,6853	0,1999	3,8914
Mart	1,5523	2,2682	0,085	12,6072	1,7196	0,1159	4,134
Nisan	1,5527	2,0527	0,065	9,34	1,5524	0,1274	3,0419
Mayıs	1,7812	2,0937	0,044	8,0404	1,5215	0,1162	2,8636
Haziran	2,3064	3,2852	0,0473	23,7664	2,2698	0,1224	9,5078
Temmuz	3,4892	3,9398	0,046	33,3151	2,6361	0,1606	14,8931
Ağustos	3,1979	3,7606	0,053	29,7899	2,5219	0,155	13,0407
Eylül	2,2581	2,6861	0,0602	13,2126	1,8579	1,1373	5,2142
Ekim	1,2393	1,668	0,2564	8,1244	1,4269	0,286	2,3619
Kasım	1,0435	1,9784	0,0566	22,8586	1,8692	0,1508	5,3095
Aralık	1,1869	2,222	0,0687	21,5875	1,8907	0,141	5,4952
Yıllık	1,4414	2,5103	0,0446	19,6085	1,9456	0,099	5,9878

Siirt							
	Weibull				Rayleigh		
	k	c	RMSE	P _w (W/m ²)	c	RMSE	P _w (W/m ²)
Ocak	1,232	0,9945	0,0981	1,7011	0,8983	0,1115	0,5893
Şubat	1,5161	0,9112	0,0706	0,829	0,702	0,1988	0,2813
Mart	1,2768	1,4491	0,066	4,8041	1,2503	0,091	1,589
Nisan	1,5611	1,4652	0,0807	3,2734	1,1178	0,1315	1,1356
Mayıs	1,6016	1,329	0,0766	2,3408	1,0046	0,1206	0,8243
Haziran	1,5845	1,6302	0,0851	4,3967	1,2351	0,1215	1,532
Temmuz	1,5019	1,6234	0,0729	4,7688	1,2567	0,1075	1,6134
Ağustos	1,443	1,4439	0,0632	3,6217	1,1315	0,1423	1,1778
Eylül	1,1023	1,0547	0,0991	2,804	0,9709	0,2578	0,7442
Ekim	1,2929	0,9038	0,3246	1,1304	0,7807	0,3239	0,3868
Kasım	1,2253	0,4815	0,3316	0,1959	0,4186	0,5562	0,0596
Aralık	0,8965	0,6805	0,1768	1,6591	0,8918	0,3707	0,5766
Yıllık	1,2182	1,1488	0,0448	2,702	1,005	0,1246	0,8253