

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANINDA RÜZGÂR ENERJİ
POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE SİMÜLASYONU

Ömer GÜNTAŞ

KASIM 2019

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANINDA RÜZGÂR ENERJİ
POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE SİMÜLASYONU

Hazırlayan
Ömer GÜNTAŞ

Danışman
Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
Doç. Dr. Mehmet Nuri ALMALI
Dr. Öğr. Üyesi Behçet KOCAMAN

KASIM 2019

ONAY

Ömer GÜNTAŞ tarafından hazırlanan “**Bitlis Eren Üniversitesi Kampüs Alanında Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi ve Simülasyonu**” adındaki tez çalışması **22/11/2019** tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliğiyle Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
(Başkan),(Danışman)
Doç. Dr. Mehmet Nuri ALMALI
(Üye)
Dr. Öğr. Üyesi Behçet KOCAMAN
(Üye)

İmza



Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun **15.12.2019** gün ve **63/A/1** sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Doç. Dr. Fatih Ahmet ÇELİK
Enstitü Müdür V.

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum **“Bitlis Eren Üniversitesi Kampüs Alanında Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi ve Simülasyonu”** adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 18/09/2019


Ömer GÜNTAŞ

ÖZET

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANINDA RÜZGÂR ENERJİ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE SİMÜLASYONU

Ömer GÜNTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

Temmuz 2019, 73 sayfa

Yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi; zararsız, güvenilir, tükenmeyen ve düşük maliyetli olan bir enerji kaynağıdır. Bu çalışmada, Bitlis Eren Üniversitesi Rahva yerleşkesinde 2014 yılında dokunmatik ekranlı hava istasyonu PCE-FWS 20 tipindeki rüzgâr enerji ölçüm istasyonu kurularak bir yıllık sürede beş saniyelik aralıkla ölçülen rüzgâr yönü, rüzgâr hızı, sıcaklık, bağıl nem ve hava basıncı verilerinin yirmi dakikalık ortalamaları alınarak ölçümü yapılan bölgede rüzgâr enerji potansiyelinin uygun olup olmadığı tespit edilmiştir. Bu zaman zarfında alınan tüm veriler ile rüzgâr enerjisi potansiyelinin ölçüm yapılan bölgede istatistiksel analizi yapılmıştır. Weibull dağılımı bu bölgenin rüzgâr enerji potansiyelinin analizinde kullanılmıştır. Weibull dağılımının belirlenmesinde, grafik yöntemleri kullanılmıştır. Rüzgâr verileri analizi ve simülasyonu gerçekleştirmek üzere Matlab programı kullanılmıştır. Bölgenin aylık istatistiksel rüzgâr enerji potansiyeli analizi yapılmış olup, 20 dakika aralıklarla ortalama rüzgâr hızı ve güç yoğunluğunun değerleri hesaplanıp grafikler ile sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Rüzgâr, RES, Rüzgâr Santrali, Rüzgâr Hızı, Rüzgâr Yönü, Simülasyon.

ABSTRACT

DETERMINATION OF WIND ENERGY POTENTIAL OF WIND POWER PLANT SIMULATION IN THE BITLIS EREN UNIVERSITY CAMPUS AREA

Ömer GÜNTAŞ

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electrical-Electronics Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

July 2019, 73 pages

Among renewable energy sources, Wind Energy is a clean, reliable, inexhaustible and low-cost energy source. In this study, wind energy potential is evaluated by measuring wind direction, wind speed, temperature, relative humidity and air pressure values in five seconds' interval for one year using a touch screen weather station PCE-FWS 20 type wind energy observation station installed in Bitlis Eren University Rahva campus in 2014. The statistical analysis of the wind energy potential of the measured area is made with the data obtained during this period. Weibull Distribution was used in the analysis of the wind energy potential of the region. The shape and scale parameters of the Weibull distribution are determined using the graphical method. A Matlab program is developed for use in the analysis and simulation of wind data. The monthly statistical wind energy potential of the region is analyzed and the average wind speed and power density values are found.

Keywords: Wind, WPP, Wind Power Plant, Wind Speed, Wind Direction, Simulation.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam esnasında yardımlarını, deneyimlerini ve her türlü bilgi ve belgeyi esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ'ye, tezdeki araştırmalarım ve kaynak teminime yardımcı olan Araştırma Görevlisi Mustafa AKDAĞ ve Elektrik-Elektronik Mühendisi Süleyman KARAKUZU'ya teşekkür ederim.



ÖNSÖZ

Bitlis Eren Üniversitesi Rahva Kampüs alanının aylık elektrik tüketim tutarı 2019 ilk dört ayı itibari ile aylık ortalama 305.000,00 TL'dir. Bu çalışmada amaçlanan; kurulacak olan Rüzgâr Enerji Santralleri ile kendini ortalama 5-6 yıl arasında amorti edebilecek bir yatırımın Kampüs alanında kurulup kurulamayacağının çalışması yer almakta olup, kurulabilecek bir RES ile kamu yararı sağlanacağı, temiz enerji üretimine katkıda bulunulacağı ve kampüs alanının enerji yükünün bir kısmının da bu alternatif enerji ile temin edilebileceği öngörülmektedir.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. İklim Değişikliği ve Kyoto Protokolü	2
1.2. Rüzgâr Gücünün Oluşumu	2
1.2.1. Rüzgâr Yönünü Etkileyen Faktörler	3
1.2.1.1. Basınç Merkezlerinin Konumu	4
1.2.1.2. Yer Şekilleri	5
1.2.1.3. Dünyanın Dönüşü	6
1.2.2. Rüzgâr Hızını Etkileyen Faktörler	7
1.2.3. Rüzgârın Frekansı (Esme Sıklığı)	8
1.3. Rüzgâr Ölçümleri ve Değerlendirilmesi	8
1.4. Rüzgâr Türbin Teknolojisi	9
1.5. Rüzgâr Türbin Teknolojisinin Tarihi	11
1.6. Rüzgâr Ölçüm Cihazı	12
1.7. Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Gücü	13
1.8. Türkiye’nin Rüzgâr Enerji Potansiyeli	18
2. MATERYAL VE YÖNTEM	21
2.1. Bitlis Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası	23
2.2. Rüzgâr Hızı Verileri ve Değerlendirilmesi	25
2.3. İki Parametrelili Weibull Dağılımı ve Exponential Dağılım	31
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
5. KAYNAKLAR	64
6. EKLER	66
EK 1. Bitlis Eren Üniversitesi Rahva Yerleşkesi 2019 yılı Elektrik Faturaları	66
EK 2. Kampüs Alanı içerisinde alınan Rüzgâr Ölçüm Örneği	70

ÖZGEÇMİŞ	73
-----------------------	----



ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

1.1. Beaufort ölçeği.	7
1.2. 2017 Avrupa Kurulu Rüzgâr Enerji Kapasitesi.....	14
2.1. Pürüzlülük katsayısı seçim cetveli	26
2.2. 15m ve 50m yüksekliklerindeki rüzgar hızı değerlerinin aylık ortalama değerleri ile yıllık ortalama rüzgar hızı ortalama değerleri.....	27
2.3. Hava Ölçüm İstasyonun özellikleri.....	29
2.4. 15m ve 50m yüksekliklerindeki rüzgar güç yoğunluğunun aylık ortalama değerleri ile yıllık güç yoğunluğu ortalama değerleri.....	30
4.1. BEÜ aylık ve yıllık enerji tüketim değerleri	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>SEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Rüzgâr yönleri	4
1.2. Kuzey ve güney yarım kürede oluşan basınç merkezleri	5
1.3. Dünyanın dönüşüne bağlı oluşan hava basınçları.....	6
1.4. Rüzgâr Türbin Modeli	10
1.5. Anemometre (Rüzgâr ölçüm cihazı).....	12
1.6. Küresel Kümülatif Kurulu Rüzgâr Gücü Kapasitesi	14
1.7. 2017 Yılında Küresel Çapta Kurulan İlk 10 Rüzgâr Enerji Kapasitelerine Ait Ülkeler	15
1.8. 2015 Yılında Yenilenebilir Enerjinin Elektrik Üretimindeki Kaynakların Payı	16
1.9. 1998-2015 Türkiye'de Rüzgâr Gücüyle Üretilen Elektrik Enerjisi	16
1.10. Türkiye'deki Rüzgâr Enerjisi Santralleri İçin Kümülatif Kurulum.....	17
1.11. İşletmedeki RES'lerin Bölgelere Göre Dağılımı.....	18
1.12. Türkiye'nin 50m Yükseklikteki Rüzgâr Güç Yoğunluğu Haritası	19
1.13. Türkiye'deki rüzgâr ölçüm istasyonlarının bulunduğu yerler	20
2.1. Dokunmatik ekranlı hava istasyonu PCE-FWS 20.....	21
2.2. Kampüs alanındaki rüzgâr ölçüm istasyonu kurulum yeri	22
2.3. 50 m'de rüzgâr hız dağılımı.....	23
2.4. 50 m kapasite faktörü	24
2.5. RES kurulabilir alanlar	24
2.6. Trafo merkezleri ve enerji nakil hatlarına ait güzergâhlar	25
2.7. 15m ve 50m yüksekliklerindeki rüzgâr hızı değerleri ile Yıllık ortalama rüzgar hızı değerleri.....	28
2.8. 15m ve 50m yüksekliklerindeki rüzgar güç yoğunluğu değerleri ile yıllık ortalama rüzgâr güç yoğunluğu değerleri	30
3.1. 15 m yükseklik için 2014 Mayıs ayına ait aylık Weibull dağılımı	33
3.2. 50 m yükseklik için 2014 Mayıs ayına ait aylık Weibull dağılımı	34
3.3. 15 m yükseklik için 2014 Haziran ayına ait aylık Weibull dağılımı	35
3.4. 50 m yükseklik için 2014 Haziran ayına ait aylık Weibull dağılımı	36
3.5. 15 m yükseklik için 2014 Temmuz ayına ait aylık Weibull dağılımı	37
3.6. 50 m yükseklik için 2014 Temmuz ayına ait aylık Weibull dağılımı	38

3.7. 15 m yükseklik için 2014 Ağustos ayına ait aylık Weibull dağılımı.....	39
3.8. 50 m yükseklik için 2014 Ağustos ayına ait aylık Weibull dağılımı.....	40
3.9. 15 m yükseklik için 2014 Eylül ayına ait aylık Weibull dağılımı.....	41
3.10. 50 m yükseklik için 2014 Eylül ayına ait aylık Weibull dağılımı.....	42
3.11. 15 m yükseklik için 2014 Ekim ayına ait aylık Weibull dağılımı.....	43
3.12. 50 m yükseklik için 2014 Ekim ayına ait aylık Weibull dağılımı.....	44
3.13. 15 m yükseklik için 2014 Kasım ayına ait aylık Weibull dağılımı	45
3.14. 50 m yükseklik için 2014 Kasım ayına ait aylık Weibull dağılımı	46
3.15. 15 m yükseklik için 2014 Aralık ayına ait aylık Weibull dağılımı	47
3.16. 50 m yükseklik için 2014 Aralık ayına ait aylık Weibull dağılımı	48
3.17. 15 m yükseklik için 2015 Ocak ayına ait aylık Weibull dağılımı	49
3.18. 50 m yükseklik için 2015 Ocak ayına ait aylık Weibull dağılımı	50
3.19. 15 m yükseklik için 2015 Şubat ayına ait aylık Weibull dağılımı	51
3.20. 50 m yükseklik için 2015 Şubat ayına ait aylık Weibull dağılımı	52
3.21. 15 m yükseklik için 2015 Mart ayına ait aylık Weibull dağılımı.....	53
3.22. 50 m yükseklik için 2015 Mart ayına ait aylık Weibull dağılımı.....	54
3.23. 15 m yükseklik için 2015 Nisan ayına ait aylık Weibull dağılımı	55
3.24. 50 m yükseklik için 2015 Nisan ayına ait aylık Weibull dağılımı	56
3.25. 15 m yükseklik için Yıllık Weibull dağılımı	57
3.26. 50 m yükseklik için Yıllık Weibull dağılımı	58
3.27. Rüzgâr Ölçüm Noktası	59
4.1. RES için Alternatif Alan	62

SİMGELER DİZİNİ

p	Hava kütlesi yoğunluğu
R_d	Sabit katsayı
C_p	Güç faktörü (Betz Limiti)
A	Süpürme alanı
V	Rüzgar Hızı
H	Yükseklik



KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CO ₂	Karbondioksit
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EYO	En Yüksek Olabilirlik
EWEA	Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği
GW	Gigawatt
GWEC	Küresel Rüzgâr Enerji Konseyi
GWH	Gigawatt saat
İDÇS	İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
İEA	Uluslararası Enerji Ajansı
Km	Kilometre
m	Metre
M.Ö	Milattan Önce
M.S	Milattan Sonra
MY	Moment Yöntemi
MW	Megawatt
PCE-FWS-20	Dokunmatik Ekranlı Hava İstasyonu (Bu tezde Kullanılan)
REPA	Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası
RES	Rüzgâr Enerji Santrali
TÜREB	Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği
TWh	Terawatt saat

1. GİRİŞ

Günümüzde fosil kökenli yakıtların en çok kullanılan enerji hammaddesi olması, bu yakıtlara olan ihtiyacı hızla artırmakta ve bu ihtiyaç sonucunda rezervleri gittikçe azalan fosil kökenli yakıtlar yerine alternatif oluşturabilecek enerji kaynaklarının aranmasına neden olmaktadır. Fosil yakıt kaynaklarının yakın bir zamanda ihtiyacı karşılamayacak derecede kısıtlı olması, asit yağmurları sonucu sera etkisi şeklinde ortaya çıkan çevresel sorunlar ve hava kirliliği gibi sebepler mevcut enerji kaynaklarına alternatif oluşturacak şekilde önemli bir kaynak olarak görülen yenilenebilir enerji kaynaklarına giderek artan bir ilgi oluşturmuştur. İleride yaşanabilecek olan bu sorunları daha öncesinde fark eden ülkeler bu durumu sıkıntısız bir biçimde atlatmak amacıyla önümüzdeki 100 yılda enerji strateji ve politikalarını oluşturmuş ve ellerinde bulundurdıkları tüm enerji alternatiflerini değerlendirmeye çalışmışlardır (Kaplukan, 2014). Rüzgâr enerjisi atmosferde bolca ve serbest olarak bulunan, kaynağı güneş olan, güvenli ve sürekli bir enerji kaynağıdır. Yeryüzündeki farklı güneş radyasyonu dağılımının neden olduğu sıcaklık ve basınç farklılıkları rüzgârı meydana getirmektedir. Rüzgâr yüksek basınç alanından alçak basınç alanına yer değiştiren havanın, dünya yüzeyine göre bağıl olarak yaptığı harekettir.

Rüzgar enerji kaynağı yalnız gelişmiş ülkelerin değil, gelişmekte olan ülkelerin de kullanmaya çalıştıkları bir enerji kaynağı olmuştur. Bu sebeple, rüzgâr çiftlikleri ve rüzgâr santralleri kurularak bu enerjiden faydalanma fikri dünyada gittikçe yaygınlaşmıştır. İlerleyen dönemler için de rüzgâr enerjisi santralleri projelerinin de sayıları gittikçe artmaktadır. Ülkemizin rüzgâr enerjisi kaynaklarına teorik olarak baktığımızda Türkiye'nin elektriğinin büyük bir kısmı bu enerji ile karşılanabilecek yeterliliktedir. Fakat bu enerjisinin sürekli hale getirilebilmesi için gerekli altyapı tasarımlarının bir an önce yapılması gerekmektedir. Türkiye, Avrupa'da rüzgâr enerjisi potansiyeli en ümit verici olan ülkedir (Özcan vd., 2013).

Rüzgâr enerjisini elde etmek için rüzgâr türbinleri veya santralleri, uygun koşulların oluşmasıyla, deniz kıyılarında, karalarda ve deniz üstünde kurulabilmektedirler. Kurulan deniz üstü rüzgâr santralleri, diğer rüzgar santrallerine göre donanım inşası ve üretilen enerjinin nakledilmesi için çok daha fazla maliyetlerle birlikte farklı teknolojilerde gerektirmektedir. (Hayli, 2001). Rüzgâr türbinleri genel olarak düşey ve yatay eksenli olarak iki şekilde sınıflandırılırlar. Yatay eksenli rüzgâr türbinlerinin ilk tasarımı 1930 ve sonrasındaki yıllarda Betz tarafından yapılmıştır. Bu rüzgâr türbinlerinin % 59 değerinde teorik verimi olup bu teorik verim literatürde Betz limiti olarak bilinir. Savonius ve Darrieus tarafından modern olarak bilinen düşey eksenli rüzgâr türbinleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu iki rüzgâr türbinin sakınca ve üstünlükleri göz önüne alınarak birleşik Savonius ve Darrieus rüzgâr türbinleri üzerinde çalışmalar yapıp geliştirilmiştir. Düşey ve yatay

eksenli rüzgâr türbinlerinin çeşitli alt sınıflara ayrılabilir olması yapısal özelliklerine bakılarak anlaşılabilir (Elibüyük, vd., 2016).

Bir bölgenin rüzgâr enerjisi potansiyeli analizini yapabilmek için o bölge içerisine kurulacak ölçüm istasyonu ile saatlik yön bilgileri ve rüzgâr hızının minimum bir sene boyunca ölçülmesi gerekmektedir (Kaplan, 2016). Bu ölçümler genellikle 10-30 metre aralığında yapılmakta olup günümüze baktığımızda büyük ölçekteki rüzgâr türbinlerinin göbek yükseklikleri belirtilen değerlerin çok üstündedir. Bu sebeple daha alt yüksekliklerde ölçülen rüzgâr verilerinin ölçülmesi istenilen yükseklikteki gerçek değerinin bulunabilmesi için rüzgâr güç profili kanunu kullanılır (Yıldırım, 2012).

1.1. İklim Değişikliği ve Kyoto Protokolü

İnsanoğlunun çevre ile ilgili olan sorunlarına baktığımızda, insanın çevresini kendi çıkarlarına uygun hale getirmek istemesinin bu sorunların temelini oluşturduğunu görmekteyiz. Bu çıkar çevresinin oluşturduğu en büyük çevresel sorun, günümüzde birçok örneğiyle karşılaştığımız iklim değişikliğidir. Bu örneklerden bazıları; Deniz seviyelerinin yükselmesi, küresel ısınmanın oluşması ve büyük çaplı kasırga ve sel gibi doğal felaketlerin yaşanması iklim değişikliği ile doğrudan doğruya ilişkilendirilmektedir. İnsanların sebep oldukları sera gazlarının, başta küresel ısınmaya ve buna bağlı olarak da meydana gelen iklim değişikliklerinin etkilerini en asgari düzeye çekebilmek amacıyla uluslararası düzeyde gerçekleştirilen ilk girişim Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) olmuştur. Rio'da Haziran 1992'de düzenlenen ve Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzaya açılan, 21 Mart 1994 tarihinde de yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin amacı; insanın iklim sistemi üzerindeki tehlikeli etkilerini önleyecek bir düzeyde tutarak atmosferdeki sera gazı birikimlerini azaltmaktır. Genel olarak Birleşmiş Milletler İDÇS'nin amacı; Sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik ilkeleri, küresel iklim sisteminin korunması ile eylem stratejilerini ve yükümlülükleri düzenleyen bir sözleşme özelliğini taşımaktadır.

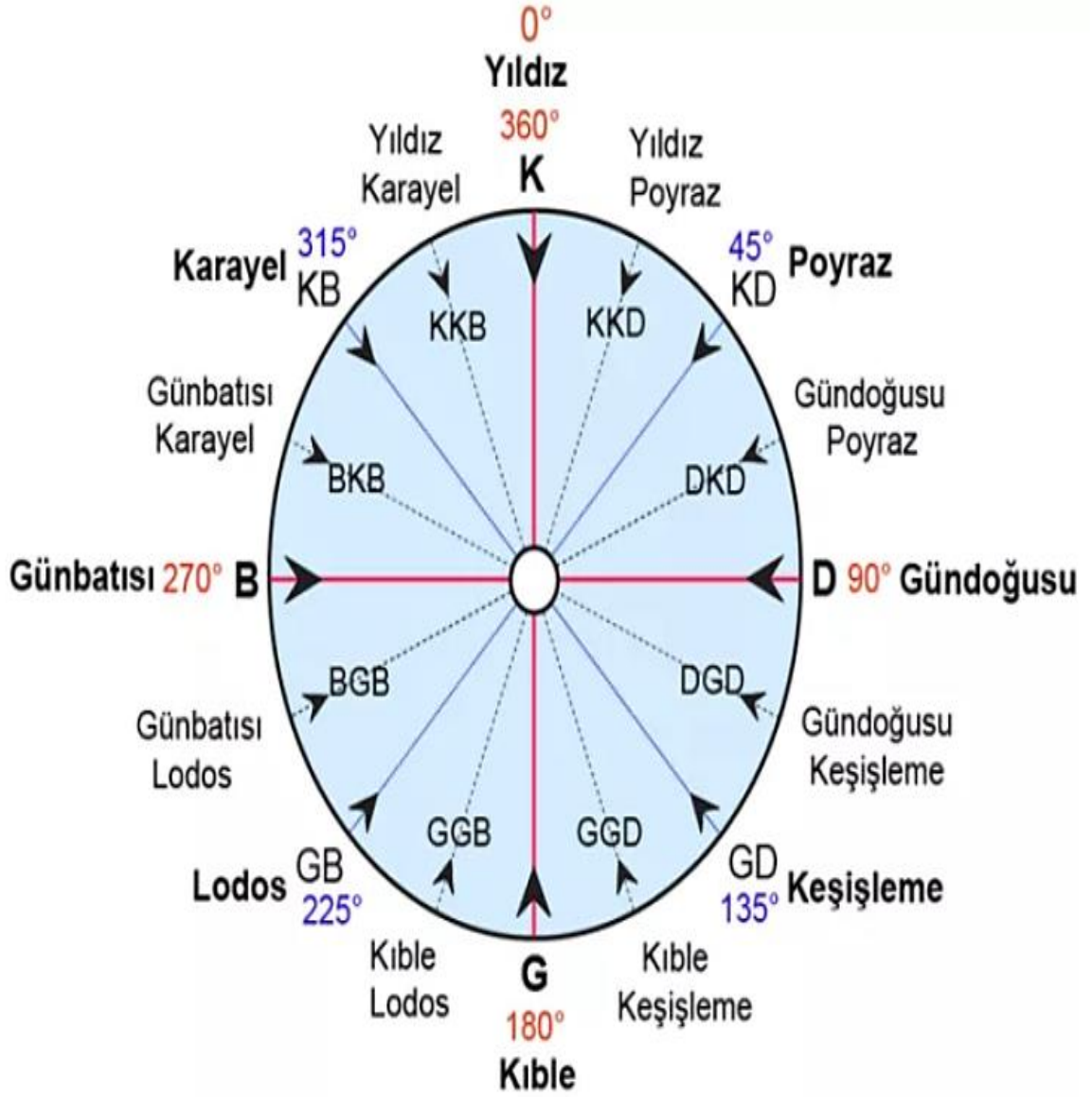
1.2. Rüzgâr Gücünün Oluşumu

Havanın ısınması ile ısınan kütle genişler ve dolayısı ile ısınan bu hava harekete geçerek yükselir. Ancak atmosferin dışına çıkamayan yükselen hava kütlesi, önce dikey daha sonra ise yatay yönde hareket etmeye başlar. Oluşan bu hareketlenme yani havanın ısınıp kütleli olarak yer değiştirmesi sonucunda basıncın oluşumu meydana gelir. Dünyanın her yerinde atmosferin

yaptığı basınç aynı değildir, çünkü basınç; sıcaklığa, yerçekimine ve bulunulan yerin yüksekliğine bağlı olarak değişiklik gösterir. Görülen bu değişikliklerle beraber, yüksek ve alçak basınç merkezleri oluşur. Rüzgâr, aslında güneş enerjisinin dönüşmüş bir biçimidir. Rüzgârlar, güneşin eşit olmayan biçimde atmosfer kütesine yaymış olduğu ısı, dünyanın kendi etrafında dönmesi ve yeryüzünün amorfik coğrafi yapısı sonucu oluşurlar. Denizler karalar ve havaküre özgül ısılarına ve dolayısı ile farklı sıcaklık değerlerine sahip olurlar. Sıcaklık dağılımı, çevresel ve coğrafi koşullara bağlıdır. Rüzgâr yeryüzünde ortaya çıkan sıcaklık ve buna bağlı oluşan basınç farklılıkları ile oluşur. Ekvator ve çevresi, güneş ışınlarının yeryüzüne gelen açılarındaki farklılıklar sebebiyle diğer enlemlere göre daha çok ısıtılır. Farklı sıcaklık derecesi ve farklı ısınma nedeniyle hava dolaşimleri olur. Soğuk hava sıcak havadan daha ağırdır. Bu sebeple ısınma sonucunda soğuk hava aşağı sıcak hava ise yukarıya doğru yükselir. Yaklaşık olarak 10 km yüksekliğe kadar bu yükseliş sürer. Bu yükseklikteki hava güneye ve kuzeye doğru ayrılır. Eğer yer kürenin dönme eylemi olmasaydı, bu yükselen hava kuzey ve güney kutuplara gider ve kutuplarda aşağılara çöker, tekrar ekvatora doğru hareket ederek sürekli çevrimine devam ederdi. Rüzgârın meydana gelişinde hava sıcaklığı ve nispi nem birinci derecede etkilidir. Çevreye yaptığı etkilerle rüzgâr gözlemlenebilir. Rüzgâr etkisi açısından üç belirgin özelliğe sahiptir. Bunlar; rüzgâr hızı, rüzgâr yönü ve rüzgâr frekansıdır

1.2.1. Rüzgâr Yönünü Etkileyen Faktörler

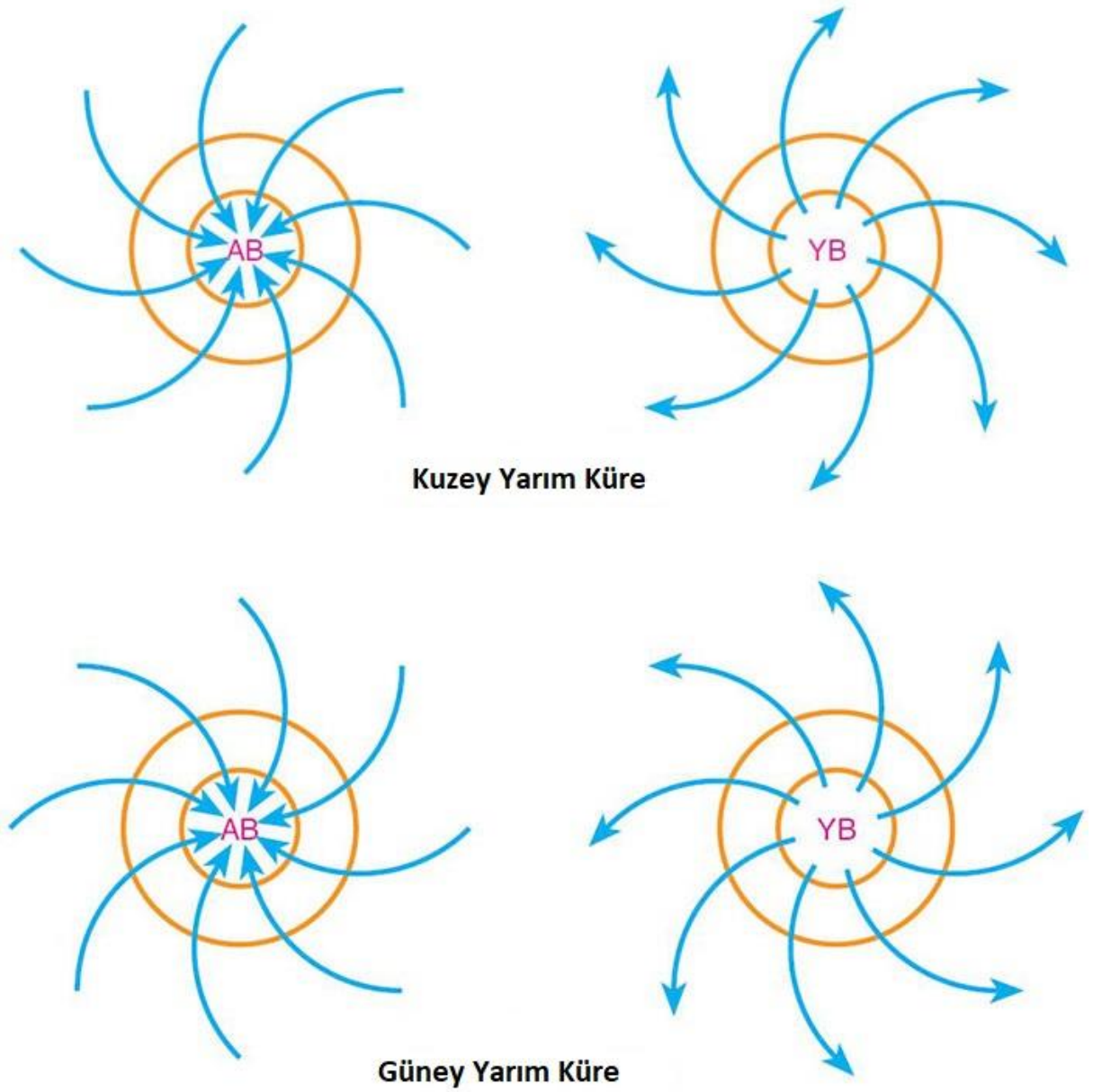
Rüzgâr yönü ifadesi, rüzgârın yer küreye paralel bir şekilde hareket etmesidir. Rüzgâr yönü genel olarak ara ve ana yönlerde ya da açısal azimut olarak belirtilir. Rüzgâr yönünü en kolay şekilde ölçmek için, rüzgâr tulumu ve rüzgâr gülü gibi araçlar kullanılabilir. Pusuladan belirlediğimiz yönleri kullanarak barometre ve termometreyle birlikte hava tahmini yapabiliriz. Rüzgârın estikleri yönlerle göre isimleri Şekil 1.1’de gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Rüzgâr yönleri

1.2.1.1. Basınç Merkezlerinin Konumu

Yeryüzünde rüzgârın esme yönü basınç sistemlerinin birbirlerine göre konumlarının bir sonucudur. Yüksek basınç merkezlerinin alçak basınç merkezlerine göre konumu rüzgâr yönü ve hızı üzerinde etkilidir. Basınç merkezlerindeki değişiklik rüzgârların yönlerinin de değişmesine neden olur. Yüksek basınçtan alçak basınca doğru esen rüzgâr, dünyanın dönüşünden dolayı (Günlük Hareket) en uzun yolu izler. Basınç merkezleri yer değiştirirse rüzgâr yön değiştirir. Şekil 1.2’de kuzey ve güney yarım kürede oluşan basınç merkezleri gösterilmektedir.



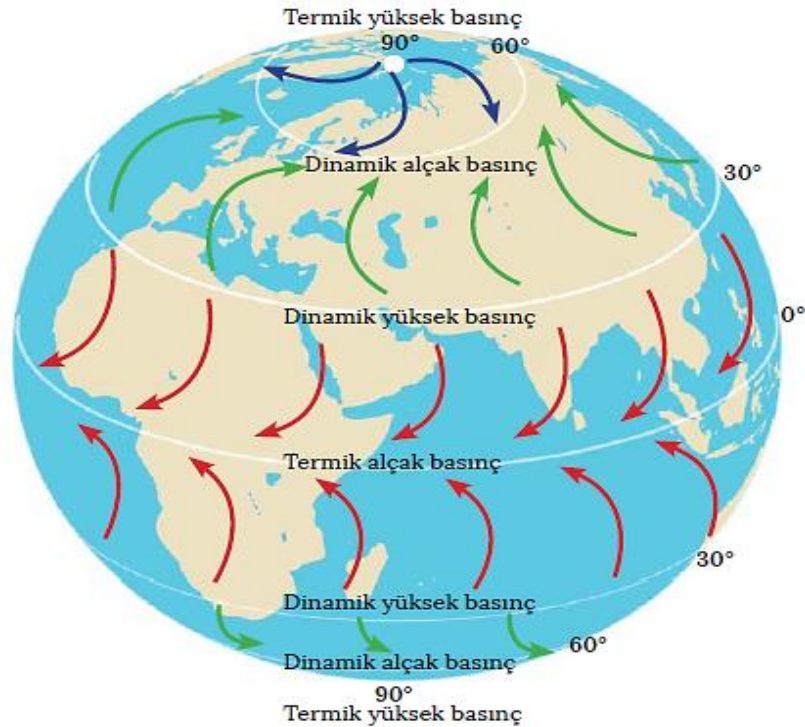
Şekil 1.2. Kuzey ve güney yarım kürede oluşan basınç merkezleri

1.2.1.2. Yer Şekilleri

Dağlık ve yüksek bir alan ile geniş düzlüklerin bulunduğu bir alan üzerinde rüzgâr esme yönleri farklı olur. Çünkü dağlar ya da yükseltiler rüzgârın esme hızını ve yönünü olumsuz yönde etkiler. Ova, vadi, boğaz ve geçit gibi alanların uzanış doğrultusuna göre rüzgârların estiği bilinmektedir.

1.2.1.3. Dünyanın Dönüşü

Dünyanın kendi eksenini etrafındaki dönüşü özellikle rüzgârların saparak yönlerini değiştirmelerine sebep olmaktadır. Bu güce koryolis etkisi denilmektedir. Koriyolis gücü Ekvator'da az, kutuplarda fazladır. Bundan dolayı kutuplara doğru gidildikçe rüzgârın savrulma miktarında artışlar olur. Rüzgâr en uzun yolu iki basınç sistemi arasında izlemektedir. Dünya'nın eksenini çevresinde hareket etmesine bağlı olarak ortaya çıkan savrulma hareketi (veya merkezkaç kuvveti), hava kütlelerinin bazı enlemler çevresinde yığılıp sıkışmasına, bazı enlemlerde ise yükselip seyreilmelerine neden olur. Bu durum 30° enlemleri çevresinde dinamik yüksek basınç alanlarının, 60° enlemleri çevresinde ise dinamik alçak basınç alanlarının oluşmasına neden olmuştur. Yeryüzünde bu basınç alanlarının sürekli olduğu 30° enlemleri civarındaki karalarda çöller, 60° enlemleri civarındaki karalarda ise bitki örtüsünün zengin olduğu nemli alanlar oluşmuştur. Dünya'nın dönüşü bu durumun ortaya çıkmasında etkilidir. Kuzey ve güney yarımkürelerde rüzgârlar farklı yönlerde doğru savrulurlar. Basınç değerleri zamana ve konuma bağlı bir şekilde değişmektedir. Fakat Dünya'nın şeklinden dolayı Ekvator ve kutup noktalarında sürekli termik basınç kuşakları, Dünya'nın günlük hareketinden dolayı ise 30° ve 60° enlemlerinde sürekli dinamik basınç kuşakları oluşur. Şekil 1.3. Dünya'nın dönüşüne bağlı oluşan hava basınçları görülmektedir.



Şekil 1.3. Dünya'nın dönüşüne bağlı oluşan hava basınçları

1.2.2. Rüzgâr Hızını Etkileyen Faktörler

Hızdaki değişiklikler veya ani dalgalanmalar “hamle” olarak isimlendirilmektedir. Anemometreler ve yön kontrol cihazları rüzgârın yönünü, hızını ve hamlesini en iyi şekilde ölçen hassas aletlerdir. Aletlerle ölçüm yapılamayan durumlarda ise rüzgâr, tahminsel de ölçülür (Özgür, 2006). Tahminsel rüzgâr ölçümünde, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan ve çizelge 1.1’de verilen Beaufort ölçeği kullanılır.

Çizelge 1.1. Beaufort ölçeği

Beaufort No	Rüzgar Hızı		Tanım	Açıklama
	(km/saat)	(m/s)		
0	<1	0.0 - 0.2	Sakin	Duman dikey olarak yükselir
1	1 - 5	0.3 - 1.5	Esinti	Duman hafif esinti ile yükselir. Rüzgar yönü belirsizdir.
2	6 – 11	1.6 - 3.2	Hafif Rüzgar	Yapraklar kıpırdar. Esinti insan yüzünde hissedilir. Rüzgar yönü yoktur.
3	12 - 19	3.3 - 5.4	Tatlı Rüzgar	Yapraklar ve ince dallar hareket eder.
4	20 - 28	5.5 - 7.9	Orta Rüzgar	İnce dallar hareket eder. Kağıt ve tozlar yükselir.
5	29 - 38	8.0 - 10.7	Sert Rüzgar	Ağaçlar sallanmaya başlar.
6	39 - 49	10.8 - 13.6	Şiddetli Rüzgar	Büyük ağaç dalları hareket eder. Şemsiyenin kontrolü zorlaşır.
7	50 - 61	13.9 - 17.0	Çok Şiddetli Rüzgar	Büyük ağaçlar sallanır. Yürüme zorluğu farkedilir.
8	62 - 74	17.2 - 20.6	Fırtına	Ağaçlardaki ince dallar kırılır, yürümek iyice zorlaşır.
9	75 - 88	20.8 - 24.4	Şiddetli Fırtına	Binalarda hafif hasar oluşur. Çatı kiremitleri sökülmeğe başlar.
10	89 - 102	24.5 - 28.4	Tam Fırtına	Binalarda hasarlar oluşur. Büyük ağaçlar kökünden sökülür.
11	103 - 117	28.6 - 32.5	Çok Şiddetli Fırtına	Geniş ölçekli hasarlar oluşur
12	>118	>32.5	Tayfun	Aşırı derecede hasarlar meydana gelir.

1.2.3. Rüzgârın Frekansı (Esme Sıklığı)

Rüzgârın belirli zamandaki esme sayısına rüzgâr frekansı denir. Bütün yıl boyunca hangi yönden ne kadar sıklıkta rüzgâr estiğini gösteren şekle rüzgâr frekans gülü, bir merkezde yıl içinde en çok rüzgârın estiği yöne de hâkim rüzgâr yönü denir. Bir yerin rüzgâr gülüne bakarak egemen rüzgâr yönü ve o yerdeki yer şekillerinin uzanış yönü hakkında bilgi edinebiliriz.

1.3. Rüzgâr Ölçümleri ve Değerlendirilmesi

Literatürde rüzgârlar farklı ölçeklerde incelenir ve değerlendirilir. Bunlar:

- a) Makro: Büyük ölçekli hava modelleri (kıtalar ya da kıtaların bir parçası)
- b) Mezo: Ülke veya bölge gibi daha küçük alanlar
- c) Yerel: Sınırlanmış bir bölge veya bir alan, ova, plato, sahil şeridi ya da şehir alanı gibi
- d) Mikro: Çok küçük ölçeklerde daha yerel ve daha fazla sıklıkta en iyi biçimde yerleştirilmiş yerel anemometre kayıtları ile tespit edilebilir.

Yukarıda adı geçen ölçekler kullanım alanlarına göre değerlendirilir. Makro ve mezo ölçeklerdeki değerlendirmelere göre basınç ve hava yolları inceleme yapmakta iken yerel ve özellikle mikro ölçekteki değerlendirmeler ise rüzgâr enerjisi ile ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır. Bu ölçekte alınan veriler, mikro-konuşlandırma ve türbin 7 tasarımı için gereklidir. Türbinlerin teker teker konuşlandırılmasının verimi bu verilere bağlıdır (Kazıcı, 2009).

Rüzgâr Enerjisinin Olumlu Yönleri;

- Tükenmeyen bir enerji kaynağıdır
- Zamanla fiyat dalgalanması riski yoktur.
- Kaynağı güvenilirdir.
- İşletmesi kolay, bakım maliyetleri düşüktür.
- Toplam santral sahasının %1'ini Rüzgâr enerji santralleri oluşturur. Diğer kısmı ise hayvansal ve tarımsal faaliyetler için kullanılabilir.
- İstihdam yaratır.
- Çevre dostu, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.
- Serbest olarak atmosferde bulunur.
- Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir.
- Yakıt maliyeti sıfırdır, büyük ölçüde yerli kaynak kullanılacağından, ithale dayalı diğer fosil yakıtların tümüne karşı temin güvenliği avantajına sahiptir.

- Yenilenebilir enerji kaynakları, gelişmemiş bölgelerde istihdamı artırır ve yarattıkları iş alanları ile birlikte altyapı imkânlarıyla da sosyo-ekonomik gelişmeye katkıda bulunurlar.
- İthal kömürler karbon dioksit ve az oranda da diğer kirleticilerin üretimine neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının atmosferik emisyonları ise yok denecek kadar az olduğundan kirliliğe sebep olmayıp ve sera etkisi azaltmaktadırlar.

şeklinde sıralanabilir.

Rüzgâr Enerjisinin Olumsuz Yönleri;

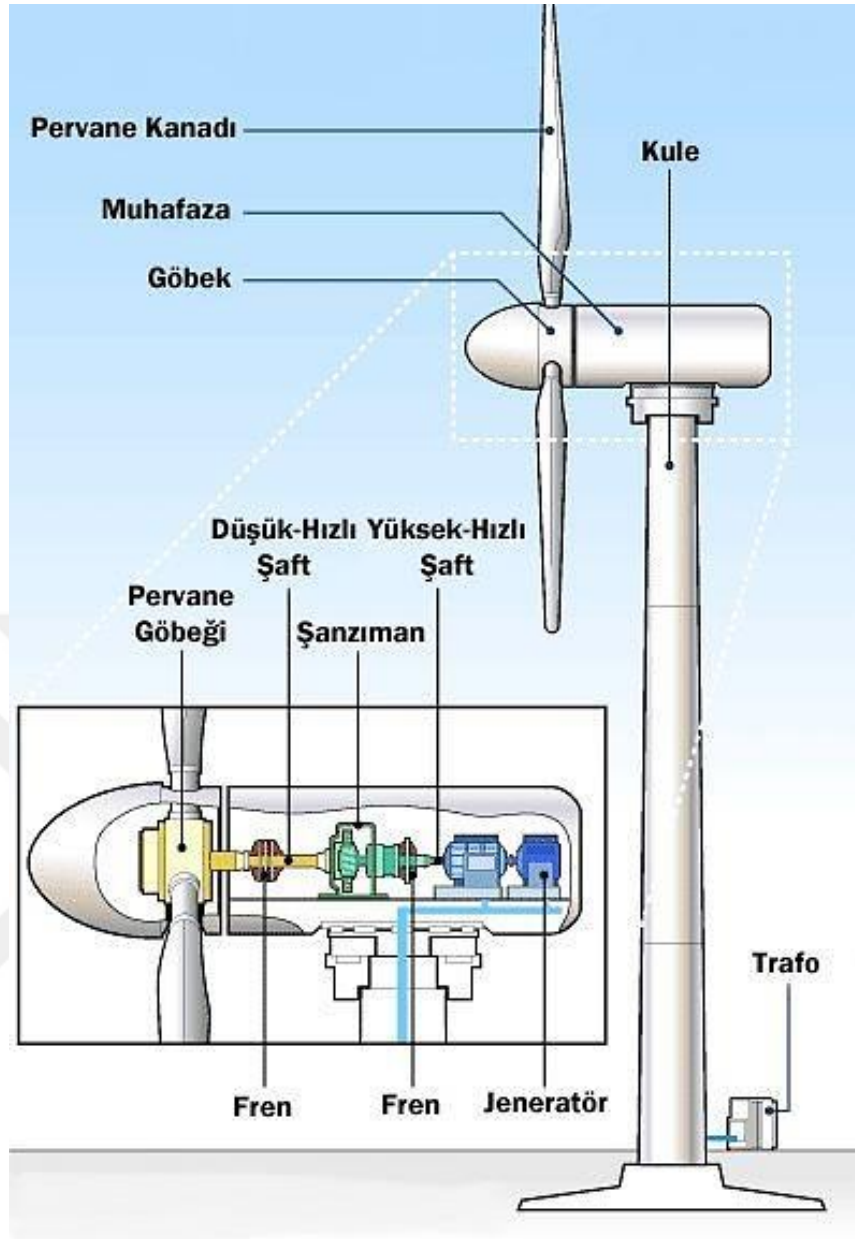
- Kesintisi olan bir enerji kaynağıdır,
- İlk yatırım maliyetleri diğer enerjilere kıyasla yüksektir,
- Kapasite faktörü düşüktür (%25-40 arasındadır),
- Yenilenebilir enerji kaynakları projelerinin işletmeleri daha ucuz olmakla beraber ilk yatırım maliyetleri fosil kaynaklı teknolojilere göre daha yüksektir.

şeklinde sıralanabilir (Rüstemli vd., 2013).

1.4. Rüzgâr Türbin Teknolojisi

Rüzgâr türbinleri, rüzgâr enerji santrallerinin ana yapı elemanı olup hareket halindeki havanın kinetik enerjisini öncelikle mekanik enerjiye dönüştürür daha sonra bu enerji generatör yardımı ile elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgâr türbinleri dönüş eksenlerinin doğrultusuna göre yatay eksenli veya düşey eksenli olarak imal edilirler. Bu tiplerden en fazla kullanılanı yatay eksenli rüzgâr türbinleridir. Yatay eksenli rüzgâr türbinleri, dönme eksenleri rüzgâr yönüne paralel ve kanatları ise rüzgâr yönüne dik vaziyette çalışırlar. Bu tip rüzgâr türbinleri bir, iki, üç veya çok kanatlı yapılmaktadır. Yatay eksenli rüzgâr türbinleri; rüzgârın kuleyi yalamadan rotora çarpması durumunda ileri ya da önden rüzgârlı (up-wind), önce kuleye dokunup sonra rotora gelmesi koşulunda geri ya da arkadan rüzgârlı (down-wind) türbin adını alırlar. Düşey eksenli rüzgâr türbinlerinin eksenleri rüzgâr yönüne dik ve düşey olup kanatları da düşey vaziyettedir. Düşey eksenli rüzgâr türbinlerinde rüzgârın esme yönü değiştiği zaman yatay eksenli rüzgâr türbinlerinde olduğu gibi herhangi bir pozisyon değiştirmesi olmaz. Elektrik üretim amaçlı şebeke bağlantılı modern rüzgâr türbinleri çoğunlukla 3 kanatlı, yatay eksenli ve up-wind türü rüzgâr türbinleridir.

Modern yatay eksenli kanatlı rüzgâr türbinlerini meydana getiren ana elemanlar ile ilgili, kısa bilgiler Şekil 1.4'te verilmektedir. Yer konumuna göre, rotoru yatay eksenli olan yatay eksenli rüzgâr türbinleri, daha modern ve daha geleneksel kullanım sunarlar.



Şekil 1.4. Yatay Eksenli Rüzgâr Türbin Modeli

Rüzgâr türbinleri; rotor, güç şaftı ve rüzgârın kinetik enerjisini elektrik enerjisine çeviren bir generatörden oluşur. Rüzgâr kanatlardan geçerken, aerodinamik bir taşıma kuvveti oluşur ve rotoru döndürür. Bunun sonucunda mekanik enerji generatör tarafından elektrik enerjisine dönüştürülür. Ayrıca türbinlerde, dönme oranını ayarlayacak ve kanatların hareketini durduracak bir rotor kontrolü bulunur. Rüzgâr hızı yükseklikle arttığı için rüzgâr türbinleri kule tepelerine yerleştirilir. Generatörün sabit hızlı olması halinde rotor hızının kontrolü gerekmektedir. Aksi halde aşırı rüzgâr hızlarında rotor kontrolsüz hızlanır ve kazaya sebep olur. Rotor kontrolü iki şekilde yapılmaktadır:

- Birinci metot; rotor kanatlarının uygun dizaynı ile rüzgâr hızının belirli bir değerin üstüne çıkması durumunda (örneğin 25 m/s) türbin hızı sabit kalır (stall control).

- İkinci metot ise kanatların rüzgâr doğrultusu ile açısının bir hidrolik sistemle değiştirilmesi (pitch control). Çok yüksek hızlarda kanatlar rüzgâra en az direnç gösterecek şekilde çevrilerek türbin hızı ayarlanabilir. Açısı değiştirilebilen rotor kanatlarının diğer faydası düşük rüzgâr hızlarında da yüksek verimin elde edilebilmesidir.

Türbin hızını jeneratörün dizayn hızına çıkartmak için rotor ile jeneratör arasında dişli çark kullanılır. Ancak bu hem maliyeti hem de bakım masraflarını artırır. Son yıllarda dişli çarka gerek olmadan rotor şaftının doğrudan özel dizayn edilmiş bir jeneratöre bağlanması mümkündür (Rüstemli vd., 2013).

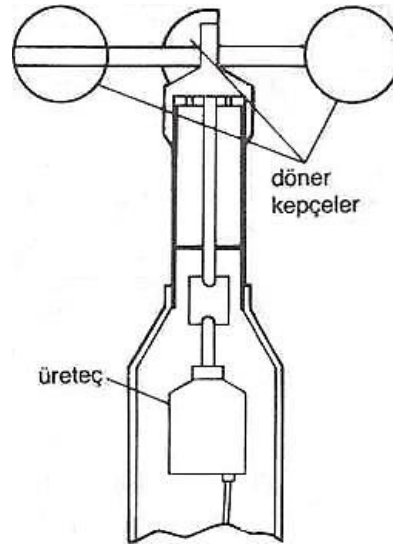
1.5. Rüzgâr Türbin Teknolojisinin Tarihi

Rüzgâr türbinleri tarihçesiyle ilgili değişik dokümanlara rastlanmakla birlikte, en eski rüzgâr kuvvet makinası olan yel değirmeninin, bundan 3000 yıl önce İskenderiye yakınlarında yapıldığı tahmin edilmektedir. (Rüstemli vd., 2013). Mısır, İran, Irak ve Uzak Doğu'da görülen yel değirmenleri, Ortadoğu uygarlıklarından, Haçlı seferleri sırasındaki etkileşim ile Avrupa'ya geçmiştir. Dünyada rüzgâr gücünden ilk defa elektrik 1891 yılında Danimarkalı Profesör Paul La Cour tarafından üretilmiştir. Sanayi döneminin başlarına kadar kullanılan yel değirmenleri, kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanımı sonucu terk edilmiştir. Fosil yakıtların kullanımı ile gözden düşen ve adeta unutilan rüzgâr enerjisi, 2. Dünya Savaşı ve 1973 petrol krizinden sonra tekrar gündeme gelmeye başlamıştır. Ancak 1980 yılında petrol fiyatlarının düşmesi yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi tekrar azaltsa da, 1990'larda çevre problemlerinin ciddi bir şekilde gündeme gelmesi, enerji talebinin artması ve gelişen çevre bilinci nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları tekrar önem kazanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan bu ilgi rüzgâr enerjisi ile ilgili teknolojinin de çok hızlı bir şekilde gelişmesine neden olmuştur. Uçak kanatlarının yapımındaki tecrübelerden yararlanılarak farklı rüzgâr türbinleri geliştirilmiştir. Rüzgâr türbinlerinin yükseklikleri arttıkça ve kanat boyları uzadıkça üretim kapasiteleri de artmıştır. Dünyada rüzgârla ilgili çeşitli birlikler kurulmuş, rüzgârla ilgili ölçüm istasyonları ve uzay çalışmalarının da katkısı ile rüzgâr enerjisi potansiyeli haritaları çizilmiştir. Yasal düzenlemelerle rüzgâr enerjisi sürekli teşvik edilmekte ve sektör baş döndürücü bir şekilde büyümektedir. Günümüzde sadece karalarda değil "offshore" olarak adlandırılarak denizlerde de rüzgâr enerji santralleri kurulmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalar ve yatırımlar, rüzgârdan enerji elde etme maliyetini düşürmektedir. Rüzgâr enerjisi, düşük maliyeti ve yeşil enerji olma diğer avantajlarıyla beraber fosil yakıtlarla rekabet edecek konuma gelmek üzeredir (Aydın, 2013). Rüzgâr enerjisinin tarihsel gelişimine; 1942 yılında üretilen 17,5 m pervane çaplı ve 50 kW nominal güçlü Smidth

Rüzgâr Türbini ve 1957 yılında üretilen 24 m pervane çaplı ve 200 kW nominal güçlü Gedser Rüzgâr Türbini örnek verilebilir (Rüstemli vd., 2013).

1.6. Rüzgâr Ölçüm Cihazı

Anemometre, rüzgâr hızı ölçer veya yelölçer gazların en yaygın olarak da rüzgâr ve havanın hızını ölçmeye yarayan cihazların genel adıdır. Anemometreler, hava raporları ve tahminleri, rüzgâr tribünleri ve hava araçları, havalandırma sistemleri ve iklimlendirme, araştırma ve eğitim, kişisel amaçlı kullanımları kapsayan birçok alanda bilgi edinmek amacıyla sıkça kullanılmaktadır. Anemometrelerin farklı tercihler ve ihtiyaçlara yönelik olarak birçok çeşidi bulunur, çok düşük hızlı hava akımlarından başlayıp da ses hızını geçen şiddetli akımlara kadar hava hızını ölçmeye olanak sağlar. Gazların hızını bire bir ölçmek mümkün olmadığından gazların diğer maddeler üzerindeki etkileri gözlemlenerek sonuca varılır. Sıcak cisimlerin soğuma hızının ortamdaki gazın hızıyla ilişkili olması, sıcak cisimlerin soğuma hızının ortamdaki gazın hızıyla ilişkili olması, rüzgâr kuvveti sonucu üretilen enerji miktarının hıza bağlı olması, basınç ve hız değişikliğinin ses üzerinde etkili olması ile gazların hızının basınçta değişiklik meydana getirmesi gibi ilkeler kullanılarak rüzgâr hızı belirlenmektedir. Rüzgârın elektrik enerjisine dönüştürülmesi prensibiyle çalışan anemometreler pervaneli ve döner kepçeli olarak bilinirler. Pervaneli olanlar 1,6 ila 40 km arasındaki hız değerlerini ölçebilirken Şekil 1.5'te görülen Döner kepçeli anemometreler 7 ila 160 km arasındaki hızları ölçebilmektedir.



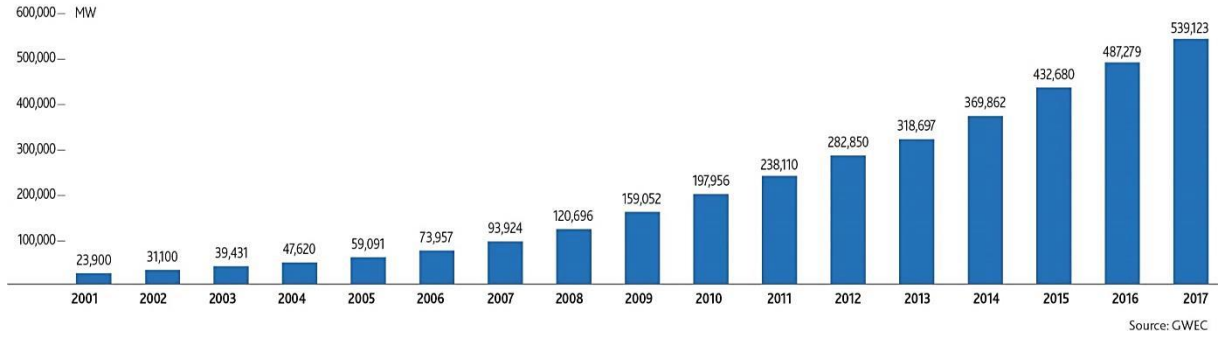
Şekil 1.5. Anemometre (Rüzgâr ölçüm cihazı)

Rüzgâr hızı ve ısı bağlantısıyla hız ölçebilen üç tip anemometre mevcuttur. Anemometre türlerinden birinde rüzgâr hızı basınç üzerinden hesaplanır. Bu tarz anemometrelerde bir ucu açık

bir ucu kapalı ya da iki ucu açık boru şeklinde sistemler kullanılır. Bunlardan ikisinde ise kızdırılmış ince bir tel vasıtasıyla ölçüm yapılır. Isı kullanılan üçüncü anemometrede alkolün soğuma hızı üzerinden hesaplama yapılır. Bu anemometreler 8C°'den düşük sıcaklıkları ölçmede kullanılır. Bir ucu kapalı bir ucu açık boru kullanılan uygulamalarda rüzgârın borunun içinde yaptığı basıncın, dış basınçtan farkı üzerinden hesaplama yapılır. Çok hızlı ve güçlü hava akımlarını ölçen bu yapı rüzgâr tünellerinde ve uçuş alanında kullanılır. Bu anemometreler yapılacak belli düzenlemelerle birlikte ses hızının üstündeki gaz hızlarını da ölçümleyebilir.

1.7. Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Gücü

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte birincil ihtiyaçların arasına enerjide girmiştir. Günümüzde enerji talebinin büyük bir kısmı, hem dünyada hem de ülkemizde fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fakat fosil yakıtların tükenebilir oluşu, yakılmasıyla açığa çıkan zehirli gazlar ve özellikle kendi ülkemizde olduğu gibi diğer ülkelerin de enerjide dışa bağımlı olunmasına sebep oluşu, insanları alternatif enerji kaynakları arayışına itmiştir. Bu yüzden, her geçen gün artan enerji talebini karşılamak üzere, fosil yakıtlara alternatif olabilecek; rüzgâr, güneş ve su gücüyle çalışabilen enerji santralleri yapımına gidilmiştir. Bu kapsamda yürütülen çalışmalardan bir tanesi de son yıllarda dünyada büyük bir gelişim gösteren rüzgâr potansiyellerinin kullanılmasıyla elektrik enerjisi üretilmesidir. Rüzgâr Enerjisi, dünyada kullanımı en çok artan yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Yatay ya da yataya yakın yönde yer değiştiren bir hava kütesinin hareketi rüzgâr, bu kütenin iş yapabilme yeteneği de rüzgâr enerjisi potansiyeli olarak tanımlanmaktadır. Dünya rüzgâr enerji potansiyelinin, 50° kuzey ve güney enlemleri arasındaki alanda 26.000 TWh/yıl olduğu ve ekonomik ve diğer nedenlerden dolayı 9.000 TWh/yıl kapasitenin kullanılabilir olduğu tahmin edilmektedir. Yine yapılan çalışmalara göre, Dünya karasal alanları toplamının (107*106 km²) %27’sinin (3*106 km²) yıllık ortalama 5.1 m/s’den daha yüksek rüzgâr hızının etkisi altında kaldığı belirtilmektedir. Bu rüzgâr enerjisinden yararlanma imkânının olabileceği varsayımıyla 8 MW/km² üretim kapasitesi ile 240.000 GW kurulu güce sahip olunacağı hesaplanmaktadır (Anonim, 2019). 2017 yılı sonu itibari ile dünyada bulunan toplam rüzgâr kurulu gücü 539,123 MW’tır. Şekil 1.6’da 2001-2017 yılları arası Küresel kümülatif kurulu rüzgâr gücü kapasitesi gösterilmektedir.



Şekil 1.6. Küresel Kümülatif Kurulu Rüzgâr Gücü Kapasitesi

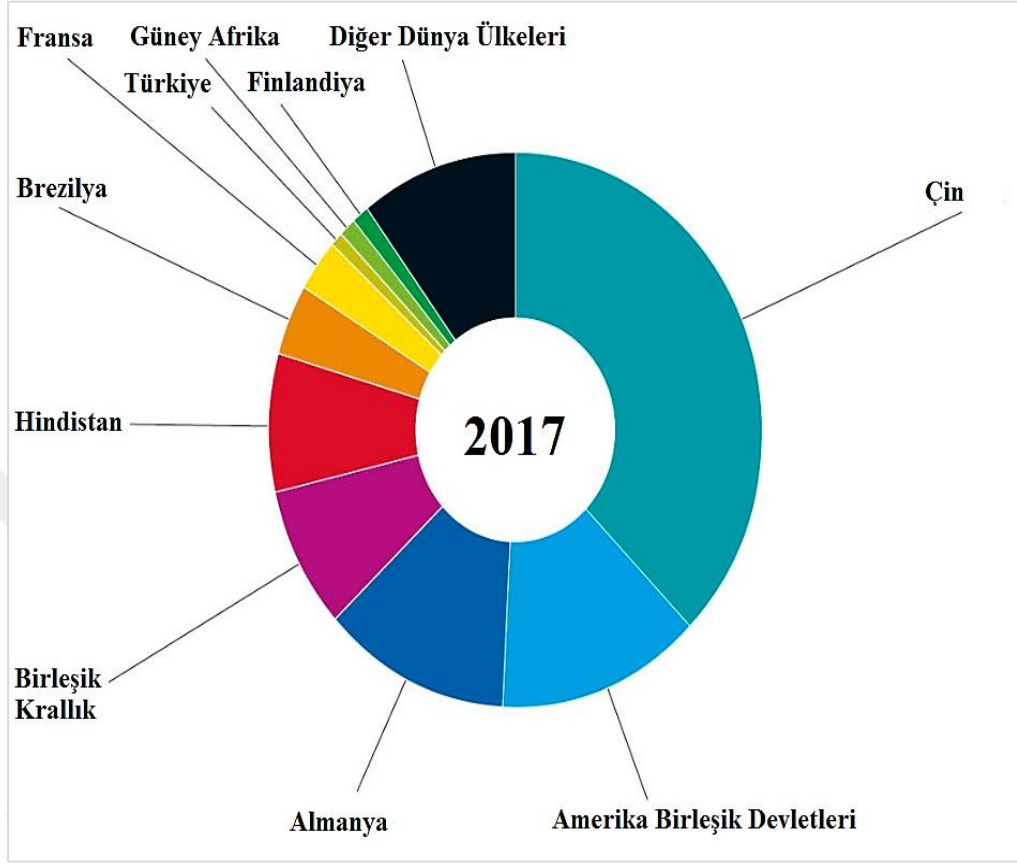
Çizelge 1.2’de 2017 Avrupa Kurulu Rüzgâr Enerji Kapasitesi gösterilmektedir.

Çizelge 1.2. 2017 Avrupa Kurulu Rüzgâr Enerji Kapasitesi

Avrupa	2016 Sonunda (MW)	2017 (MW)	2017 Sonunda (MW)
Almanya	50,019	6,581	56,132
İspanya	23,075	96	23,170
Birleşik Krallık	14,602	4,270	18,872
Fransa	12,065	1,694	13,759
İtalya	9,227	252	9,479
Türkiye	6,091	766	6,857
İsveç	6,494	197	6,691
Polonya	5,807	41	5,848
Danimarka	5,230	342	5,476
Portekiz	5,316	-	5,316
Hollanda	4,328	81	4,341
İrlanda	2,701	426	3,127
Romanya	3,024	5	3,029
Belçika	2,378	467	2,843
Avusturya	2,632	196	2,828
Finlandiya	1,539	535	2,071
Diğer	5,294	455	5,745
TOPLAM	159.180	16.404	175.584

Çizelge 1.2’ de görüldüğü üzere 2016 sonunda Avrupa’da kurulu olan toplam rüzgâr enerjisi 159.180 MW’tır. 2017 yılı sonunda kurulu olan toplam rüzgâr enerjisi %10,3 artışla 175.584 MW’ta ulaşmıştır. 2017 yılında en hızlı büyüyen ülke %19,55 ile Belçika, en yavaş büyüyen ülke ise %0,17 ile Romanya’dır. Türkiye %12,58 büyümeyle kurulu rüzgâr enerji kapasitesini 6.857 MW’a ulaştırmıştır.

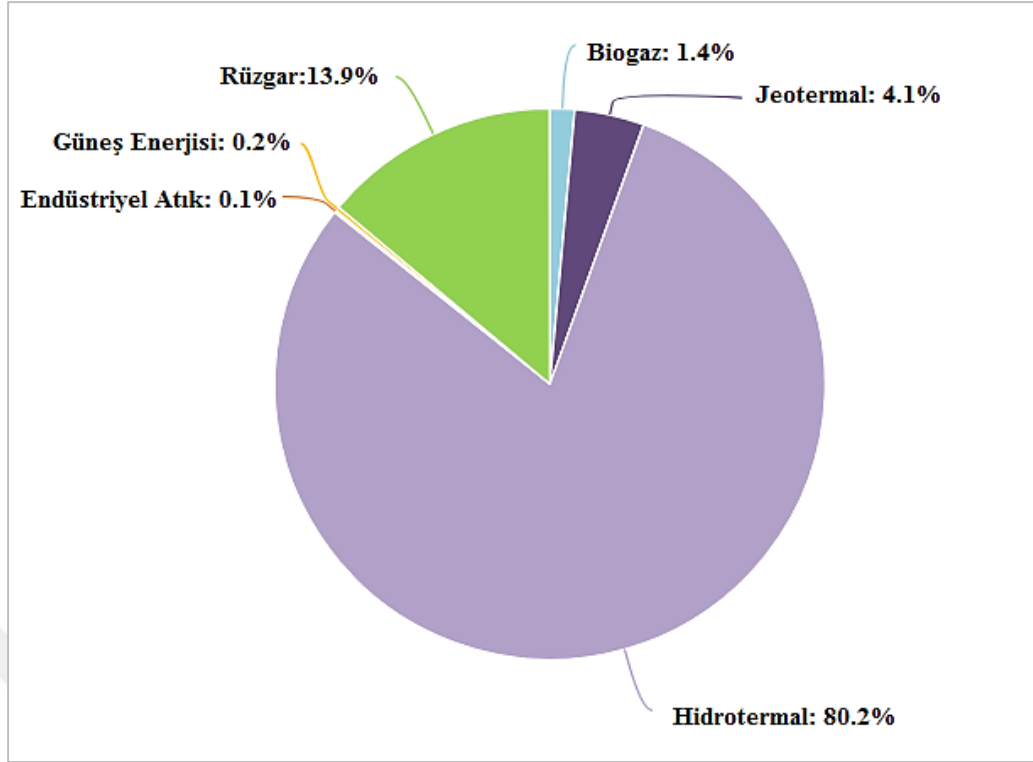
Şekil1.7’de 2017 yılına ait yeni kurulan rüzgâr enerji kapasiteleri ile dünya çapında ilk 10 sıradaki ülkeler gösterilmektedir.



Şekil 1.7. 2017 Yılında Küresel Çapta Kurulan İlk 10 Rüzgâr Enerji Kapasitelerine Ait Ülkeler

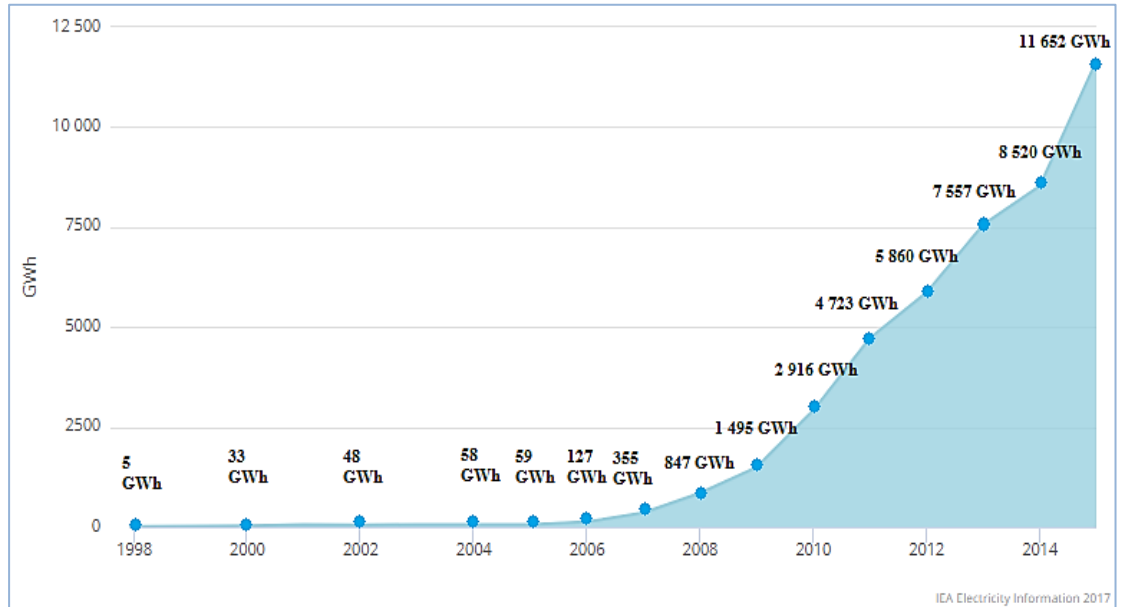
2017 yılında küresel çapta ilk 10 ülke arasından 1. sırada bulunan Çin, kurmuş olduğu yeni rüzgâr enerji kapasitesinin, dünyanın %37’sine karşılık gelen payı ile kurulu gücüne 19.660 MW’lık ek katkı yapmıştır. 2. Sırada bulunan Amerika Birleşik Devletleri %13’lük payıyla 7.017 MW, 3. sıradaki Almanya %12’lik payıyla 6.581 MW, Birleşik Krallık %8’lik payıyla 4.270 MW, Hindistan %8’lik payıyla 4.148 MW, Brezilya %4’lük payıyla 2.022 MW, Fransa %3’lük payıyla 1.694 MW, 8. sıradaki Türkiye %1’lik payıyla 766 MW kurulu rüzgâr gücünü artırmıştır. 9. sıradaki Güney Afrika %1’lik payıyla 618 MW, Finlandiya %1’lik payıyla 535 MW ülkelerine katkı yapmışlardır. İlk 10 ülke 2017 yılında yaptıkları yeni yatırımlarla küresel çapta dünyanın %90’nını oluşturmaktadır. Geriye kalan %10’luk pay ise 5.182 MW ile diğer dünya ülkelerine aittir.

2015 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payları şekil 1.8’de verilmiştir



Şekil 1.8. 2015 Yılında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimindeki Payları

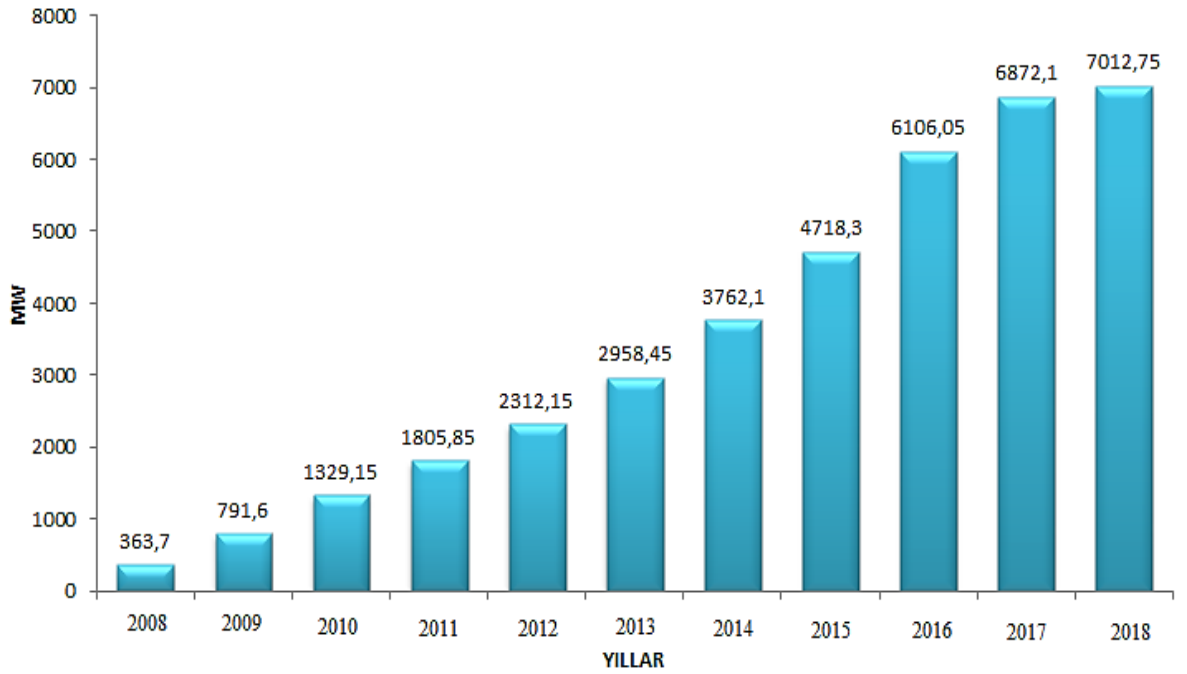
Yine aynı ajansa ait Şekil 1.9'daki verilerde Türkiye'nin 1998-2015 yılları arasındaki rüzgâr enerjisi ile üretilen elektrik enerjisine ait istatistikleri görmekteyiz.



Şekil 1.9. 1998-2015 Türkiye'de Rüzgâr Gücüyle Üretilen Elektrik Enerjisi

2008-2009 yıllarında %76,5 ile en ciddi büyüme gerçekleşmiştir. 2015 yılı sonuna gelindiğinde ise 11.652 GWh'lık elektrik üretilmiştir.

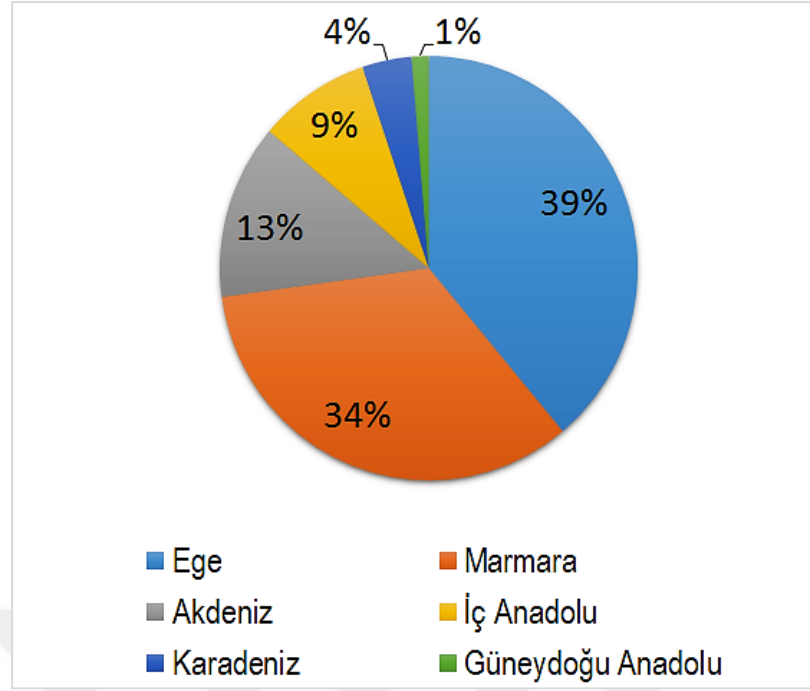
Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB) rüzgâr enerjisi ile ilgili bilimsel, teknik ve uygulamalı araştırmaları takip etmek, rüzgâr enerji kaynağının kullanımını yaygınlaştırmak için faaliyetlerde bulunmak amacıyla, 10 Şubat 1992 tarih ve 92/2752 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile kurulmuştur. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (Wind Europe)'nin ve Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC)'nin resmi üyesi olan TÜREB, rüzgâr enerjisi konusunda Türkiye'deki en güçlü sivil toplum kuruluşudur. 2018 Temmuz TÜREB İstatistik Raporuna göre Şekil 1.10'da 2008-2018 yılları arasındaki rüzgâr enerji santrallerinin kümülatif kurulumunu göstermektedir.



Şekil 1.10. Türkiye'deki Rüzgâr Enerjisi Santralleri İçin Kümülatif Kurulum

Bu grafiğe göre en hızlı büyüme %117,65 ile 2008-2009 yılları arasında gerçekleşmiştir. En yavaş büyüme %2,05 ile 2017-2018 Temmuz sonu yılları arasında gerçekleşmiştir.

Şekil 1.11'de Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB) istatistiklerine göre 2018 Temmuz ayı itibariyle Türkiye'de işletmede bulunan Rüzgâr Enerji Santrallerinin bölgelere göre dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 1.11. İşletmedeki RES'lerin Bölgelere Göre Dağılımı

1.8. Türkiye'nin Rüzgâr Enerji Potansiyeli

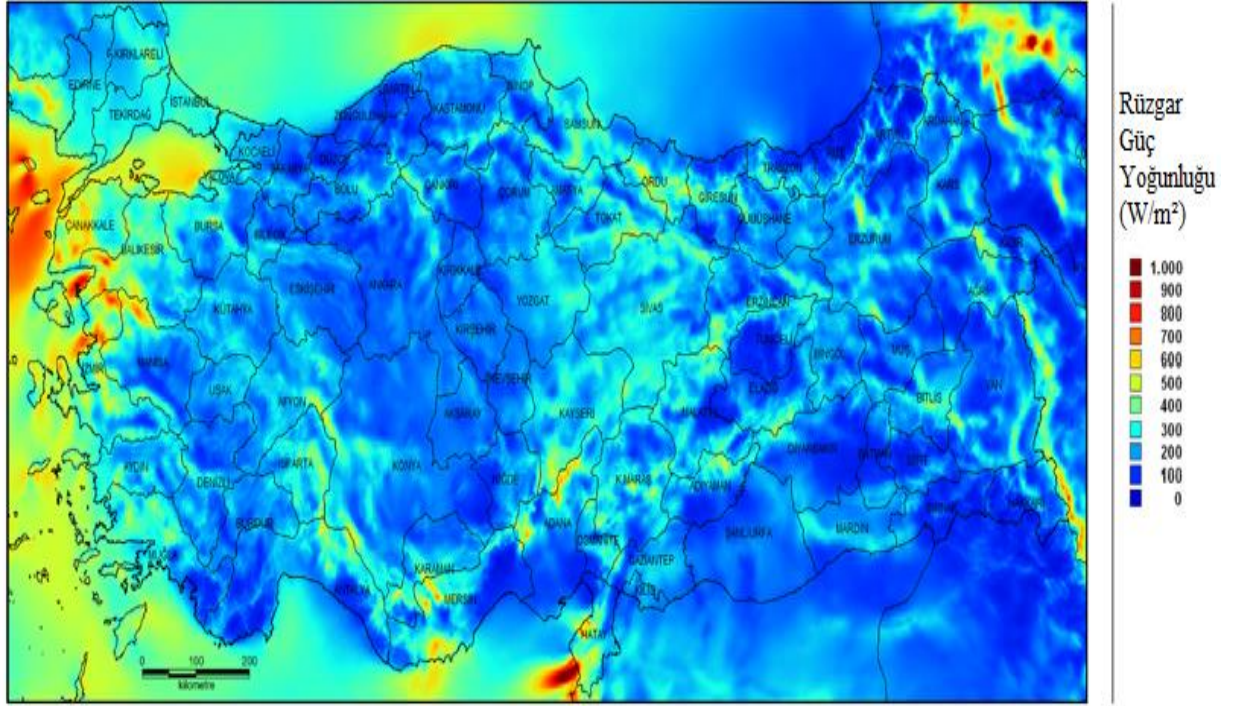
Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından 2006 yılında Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyel atlası (REPA), Türkiye rüzgâr kaynaklarının dağılımını ve karakteristiklerini belirlemek amacıyla üretilmiştir. Bu atlasta detaylı rüzgâr kaynağı haritaları ve verilen diğer bilgiler rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin uygun olacağı bölgelerin belirlenmesinde kullanılabilecek bir kaynak sağlamaktadır. Türkiye'nin en iyi rüzgâr kaynağı alanları yıllık ortalama değerler alındığında, yüksek bayırlar, kıyı şeritleri ve dağların tepesinde ya da açık alanların yakınında bulunmaktadır. Açık alan yakınlığında meydana gelen en şiddetli yıllık ortalama rüzgâr hızları Marmara denizi çevresinde, Türkiye'nin batı kıyıları boyunca ve Antakya yakınında küçük bir bölgede meydana gelmektedir. Türkiye'nin orta kesimleri boyunca ise orta şiddette rüzgâr hızına sahip bölgeler ve rüzgâr gücü yoğunluğu mevcuttur (Altuntaşoğlu, 2011). REPA, orta-ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak üretilen rüzgâr kaynak bilgilerinin verildiği Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası'dır.

Bu atlas yardımıyla Türkiye genelinde 200 m x 200 m çözünürlüğünde;

- 30, 50, 70 ve 100 m yüksekliklerdeki yıllık, mevsimlik, aylık ve günlük rüzgâr hız ortalamaları,
- 50 ve 100 m yüksekliklerdeki yıllık, mevsimlik ve aylık rüzgâr güç yoğunlukları, Referans bir rüzgâr türbini için 50 m yükseklikteki yıllık kapasite faktörü,

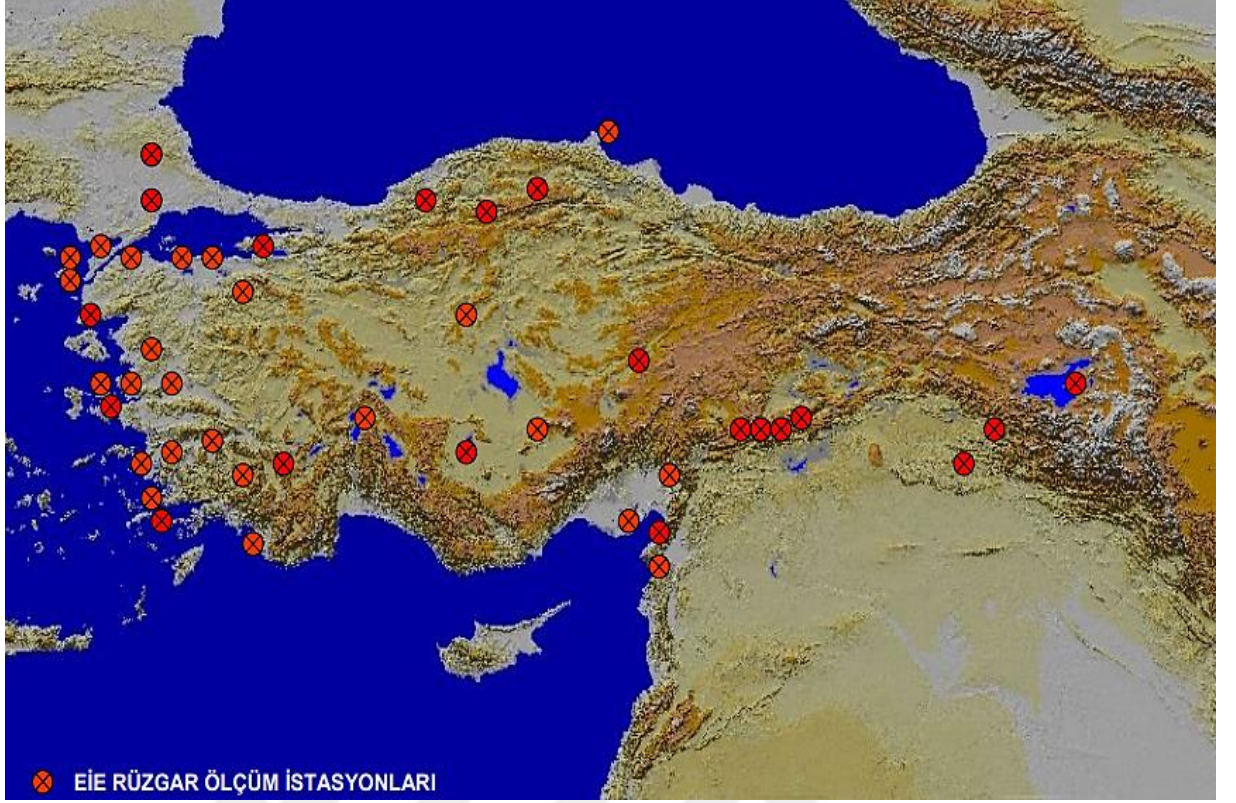
- 50 m yükseklikteki yıllık rüzgâr sınıfları,
 - 2 ve 50 m yüksekliklerdeki aylık sıcaklık değerleri,
 - Deniz seviyesinde ve 50 m yüksekliklerdeki aylık basınç değerleri
- öğrenilebilmektedir.

Şekil 1.12’de Türkiye’nin 50 m yükseklikteki rüzgâr güç yoğunluğu haritası verilmiştir.



Şekil 1.12. Türkiye'nin 50 m Yükseklikteki Rüzgâr Güç Yoğunluğu Haritası

Rüzgârın özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel değişiklik gösterir. Şekil 1.13’te Türkiye’deki rüzgâr ölçüm istasyonlarının bulunduğu yerler gösterilmektedir.



Şekil 1.13. Türkiye’deki rüzgâr ölçüm istasyonlarının bulunduğu yerler

Rüzgâr hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir. Rüzgâr hızı yükseklikle artar ve teorik gücü de hızının küpü ile orantılı olarak değişir. Rüzgâr hızının dağılımının belirlenmesinde kullanılan pek çok dağılım fonksiyonu vardır. İki parametrelili Weibull dağılım fonksiyonu en yaygın olarak kullanılanlardır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada alınan verilerin grafiklere dönüştürülmesi işlemleri için bir adet iş istasyonu ile Şekil 2.1’de görülen dokunmatik ekranlı hava istasyonu PCE-FWS 20 kullanıldı.



Şekil 2.1. Dokunmatik ekranlı hava istasyonu PCE-FWS 20

Kullanılmakta olan hava istasyonu rüzgâr yönü, rüzgâr hızı, sıcaklık, basınç, bağıl nem ve yağmur miktarını hassas bir şekilde tespit eder. Kablosuz Hava istasyonun kurulumu 5 Sensör (rüzgâr hızı, rüzgâr yönü, bağıl nem, sıcaklık ve yağmur miktarı) ve 1 Meteoroloji Direğinden oluşur.

Bitlis Beş Minare Mahallesi Rahva Yerleşkesi Bitlis Eren Üniversitesi Kampüsünde 38°28'44,7" kuzey 42°09'39,9" doğu koordinatlarında, rakımı (deniz seviyesinden yüksekliği) 1663 metre yükseklikte kurulan bu ölçüm istasyonundan elde edilen rüzgâr yönü, rüzgâr hızı ve sıcaklık değerleri rüzgâr analizinde kullanılmıştır. Bu istasyonda 15 metredeki gerçek rüzgâr hızı, rüzgâr

yönü, basınç ve sıcaklık değerleri 20 dk aralıklarla periyodik olarak alınmaktadır. 50 m yükseklikteki rüzgâr hızı değerlerin bulunması için Hellman Bağıntısı kullanılmıştır. 01.05.2014 tarihinde saat 00.11’de başlayan ölçümler 30.04.2015 saat 23:51’de son bulmuştur. Bu tez çalışmasında Bitlis Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınan grafikler ve bilgilerden de faydalanılmış olup, 12 aylık süreçte rüzgâr hızı dağılımının belirlenmesinde iki parametreden oluşan Weibull dağılımı kullanılmıştır. Analizde, 2014 Mayıs-2015 Nisan tarihleri arasındaki rüzgâr ölçüm istasyonundan elde edilen rüzgâr verileri kullanılmıştır. Weibull dağılımında ölçek ve şekil parametrelerinin belirlenmesi için grafik yöntemi kullanılmıştır. MATLAB programından ise; rüzgâr verilerinin analizlerinin kullanılması üzerinden faydalanılmıştır. Bölgenin aylık ve bir yıllık (2014-2015) olarak istatistiksel rüzgâr enerji potansiyeli analizi yapılmıştır. Matlab programında Weibull dağılımlarının her ay için ayrı ayrı ve tüm ayları kapsayan yıllık grafikleri hazırlanmış olup ortalama rüzgâr hızı ile güç yoğunluğu değerleri hesaplanmıştır. Şekil 2.2’de Kampüs alanında kurulan rüzgâr ölçüm istasyonunun kurulum yeri verilmiştir.

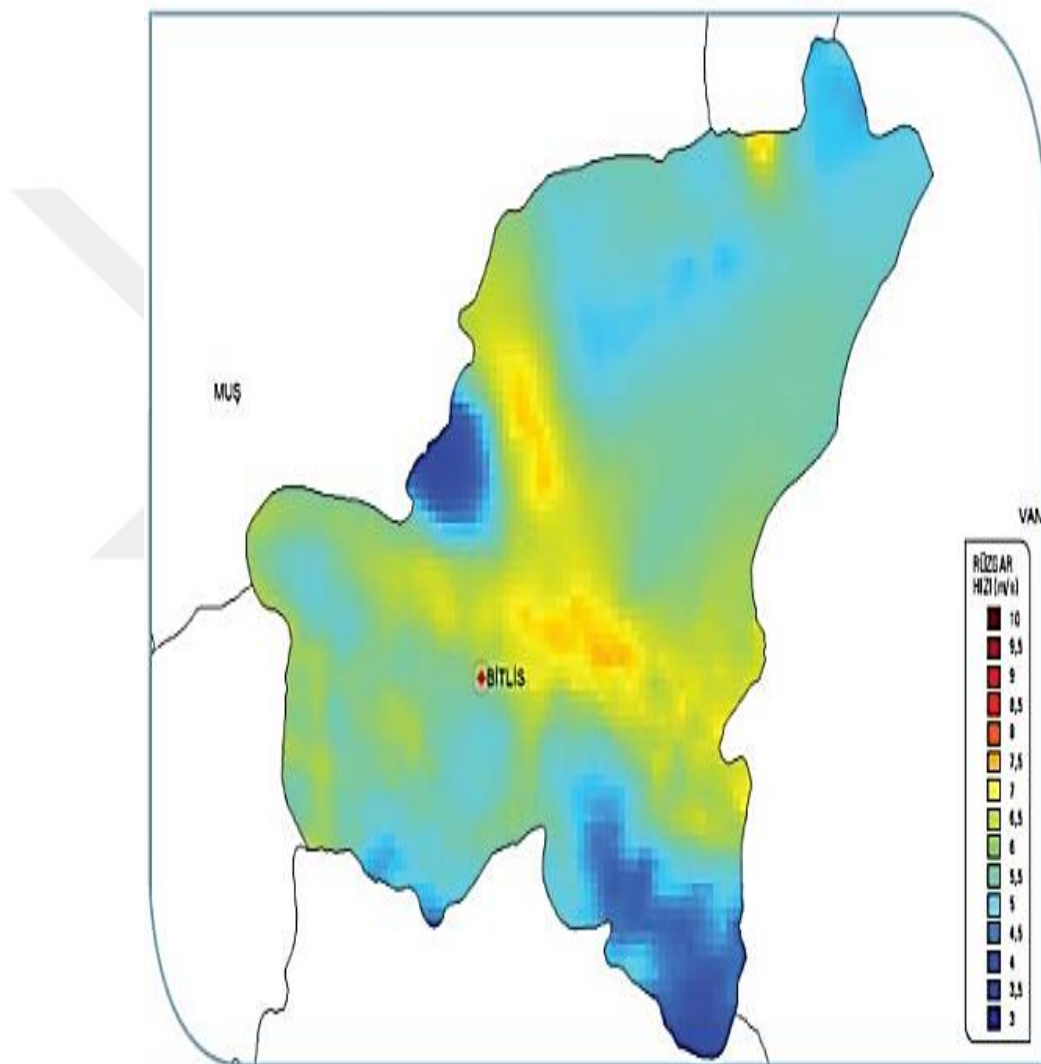


Şekil 2.2. Kampüs alanındaki rüzgâr ölçüm istasyonu kurulum yeri

Şekil 2.2’deki haritada rüzgâr ölçüm istasyonunun kurulum yeri, turuncu rüzgâr türbini ikonu ile belirtilmiştir.

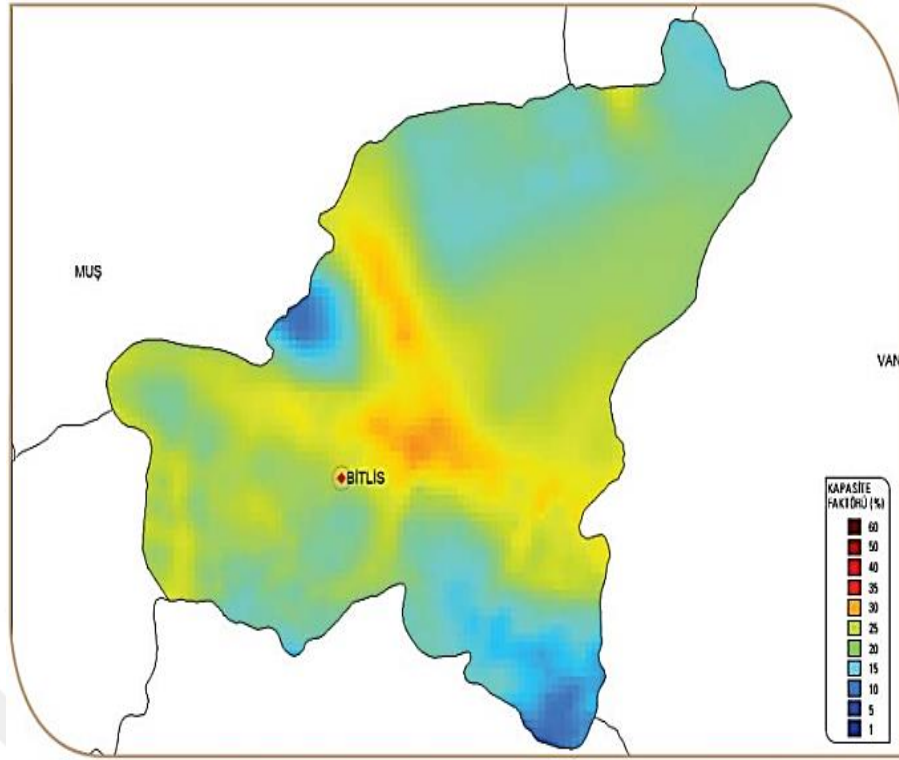
2.1. Bitlis Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası

Kampüs alanına kurulan anemometrenin yerinin belirlenmesinde Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Bitlis Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası, Bitlis iline ait rüzgâr kaynak bilgilerinden faydalanılmıştır. Şekil 2.3’de 50 m’de rüzgar hız dağılımı verilmektedir.



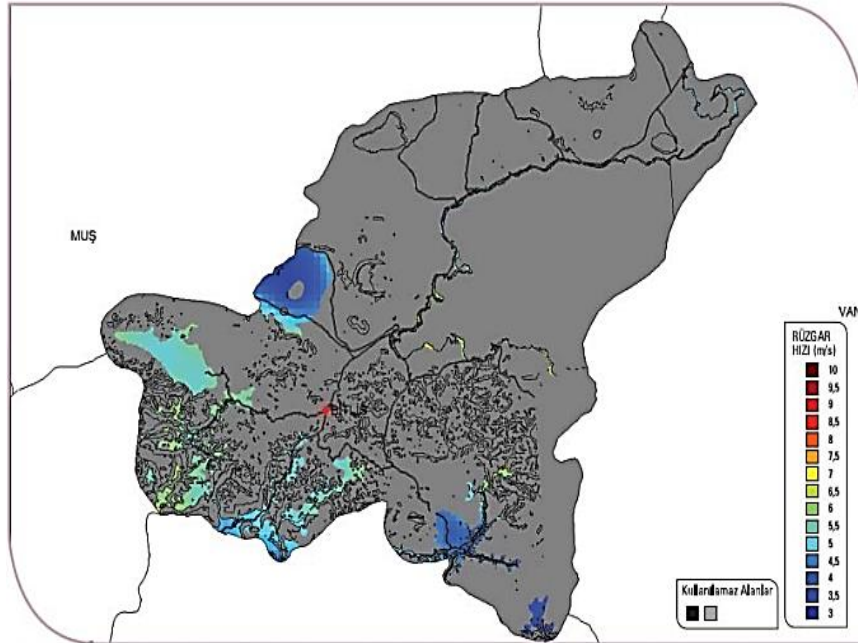
Şekil 2.3. 50 m'de rüzgâr hız dağılımı

Ekonomik RES yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgâr hızı gerekmektedir. Şekil.2.4'te Bitlis ilinde 50 m kapasite faktörü verilmiştir.



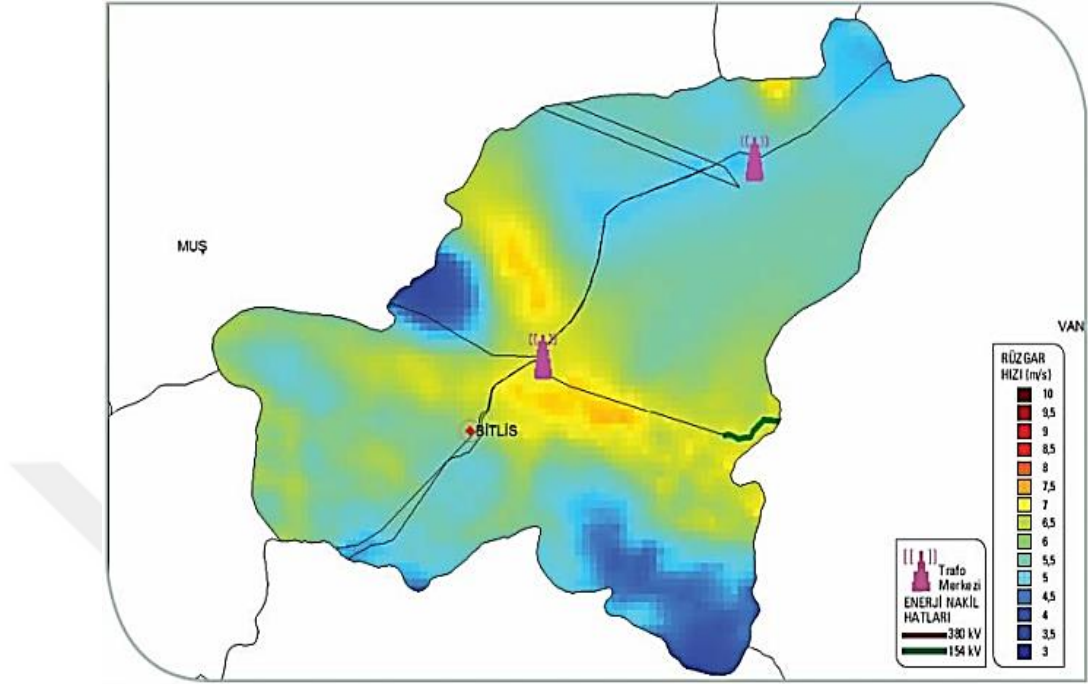
Şekil 2.4. 50 m kapasite faktörü

Ekonomik RES yatırımı için %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir. Şekil 2.5'te Bitlis ilinde RES kullanılabilir alanlar gösterilmektedir.



Şekil 2.5. RES kurulabilir alanlar

Şekil 2.6’te Bitlis ilinde kurulabilecek olan RES için trafo merkezleri ve enerji nakil hatlarına ait güzergahlar gösterilmektedir.



Şekil 2.6. Trafo merkezleri ve enerji nakil hatlarına ait güzergahlar

2.2. Rüzgâr Hızı Verileri ve Değerlendirilmesi

Rüzgâr hızı, yükseklik arttıkça arazi pürüzlüğüne bağlı logaritmik bir şekilde artar. Belirli yükseklikte (15 mt) ölçülen rüzgâr hızlarını kullanarak, istenilen herhangi bir başka yükseklikteki (hub yüksekliği gibi) rüzgâr hızları Hellman Bağıntısı ile hesaplanabilir.

$$V_1 = V_2 \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^a \quad (2.1)$$

V_1 ; H_1 yüksekliğinde ölçülen rüzgâr hızıdır. V_2 ; H_2 yüksekliğinde ölçülen rüzgâr hızıdır; H_1 ölçüm yüksekliği; H_2 istenilen yüksekliktir. a ;pürüzlülük boyudur.

Rüzgârın atmosferik sınır tabakasındaki temel özellikleri:

- Tüm yüksekliklerde türbülans olması,
- Ortalama hızların yükseklik arttıkça artması,
- Yükseklikle değişimin topoğrafyaya bağlı değişimi ve yüzey pürüzlülüğü olması şeklinde özetlenebilir.

Bir ölçüye kadar da güç yasası, Log yasası ya da Modifiye log yasası kullanılarak sabit yüzey pürüzlülüğüne sahip düz alanlar için rüzgâr hızının yükseklikle değişimi tanımlanabilir. Geometriye

bağlı hızlanmalar yada yüzey pürüzlülüğündeki değişiklikler nedeniyle yüzey topoğrafik açıdan karmaşık hale gelince bu ifadeler geçerliliklerini yitirirler. Bu faktörlerin hepsini göz önüne alındığında hepsini hesaba katan rüzgâr çiftliği analizleri ve rüzgar akışı modelleme yazılımlarında yapılacak olan rüzgâr tahminlerini bütün yüzey çeşitleri için mümkün kılar.

Rüzgâr davranışları tahmin edilirken Pürüzlülük katsayısı (Z_o) en çok lazım olan parametredir. Ne yazık ki; belirlenmesi de en zor parametrelerden biridir. Pürüzlülük katsayısının değerini belirlemede kullanılabilecek birçok yol vardır. Bunlardan en çok bilineni bir yaklaşım mantık yürütmek ve **Z_o** değerinin daha önceden ölçülmüş alanlarla kıyaslamasını yapmaktır.

Çizelge 2.1’de pürüzlülük katsayısının yüzey tiplerine göre değerleri görülmektedir.

Çizelge 2.1. Pürüzlülük katsayısı seçim cetveli

Yüzey tipi	Z_o (m)	α
Çamurlu ve buzlu yüzeyler	0.00001	
Durgun denizler	0.0001	
Kumlu yüzey	0.0003	0.10
Kar yüzeyi	0.001	
Çıplak toprak yüzeyi	0.005	0.13
Kısa otlar ve step alanları	0.01	
Ekilmemiş toprak yüzeyleri	0.03	0.19
Açık tarım alanları	0.05	
Koruma şeritleri	0.3	
Orman, ağaçlık alan ve küçük yerleşimler.	0.5	0,25

Kampüs yerleşkesinde ölçüm noktası olarak belirlenen alan yüzey tipi olarak; orman, ağaçlık alan ve küçük yerleşimler, pürüzlülük katsayısı olarak α ; 0,25 seçilmiştir.

50 metre için kurulması planlanan RES (Rüzgâr Enerji Santrali) ait teknik bilgiler;

- Rotor Çapı: 50 m
- Kule Yüksekliği: 50 m
- Türü: Upwind - Stall - Aerodinamik
- Nominal Güç: 750 KW
- Başlama Rüzgâr hızı: 3.5 m / s
- Anma Rüzgâr Hızı: 14-15 m / s
- Orijinal Jacobs JE 48/750 tasarım
- Enerji kesim Rüzgâr hızı: 25 m / s
- Güvenlik Rüzgâr hızı: 70 m / s

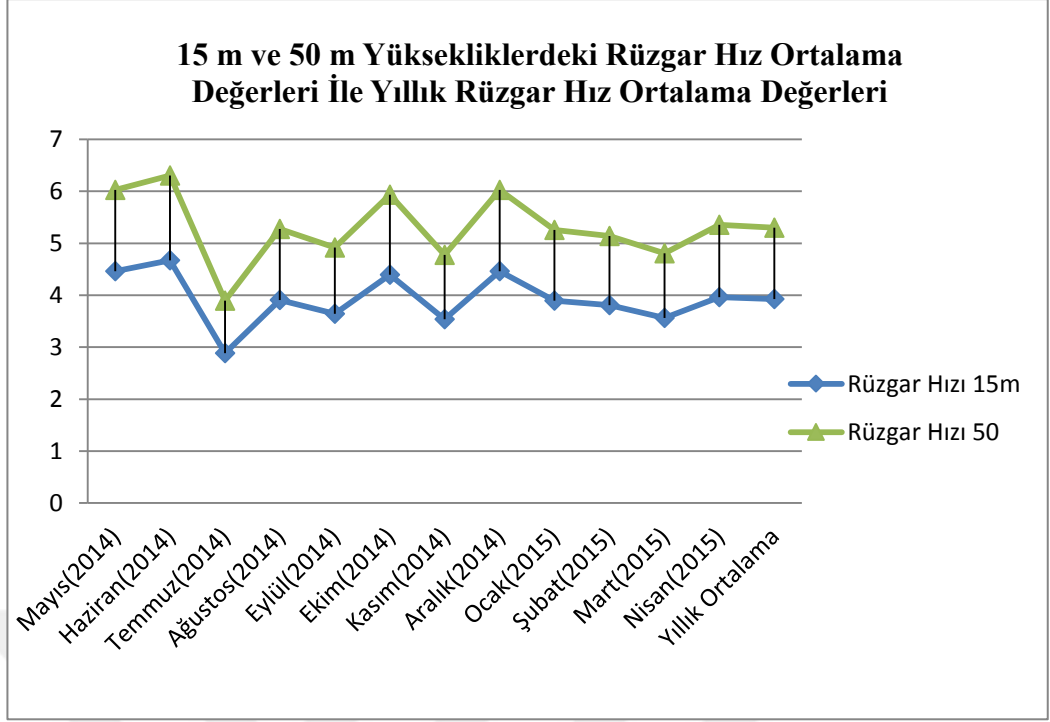
- Ömrü: 20 + yıl

Bir Yıla ait 15 metrede ölçülen rüzgar hızı değerlerinin ortalamaları ile 50m de hesaplanan ortalama rüzgar hızı değerleri ve yıllık oluşan ortalama rüzgar hızı değerleri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. 15m ve 50m yüksekliklerdeki rüzgar hızı değerlerinin aylık ortalama değerleri ile yıllık ortalama rüzgar hızı değerleri

YLAR	Rüzgâr Hızı 15m (m/s)	Rüzgâr Hızı 50m (m/s)
Mayıs(2014)	4,46481	6,02757
Haziran(2014)	4,67102	6,30587
Temmuz(2014)	2,88571	3,89571
Ağustos(2014)	3,90828	5,27618
Eylül(2014)	3,64395	4,91933
Ekim(2014)	4,39494	5,93317
Kasım(2014)	3,53612	4,77376
Aralık(2014)	4,46383	6,02617
Ocak(2015)	3,89351	5,25623
Şubat(2015)	3,80701	5,13946
Mart(2015)	3,56124	4,80768
Nisan(2015)	3,96562	5,35358
Yıllık Ortalama	3,92414	5,29759

Şekil 2.7’da 15 m ve 50 m yüksekliklerdeki rüzgar hız ortalama değerleri ile yıllık rüzgar hız ortalama değerlerinin grafiği gösterilmiştir.



Şekil 2.7. 15 m ve 50 m Yüksekliklerdeki Rüzgar Hız Ortalama Değerleri İle Yıllık Rüzgar Hız Ortalama Değerlerinin Grafiği

Seçilen konum için Hava Kütlesinin Yoğunluğu (p) ;

Basınç = 823,8 mb

Sıcaklık = 30°C

Rd sabit kat sayısı = 287 J/Kg

823,8 mb*100 = 82.380 Pa

30°C+273 = 303 K

$p = P / Rd * T = 82.380 / (287 * 303) = 0,9473 \text{ kgm}^{-3}$

Seçilen konum için Rüzgâr Güç Yoğunluğu (2.1) ile ifade edilir.

$$P = \frac{1}{2} * Cp * p * A * V^3 \quad (2.2)$$

Burada; Cp güç faktörü, p hava kütlesinin yoğunluğu, A süpürme alanı, V rüzgâr hızıdır. İdeal olan Cp güç faktörü %59,3 olup buna Betz limiti denir.

A süpürme alanı ;

$$A = \pi r^2 \quad (2,3)$$

Buradaki r , rotor yarıçapıdır. Hesaplamalarda kurulumu yapılan Hava Ölçüm İstasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Bu değerler Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Hava Ölçüm İstasyonun özellikleri

Model	PCE-FWS 20
Hub Yüksekliği	15 mt
Rotor Çapı	3 cm
Tipi	Upwind
Dönüş Yönü	Saat Yönünde
Kanat Sayısı	3
Süpürme Alanı	0,000707 m ²

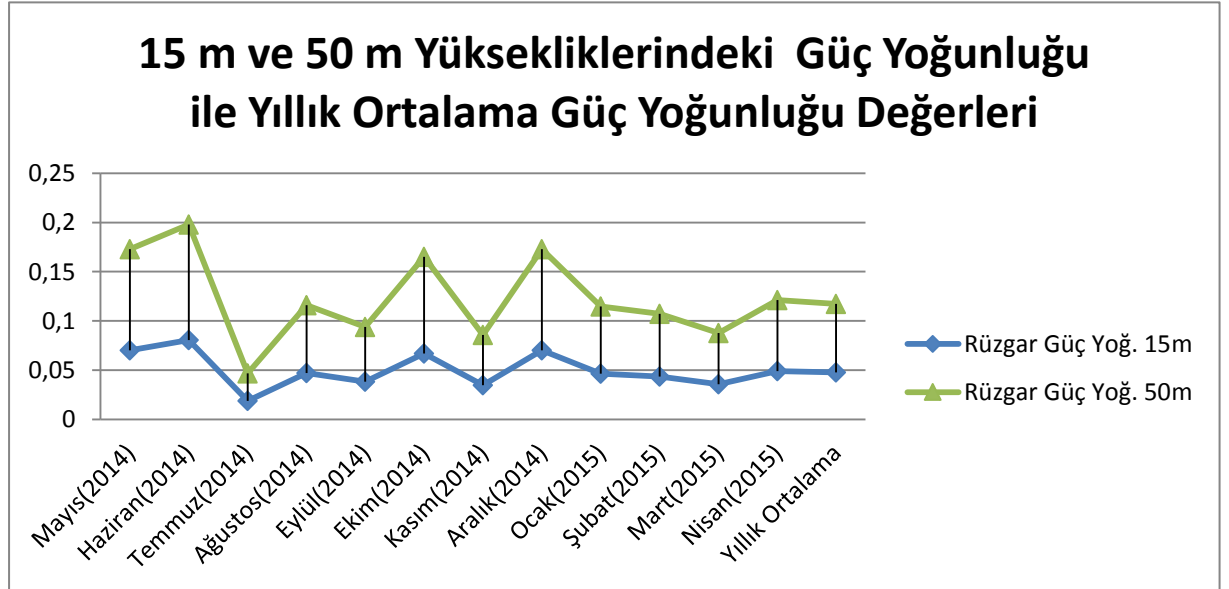
Bir RES proje maliyetini; yatırım giderleri ile işletme ve bakım giderleri oluşturmaktadır. Yatırım giderlerinde en büyük payı türbin maliyeti oluşturmaktadır. RES projesinin yatırım maliyetini; planlama ve proje geliştirme masrafları, inşaat masrafları ile elektrik ve mekanik teçhizat ve montaj masrafları oluşturmaktadır.

20 dakikada bir alınan veriler ile ortalama rüzgar hızları Matlab programı kullanarak hesaplanmış olup, 15 m ve 50 m yükseklikteki ortalama rüzgar hızları değerleri ile aylık ve yıllık hesaplanan ortalama rüzgâr güç yoğunluğu da Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. 15m ve 50m yüksekliklerindeki rüzgar güç yoğunluğunun aylık ortalama değerleri ile yıllık güç yoğunluğu ortalama değerleri

AYLAR	Rüzgâr Güç Yoğ 15m (m/s)	Rüzgâr Güç Yoğ 50m (m/s)
Mayıs(2014)	0,017585213	0,043267866
Haziran(2014)	0,020136031	0,049542022
Temmuz(2014)	0,004747847	0,011681498
Ağustos(2014)	0,011794939	0,029020006
Eylül(2014)	0,009559957	0,023521042
Ekim(2014)	0,01677249	0,041266636
Kasım(2014)	0,008736142	0,021494158
Aralık(2014)	0,017573636	0,043237724
Ocak(2015)	0,011661719	0,028692063
Şubat(2015)	0,010901613	0,026822000
Mart(2015)	0,008923648	0,021955602
Nisan(2015)	0,012321738	0,030315978
Yıllık Ortalama	0,011939116	0,029374719

Şekil 2.8’de 15 m ve 50 m yüksekliklerindeki güç yoğunluğu ile yıllık ortalama güç yoğunluğu değişimleri verilmiştir.



Şekil 2.8. 15m ve 50m yüksekliklerindeki rüzgar güç yoğunluğu ile yıllık ortalama rüzgâr güç yoğunluğu değerleri

2.3. Rüzgar Hız Değerlerinde İki Parametrelili Weibull Dağılımının kullanılması

Ortalama güç yoğunluğunun ve rüzgâr hızının tahmin edilmesi için farklı yöntemler kullanılabilir. Weibull dağılımı parametrelerinin tahmini için en küçük kareler (EKK), en yüksek olasılık (EYO) ve moment yöntemi (MY)'de kullanılabilir. Bu yöntemlerin karşılaştırılmasında Log olasılık istatistikleri kullanılır. Dağılım parametrelerinin tahmin edilmesinde ortalama güç yoğunluğunun ve rüzgar hızının hesaplanması için EYO yönteminin kullanılmasının uygun olacağı öngörülmüştür (Almalı vd., 2013).

İki parametrelili Weibull dağılımı yapılan bu analiz çalışmasında rüzgâr hızı dağılımının belirlenmesinde kullanılmıştır. MATLAB programı ise rüzgâr verilerinin analizinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bölgenin aylık istatistiksel rüzgâr enerji potansiyeli analizi yapılmış olup, alınan veriler ile ortalama rüzgâr hızı değerleri ve ortalama rüzgâr güç yoğunlukları bulunmuştur.

Bir yıl boyunca Bitlis Eren Üniversitesi Rahva Kampüsünde 15 mt yüksekliğe kurulan anemometreden alınan veriler doğrultusunda ortalama rüzgâr hızı değerlerinin Weibull dağılımı aşağıdaki grafiklerde görülmektedir. Matlab R16 b sürümündeki Distribution Fitting Toolbox veriye uygun tüm dağılımları gösterir. Bu dağılımlara ait parametreleri, standart sapmayı, varyansı ve ortalamayı verir. Matlab parametre tahmini için En Yüksek Olasılık (EYO) yöntemini kullanır. Matlabta veri aralıklarının seçiminde standart olarak Freedman-Diaconis Kuralı kullanılır. Bunun dışında Scott kuralı ve aralık seçimini kullanıcı istediği gibi belirleyebilir.

Weibull:

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta}} \quad (2,4)$$

Distribution Fitting Toolbox taki 15 m ve 50 m de ölçülen rüzgar hızlarına varyansı en düşük olan dağılım Weibull dağılımıdır.

$$\text{Varyans, } \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \quad (2,5)$$

Burada n örnek sayısı, $\bar{x}$ örneklerin aritmetik ortalamasıdır

$$\text{Weibull dağılımı ortalaması (mean)} = \alpha [\Gamma(1 + \beta^{-1})] \quad (2,6)$$

$$\text{Weibull dağılımı varyansı (variance)} = \alpha^2 [\Gamma(1 + 2\beta^{-1}) - \Gamma(1 + \beta^{-1})^2] \quad (2,7)$$

Burada α, β weibull dağılımı parametreleridir. Γ ise gamma fonksiyonudur.

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{(x-1)} dt \quad (2,8)$$

Dağılımın negatif olabilirlik logaritması $-\log L$:

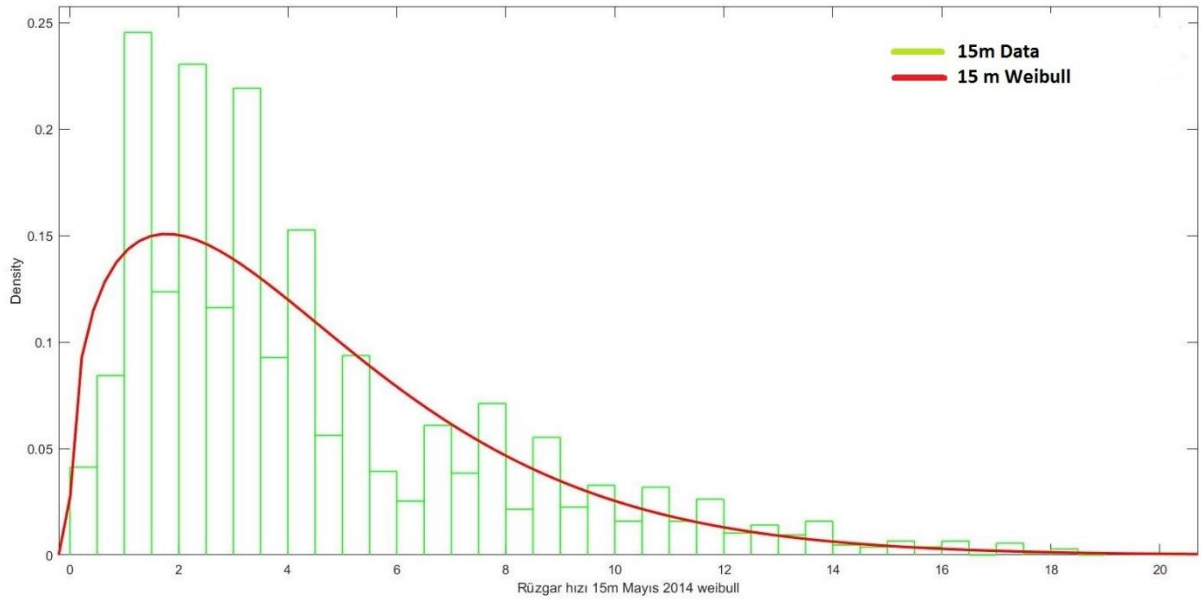
$$(-\log L) = \sum_{i=1}^n \log f(\alpha, \beta | x_i) \quad (2,9)$$



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yıl boyunca alınan rüzgâr hızı verileriyle Matlab Programını kullanılarak aylık ve bir yıllık olarak Weibull dağılımlarının grafikleri, standart sapmaları, varyans ve ortalamaları bulunmuştur. Aşağıdaki grafiklerde aylık ve bir yıllık Weibull dağılımları ve alınan değerler görülmektedir. Bu grafiklerde rüzgâr hızının 0 m/s olduğu değerler aylık ve yıllık toplam verilerden çıkarılmıştır. Bazı ayların 30 gün, bazılarının 31gün, şubat ayının ise 28 gün olması ve rüzgârın hiç esmediği yani hızının 0 m/s olduğu anlık değerler aylık alınan toplam veri sayısında farklılıklar oluşturmuştur. Grafikler bu doğrultudaki toplam veri sayısına göre çizilmiştir.

Şekil.3.1’de 15 m yükseklik için 2014 Mayıs ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.1. 15 m yükseklik için 2014 Mayıs ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

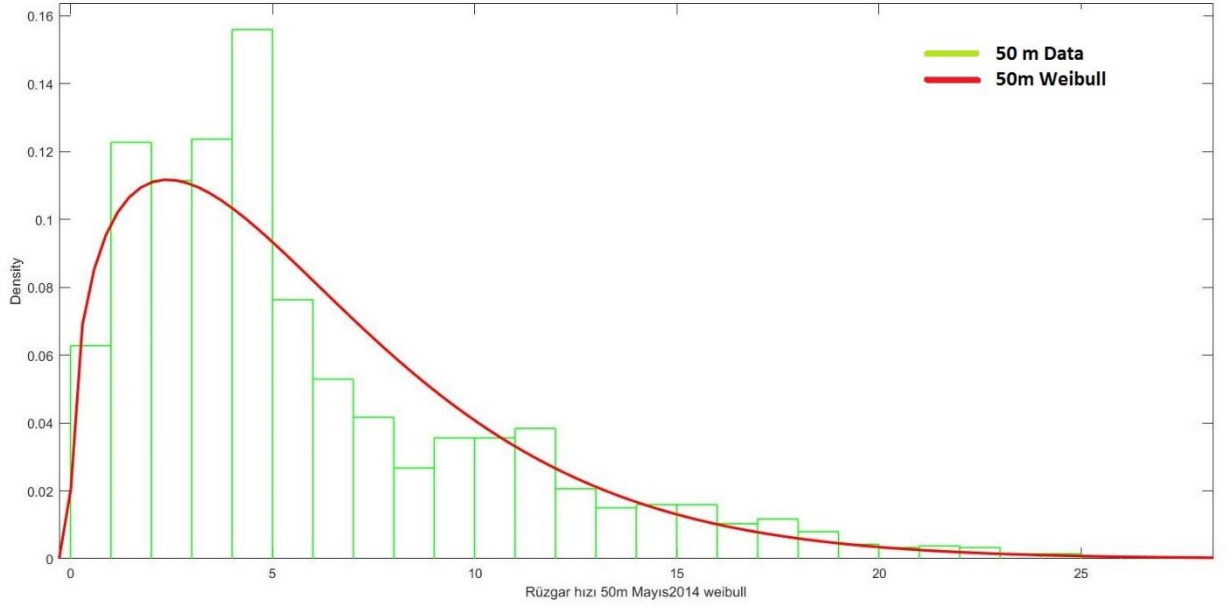
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -5178.43

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 4.46486

Variance (Varyans) : 11.2253

Şekil.3.2’de 50 m yükseklik için 2014 Mayıs ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.2. 50 m yükseklik için 2014 Mayıs ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

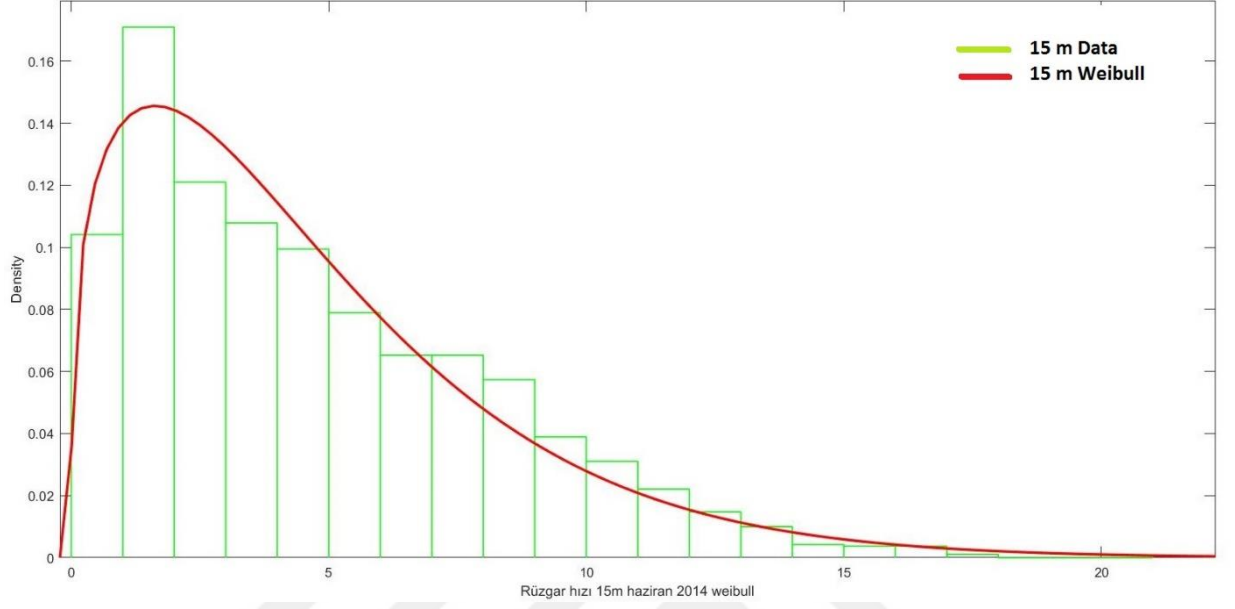
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -5819.16

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 6.02757

Variance (Varyans) : 20.4582

Şekil.3.3’de 15 m yükseklik için 2014 Haziran ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.3. 15 m yükseklik için 2014 Haziran ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

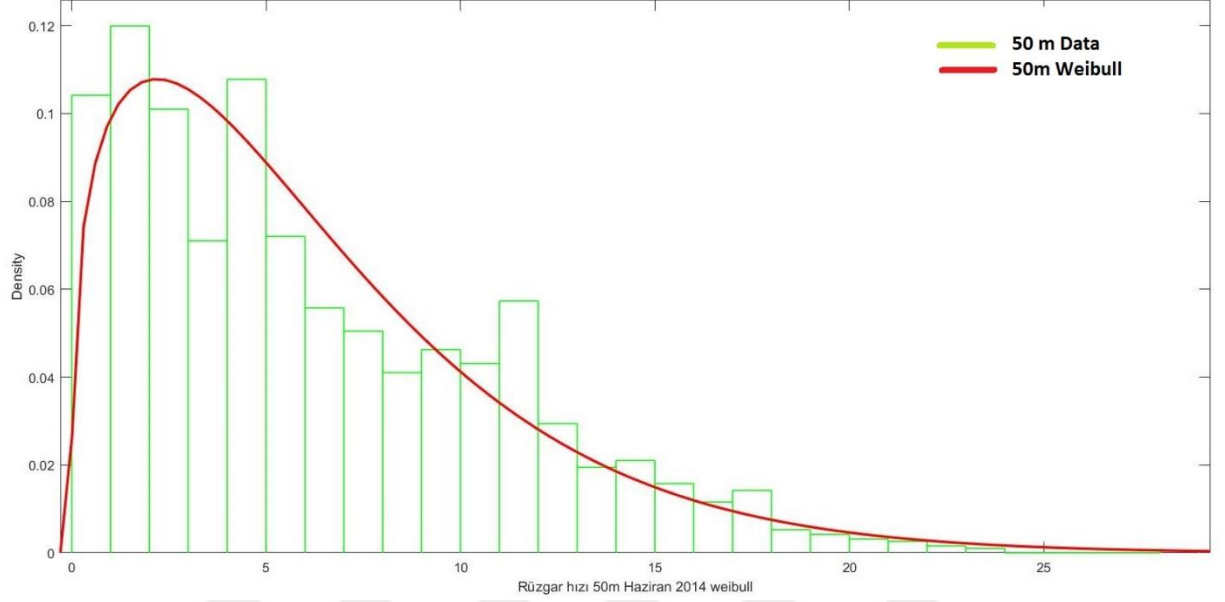
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4741.65

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 4.67102

Variance (Varyans) : 13.1826

Şekil.3.4’de 50 m yükseklik için 2014 Haziran ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.4. 50 m yükseklik için 2014 Haziran ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

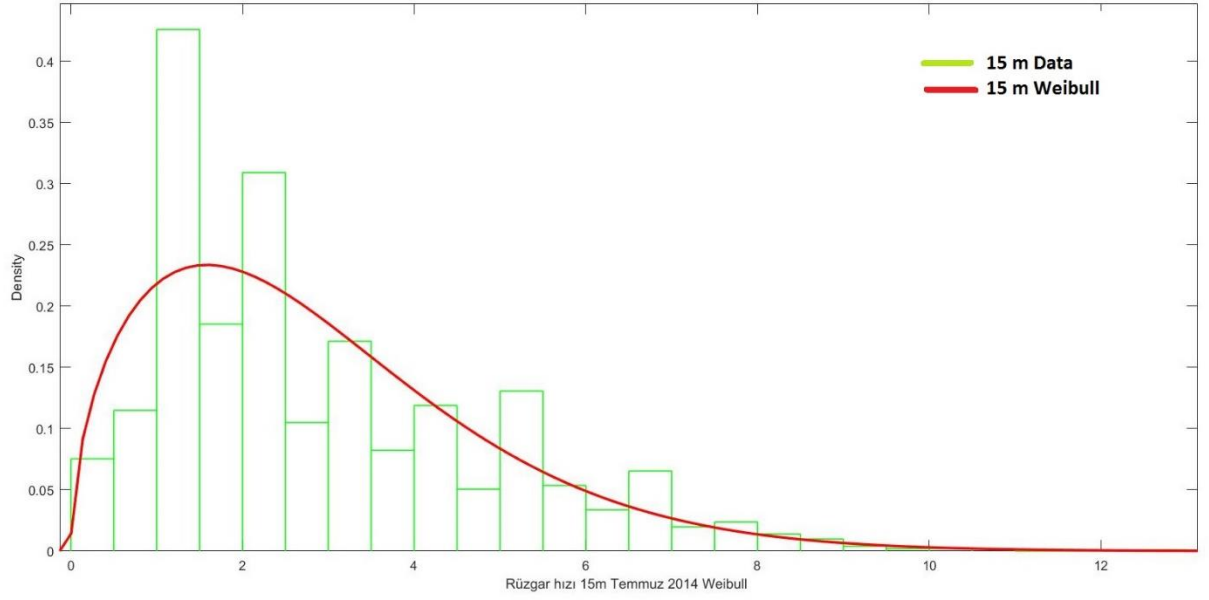
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -5312.14

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 6.30587

Variance (Varyans) : 24.0253

Şekil.3.5’de 15 m yükseklik için 2014 Temmuz ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.5. 15 m yükseklik için 2014 Temmuz ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

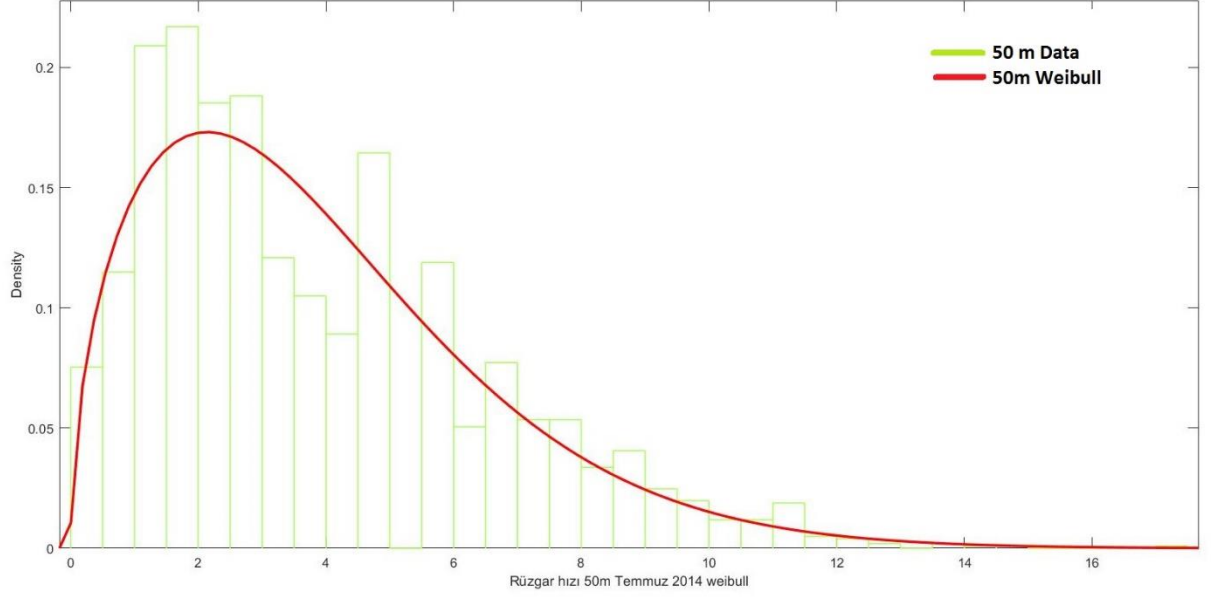
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -3905.58

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 2.88571

Variance (Varyans) : 3.73618

Şekil.3.6’de 50 m yükseklik için 2014 Temmuz ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.6. 50 m yükseklik için 2014 Temmuz ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

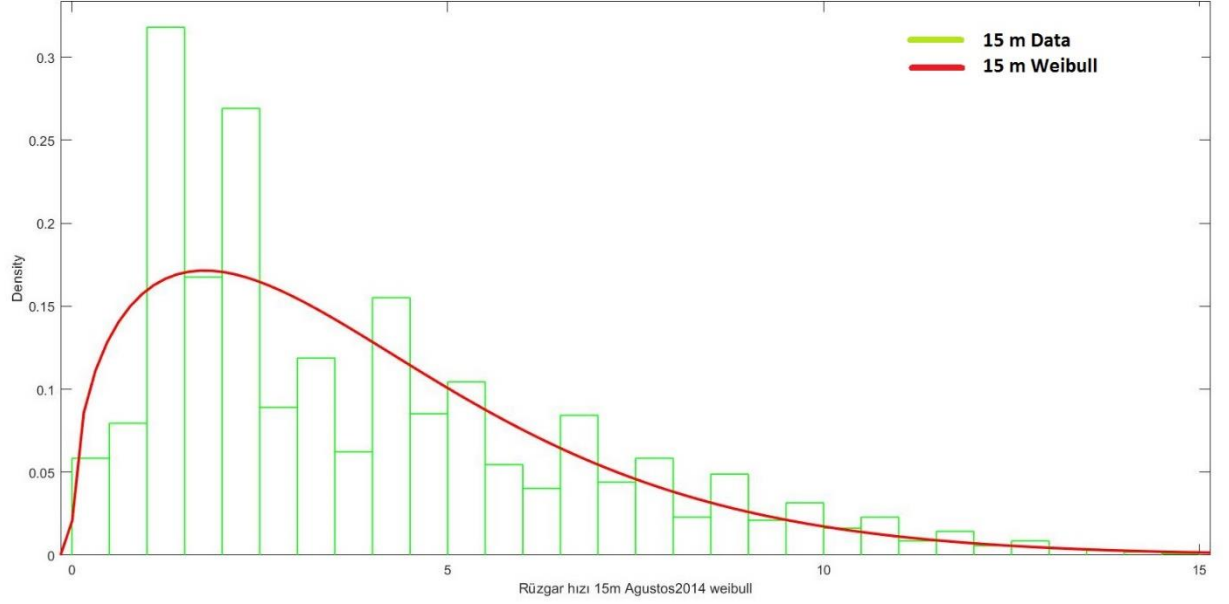
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4511.49

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.89571

Variance (Varyans) : 6.80919

Şekil.3.7’de 15 m yükseklik için 2014 Ağustos ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.7. 15 m yükseklik için 2014 Ağustos ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

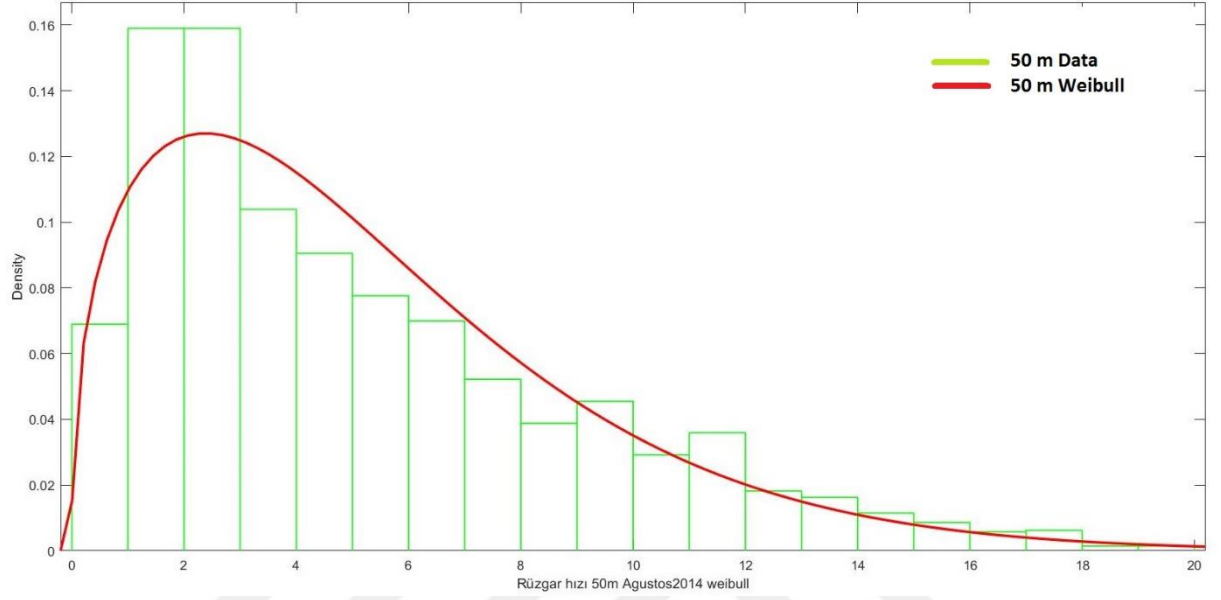
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4757.13

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.90828

Variance (Varyans) : 7.96808

Şekil.3.8’de 50 m yükseklik için 2014 Ağustos ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.8. 50 m yükseklik için 2014 Ağustos ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

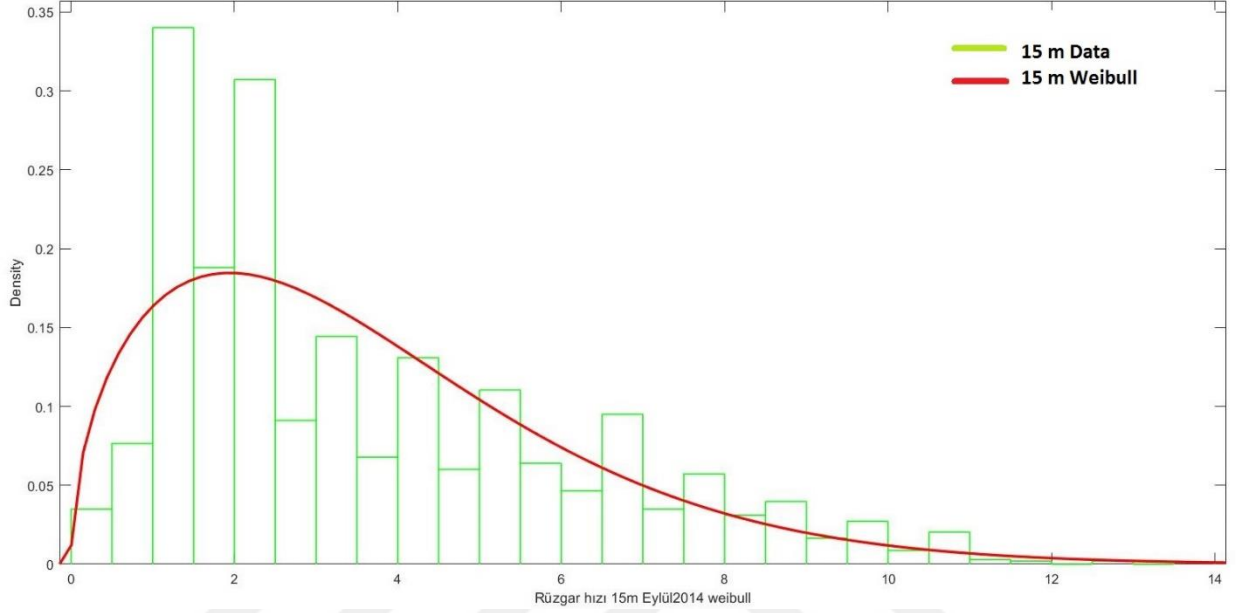
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -5383.75

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 5.27618

Variance (Varyans) : 14.5218

Şekil.3.9’da 15 m yükseklik için 2014 Eylül ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.9. 15 m yükseklik için 2014 Eylül ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

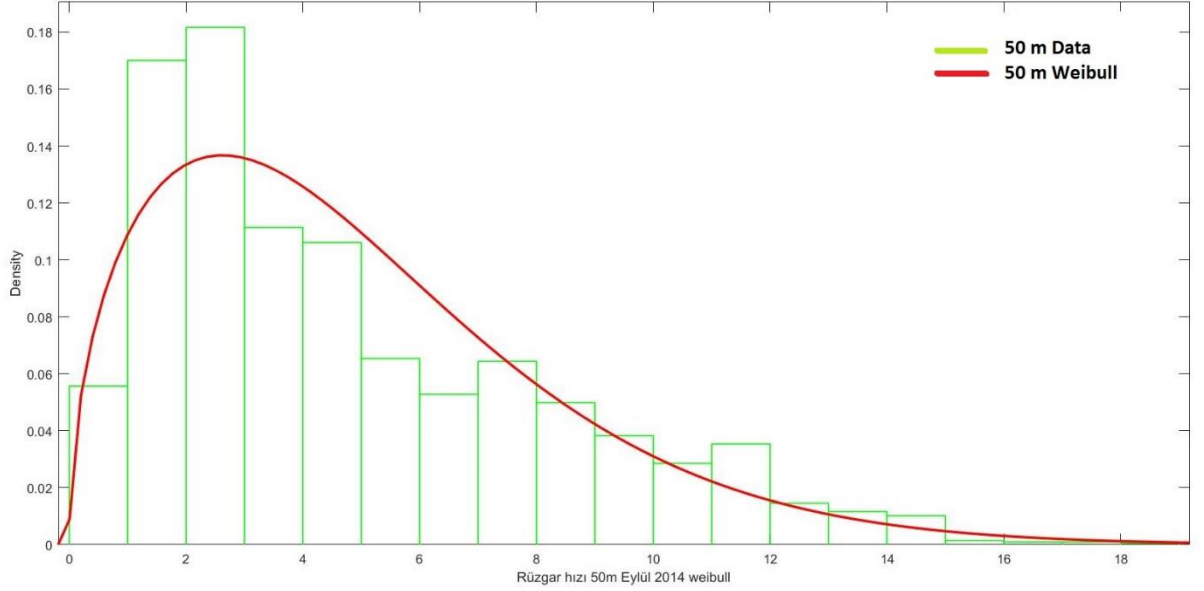
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): - 4488.04

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.64395

Variance (Varyans) : 6.11732

Şekil.3.10’da 50 m yükseklik için 2014 Eylül ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.10. 50 m yükseklik için 2014 Eylül ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

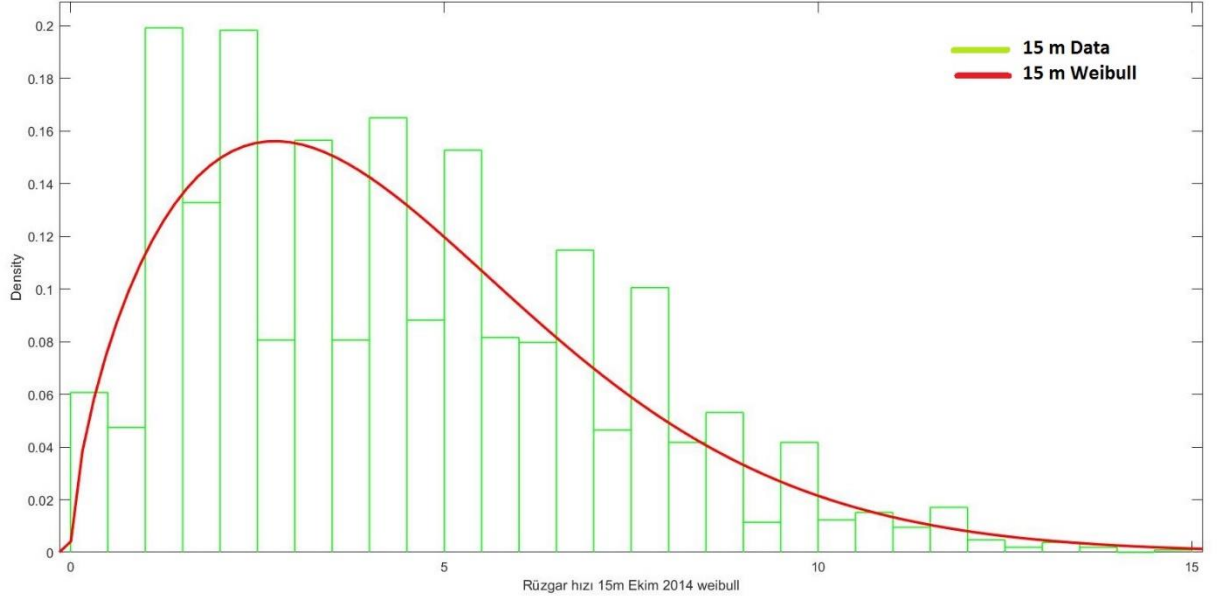
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -5107.45

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 4.91933

Variance (Varyans) : 11.1488

Şekil.3.11’de 15 m yükseklik için 2014 Ekim ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.11. 15 m yükseklik için 2014 Ekim ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

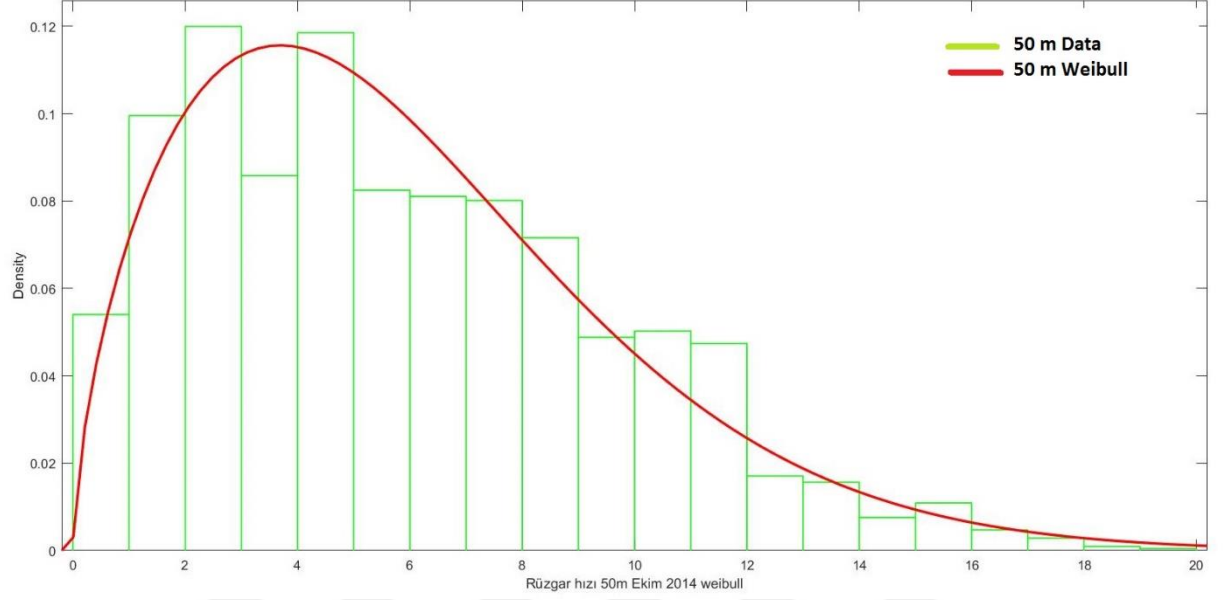
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4918.15

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 4.39494

Variance (Varyans) : 7.66491

Şekil.3.12’de 50 m yükseklik için 2014 Ekim ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.12. 50 m yükseklik için 2014 Ekim ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

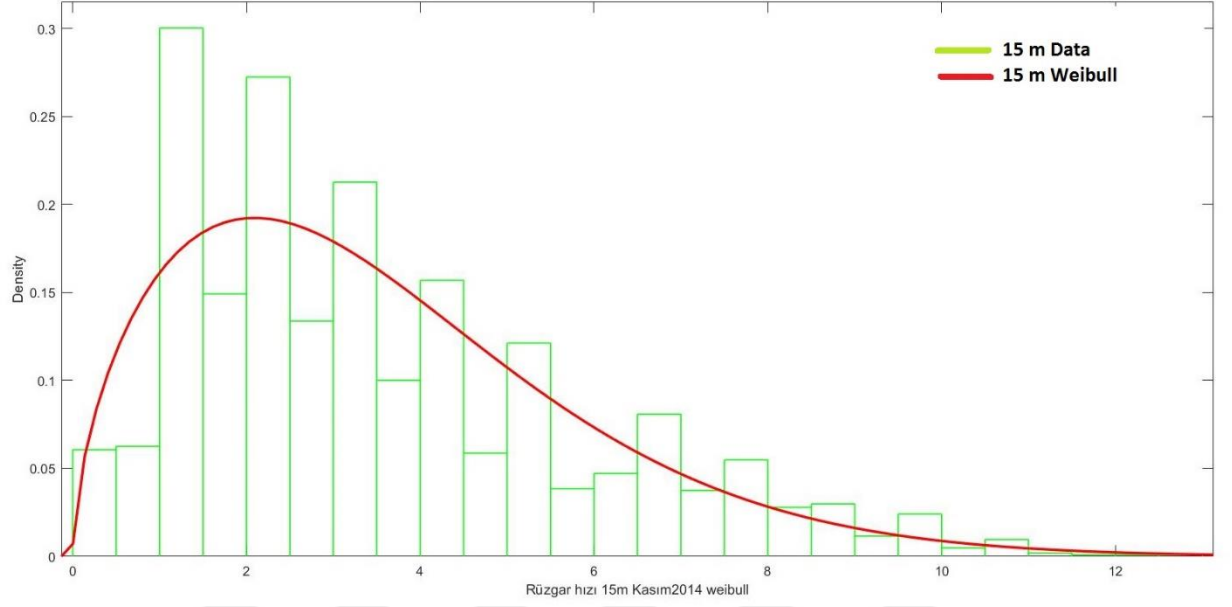
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4918.15

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 4.39494

Variance (Varyans) : 7.66491

Şekil.3.13’de 15 m yükseklik için 2014 Kasım ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.13. 15 m yükseklik için 2014 Kasım ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

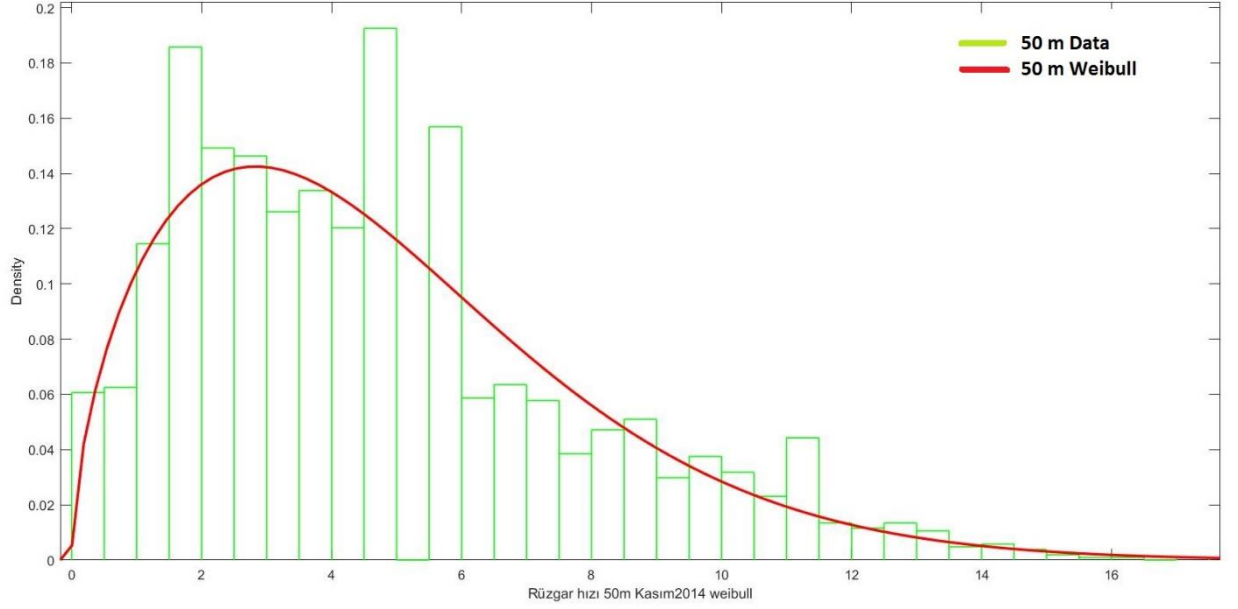
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4404.47

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.53612

Variance (Varyans) : 5.22729

Şekil.3.14’de 50 m yükseklik için 2014 Kasım ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.14 50 m yükseklik için 2014 Kasım ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

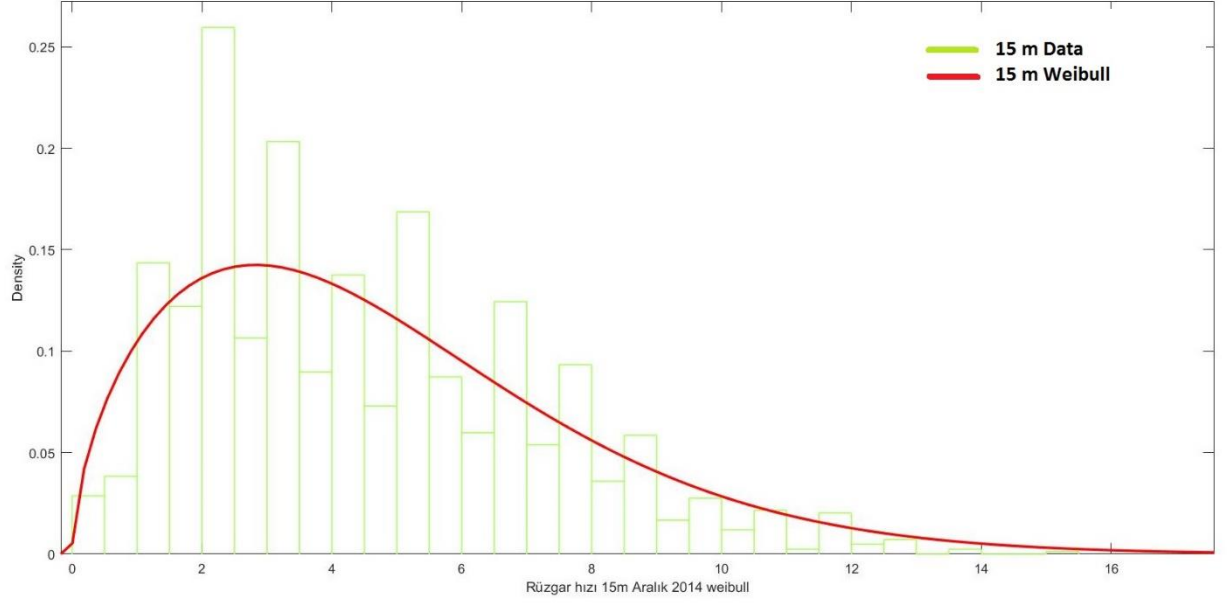
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4404.47

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.53612

Variance (Varyans) : 5.22729

Şekil.3.15’de 15 m yükseklik için 2014 Aralık ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.15. 15 m yükseklik için 2014 Aralık ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

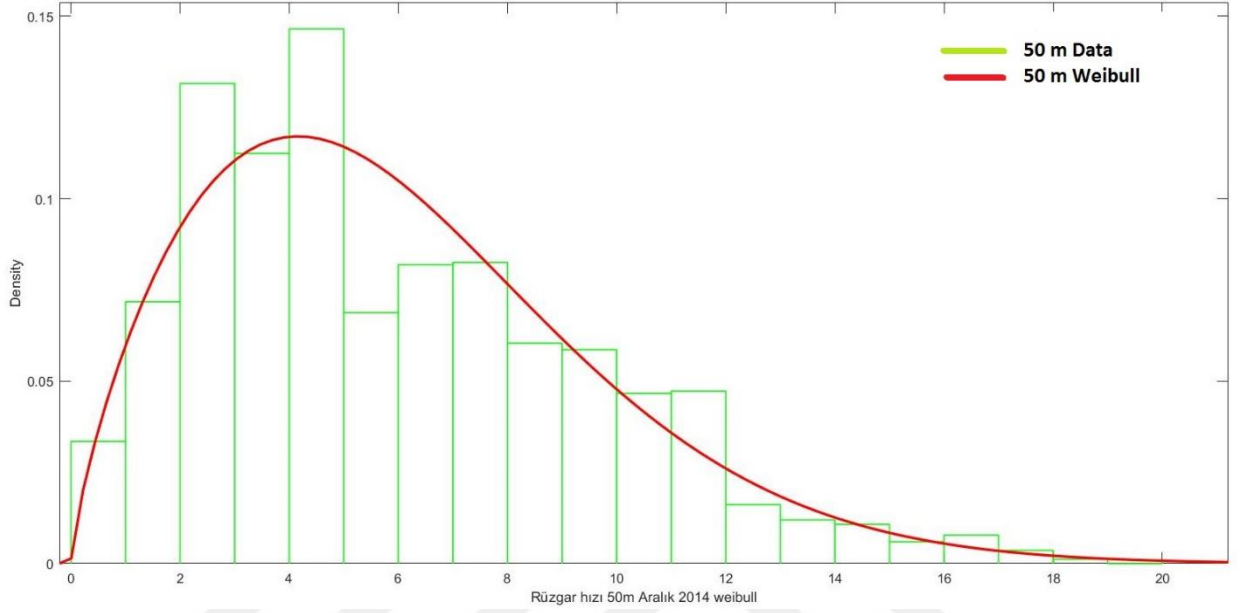
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -3843.35

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 4.46383

Variance (Varyans) : 6.95068

Şekil.3.16’de 50 m yükseklik için 2014 Aralık ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.16. 50 m yükseklik için 2014 Aralık ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

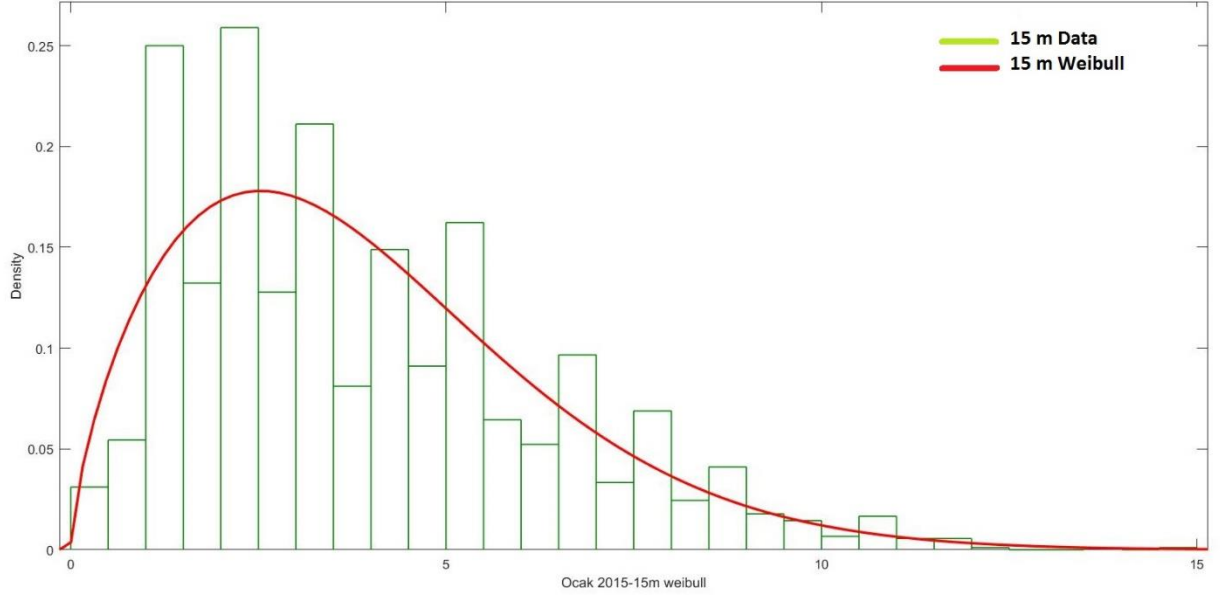
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): - 4345.12

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 6.02617

Variance (Varyans) : 12.6676

Şekil.3.17’de 15 m yükseklik için 2015 Ocak ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.17. 15 m yükseklik için 2015 Ocak ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

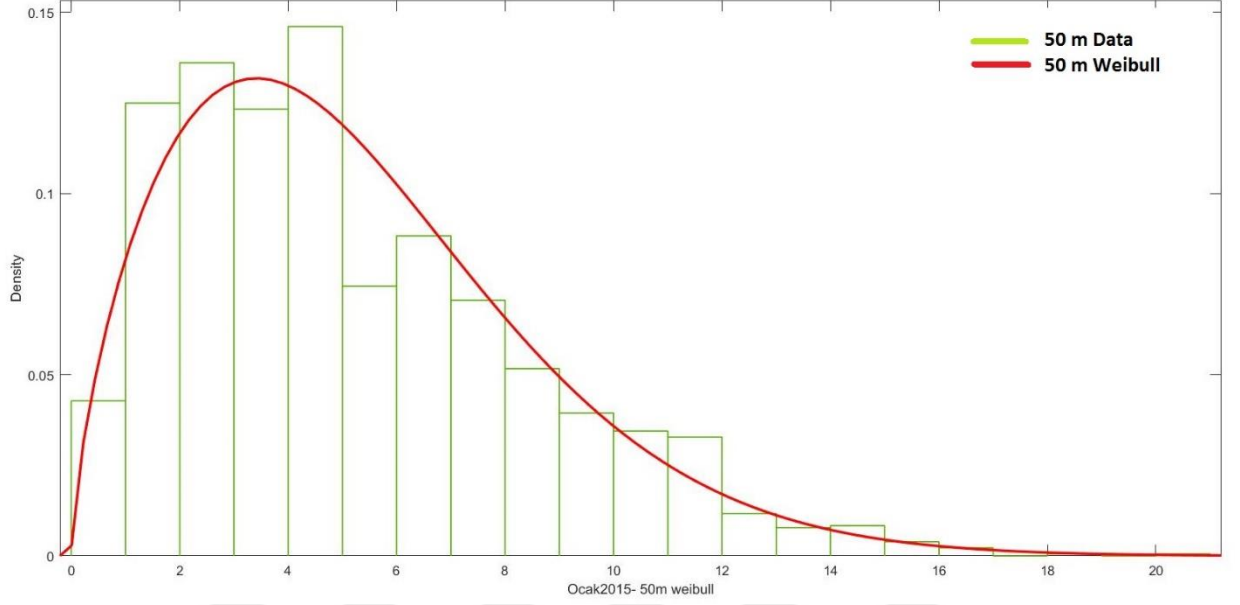
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -3933.09

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.8935

Variance (Varyans) : 5.72109

Şekil.3.18’de 50 m yükseklik için 2015 Ocak ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.18. 50 m yükseklik için 2015 Ocak ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

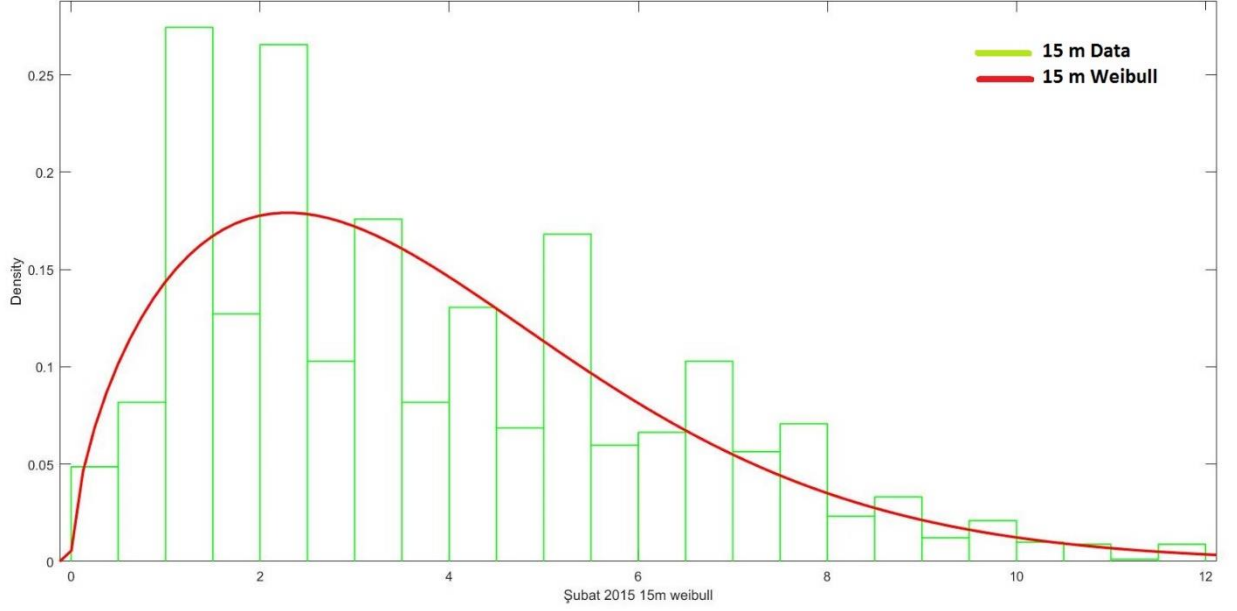
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4473.28

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 5.25623

Variance (Varyans) : 10.4267

Şekil.3.19’de 15 m yükseklik için 2015 Şubat ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.19. 15 m yükseklik için 2015 Şubat ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

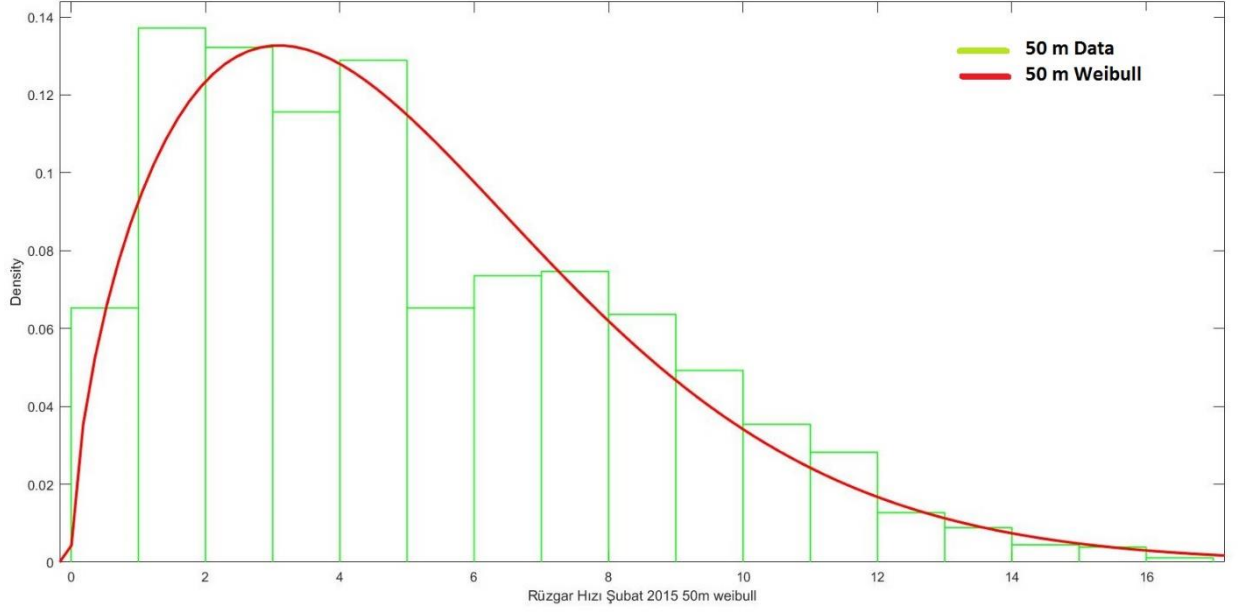
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -3967.09

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.80701

Variance (Varyans) : 5.96193

Şekil.3.20’de 50 m yükseklik için 2015 Şubat ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.20. 50 m yükseklik için 2015 Şubat ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

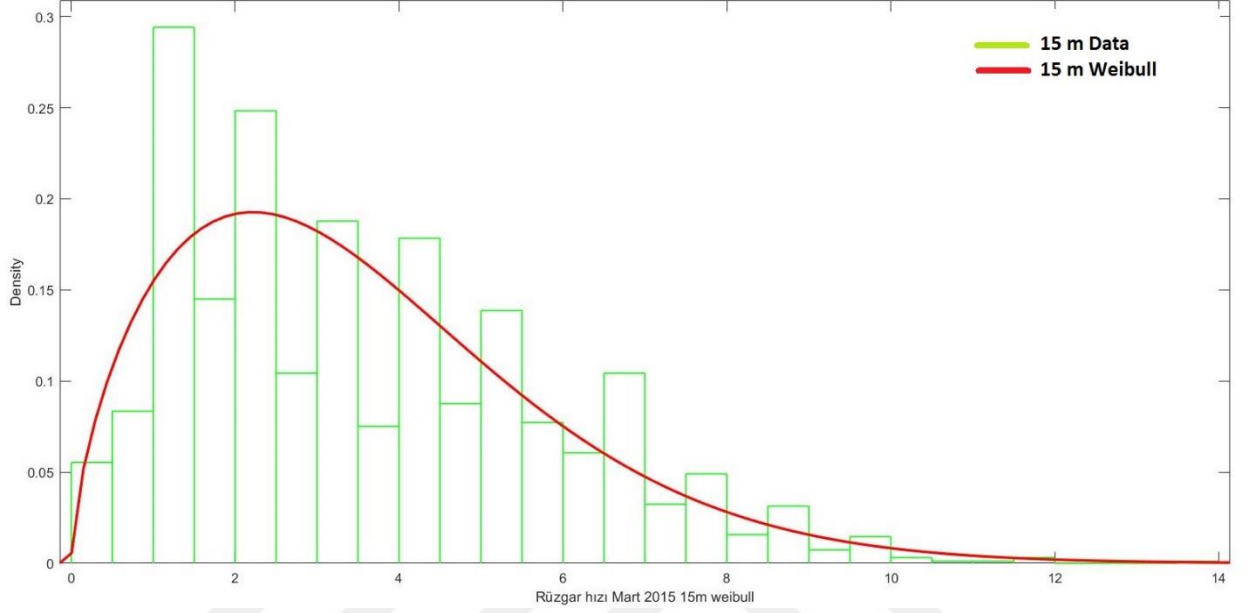
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -3967.09

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.80701

Variance (Varyans) : 5.96193

Şekil.3.21’de 15 m yükseklik için 2015 Mart ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.21. 15 m yükseklik için 2015 Mart ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

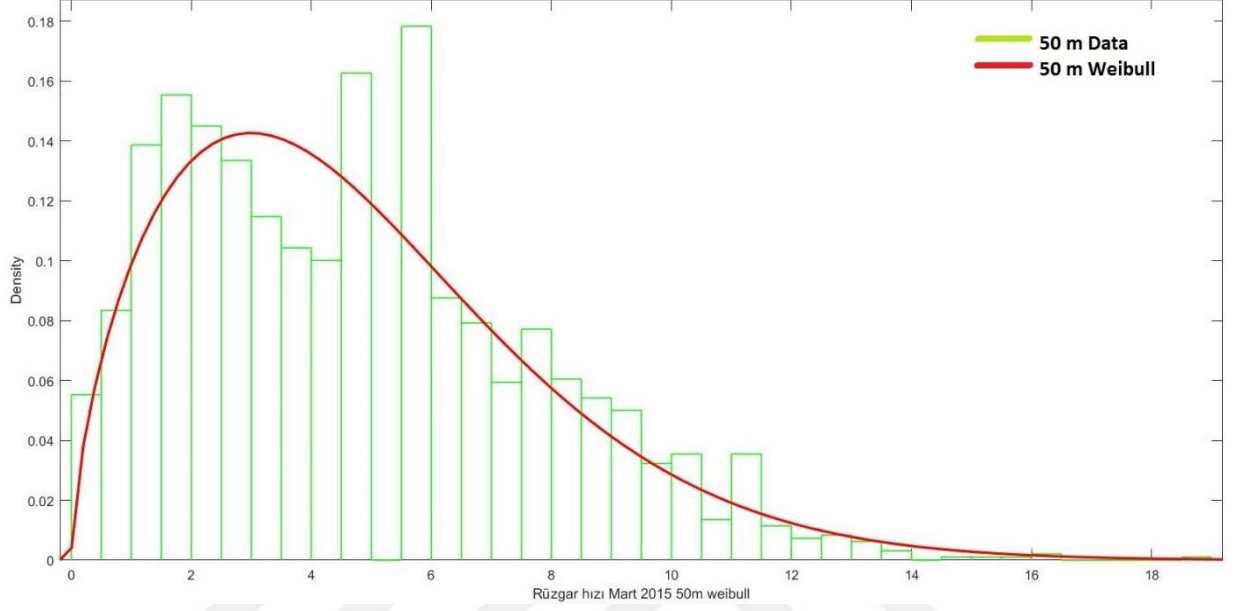
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4057.88

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.56124

Variance (Varyans) : 5.03027

Şekil.3.22’de 50 m yükseklik için 2015 Mart ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.22. 50 m yükseklik için 2015 Mart ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

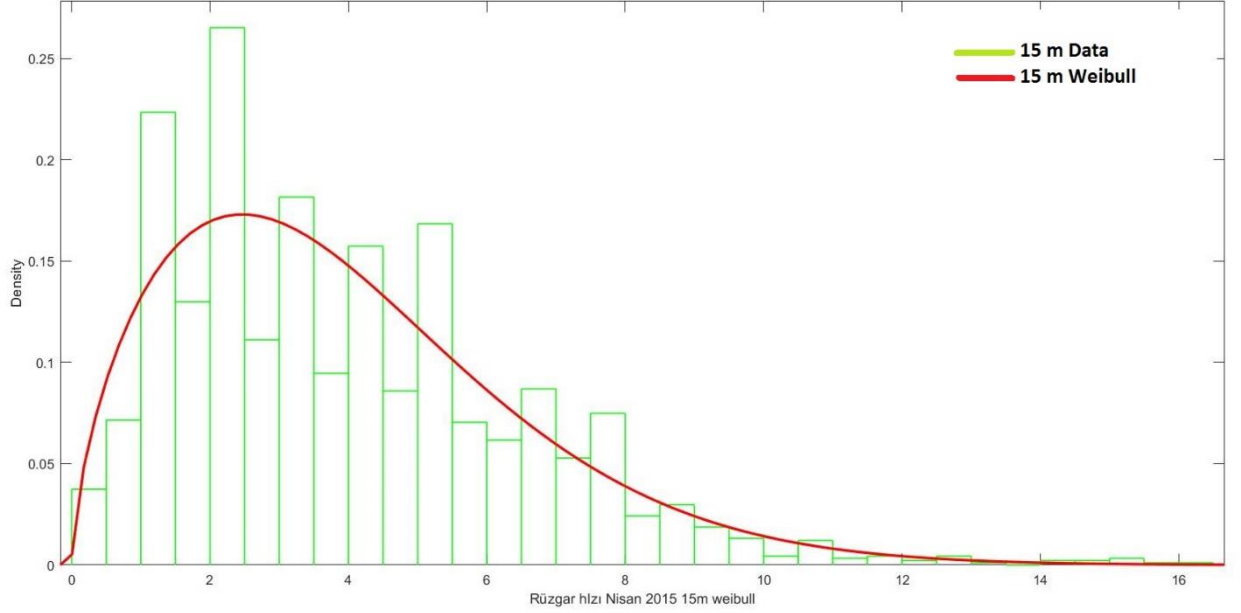
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4633.18

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 4.80768

Variance (Varyans) : 9.16766

Şekil.3.23’de 15 m yükseklik için 2015 Nisan ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.23. 15 m yükseklik için 2015 Nisan ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

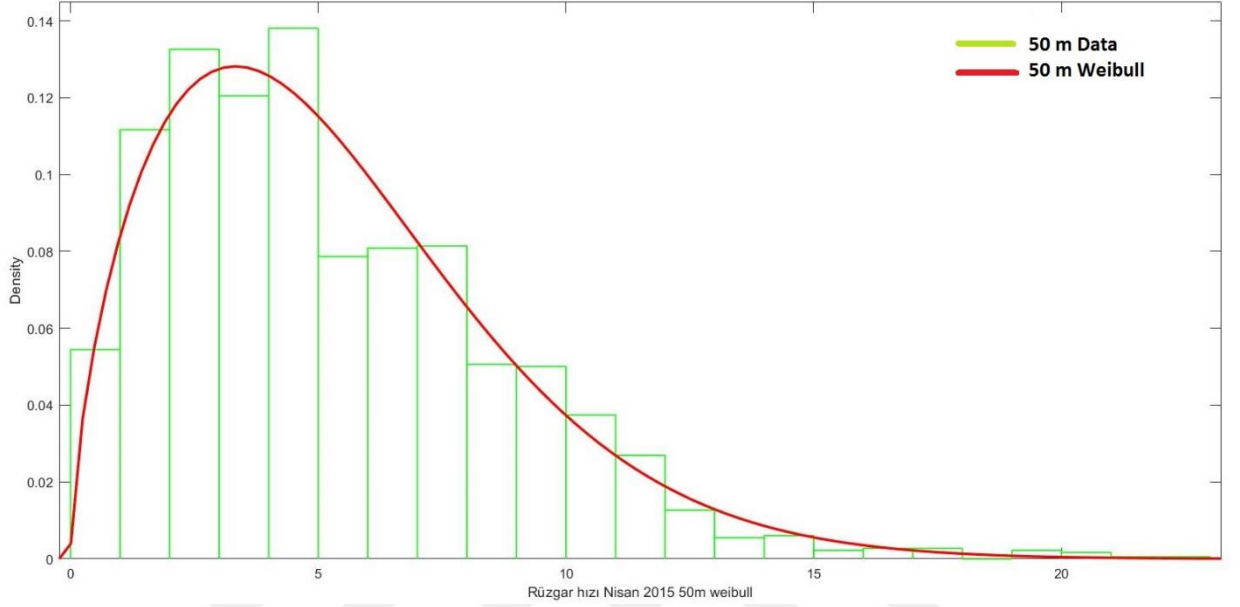
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4035.25

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.96562

Variance (Varyans) : 6.24771

Şekil.3.24’de 50 m yükseklik için 2015 Nisan ayına ait aylık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.24. 50 m yükseklik için 2015 Nisan ayına ait aylık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

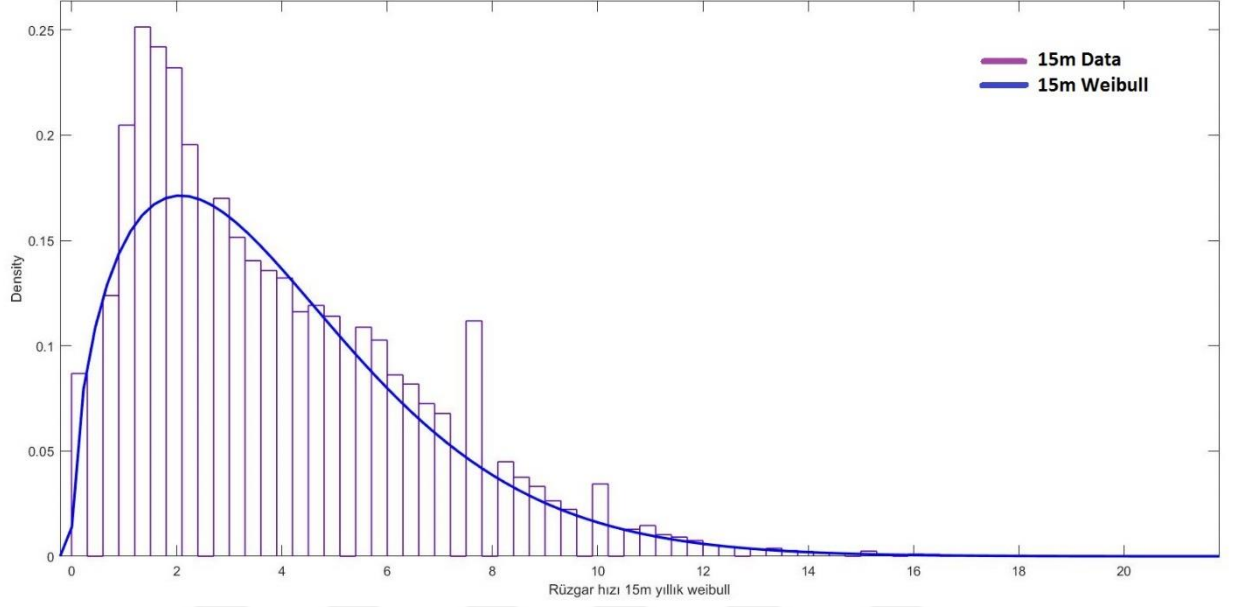
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -4580.84

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 5.35358

Variance (Varyans) : 11.3864

Şekil.3.25’de 15 m yükseklik için 2014 Mayıs-2015 Nisan aylarını kapsayan yıllık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.25. 15 m yükseklik için Yıllık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

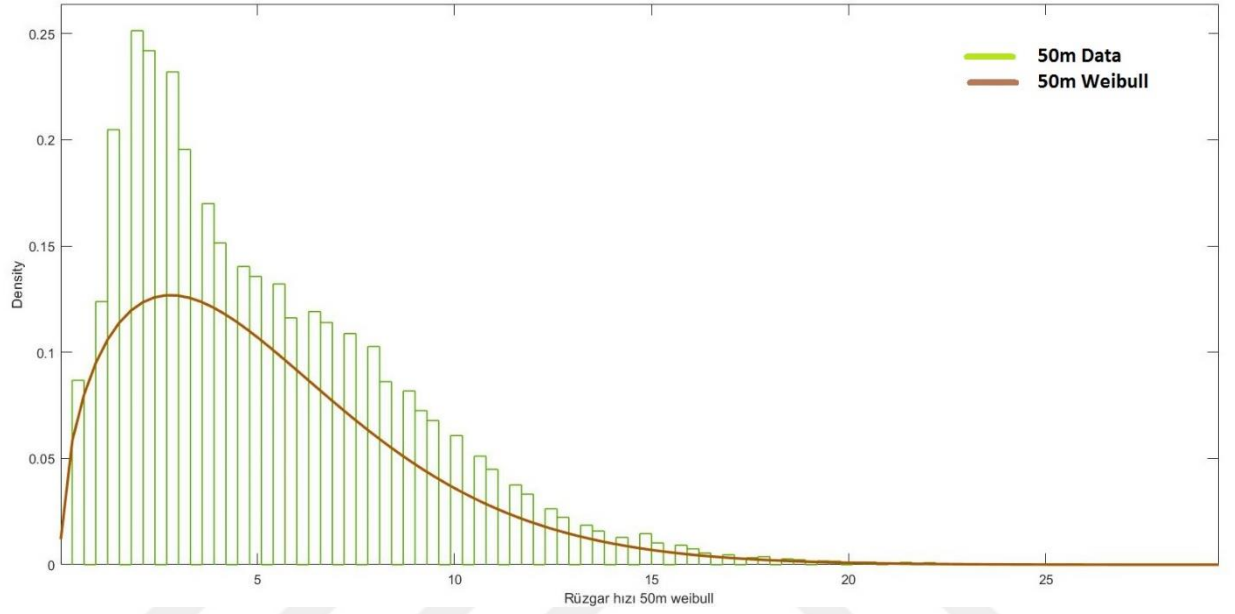
Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -55011.8

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 3.92414

Variance (Varyans) : 7.15492

Şekil.3.26’da 50 m yükseklik için 2014 Mayıs-2015 Nisan aylarını kapsayan yıllık Weibull dağılımı gösterilmektedir.



Şekil.3.26. 50 m yükseklik için Yıllık Weibull dağılımı

Distribution: Weibull

Log likelihood (Olabilirlik logaritması): -62337.9

Domain (Aralık) : $0 < y < \text{Inf}$

Mean (Ortalama) : 5.29759

Variance (Varyans) : 13.0398

Bu çalışmanın genelinde rüzgâr enerjisinin neden kullanılması gerektiği açıkça belirtilmiş olup gerek çevre temizliği açısından gerek ekonomik açıdan faydaları düşünüldüğünde rüzgâr enerjisinin kullanılması enerji üretimi açısından büyük önem arz etmektedir.

Şekil 3.27’de ölçüm noktası olarak gösterilen noktanın ekonomik şartların yetersiz olması ve dokunmatik ekranlı hava istasyonunun (PCE-FWS-20) bluetooth ile çalışıp maksimum 100 metreye kadar olan mesafeyi algılaması sebebiyle RES ölçüm direği BEU Rektörlük Binasında bulunan çalışma odasına yakın bir yere kurulmuştur. Weibull dağılımı kullanılarak 15 m yükseklikte alınan verilerden aylık ve yıllık rüzgâr hızlarının ortalama değerlerine bakıldığında; aylık olarak en düşük rüzgâr hızı ortalamasının 2,88571 m/s ile Temmuz ayında, en yüksek rüzgâr hızı ortalamasının ise 4,67102 m/s ile Haziran ayında ölçüldüğü, yıllık rüzgar hızı ortalamasının ise 3,92414 m/s olduğu görülmektedir. Helmann Bağıntısı kullanarak 50 m yükseklik için bulunan rüzgâr hızı değerlerinin Weibull dağılımı kullanarak bulunan aylık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değerleri ise; aylık olarak en düşük rüzgâr hızı ortalamasının 3,89571 m/s ile Temmuz ayında, en yüksek rüzgâr hızı ortalamasının ise 6,30587 m/s ile Haziran ayında ölçüldüğü, yıllık rüzgâr hızı ortalamasının ise 5,29759 m/s olduğu görülmektedir. RES ölçüm direğinin kurulmuş olduğu alan rüzgâr hızını olumsuz etkileyen yerleşim birimlerinin olduğu bir alan olmasına rağmen 50 m yükseklik için bulunan ortalama rüzgâr hızı değerinin 5,29759 m/s olması RES kurulabilmesi için seçilen alanın uygun bir alan olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.27. Rüzgâr Ölçüm Noktası

50 metre için kurulması planlanan RES (Rüzgâr Enerji Santrali) ait teknik bilgiler;

- Rotor Çapı: 50 m
- Kule Yüksekliği: 50 m
- Türü: Upwind - Stall - Aerodinamik
- Nominal Güç: 750kW
- Başlama Rüzgâr hızı: 3.5 m / s
- Anma Rüzgâr Hızı: 14-15 m / s
- Orijinal Jacobs JE 48/750 tasarım
- Enerji kesim Rüzgâr hızı: 25 m / s
- Güvenlik Rüzgâr hızı: 70 m / s
- Ömrü: 20 + yıl

Yıllık ortalama rüzgar hızımızın 5,29759 m/s olduğu ve bu ortalama hız ile yaklaşık olarak yılda üretebileceğimiz rüzgar enerjine baktığımızda;

$$\text{Güç yoğunluğu} : P = \frac{1}{2} * Cp * \rho * A * V^3$$

$$\text{Rüzgar süpürme Alanı} : A = \pi r^2$$

RES ölçüm noktasına kurmuş olduğumuz anemometrenin rüzgar süpürme alanını dikkate alarak yapmış olduğumuz hesaplamada $r = 1,5$ cm için çıkan yıllık rüzgar güç yoğunluğu değeri 0,029374719 Watt olduğu görülmektedir.

Yarı çapı (r) = 25 m olan bir türbin için süpürme alanımız = 1962,5 m²

Buradaki veriler doğrultusunda;

$$Cp = 0,59$$

$$A = 1962,5$$

$$\rho = 0,9473 \text{ kgm}^{-3}$$

$$V = 5,29759 \text{ m/s}$$

Üretilen güç (P) = 81.536,91 Watt yani 81,537 kW olduğu görülmektedir.

Yıllık üretilen enerji : 8760x81,537= 714.264 kWh

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yatırım projelerinin tamamında olduğu gibi yenilenebilir enerji projelerinde özellikle RES yatırımlarında proje geliştirme süreci önemlidir. İyi bir finansal modellemede yatırımın sonuçlarını etkileyecek olan girdi parametrelerinin, güncel, mantıklı ve mümkün olduğunca gerçeğe yakın olması gerekmektedir. Finansal modellemeden elde edilen sonuçlardan yararlanarak yatırımın geleceği doğru tahmin edilebilir. Bu da projelerin yatırıma değer olup olmadıkları, projelerin ne oranda verim sağladığı, projenin kendini ne kadar sürede geri ödediği ve projeden ne kadarlık bir net kar elde edilebileceği bilgisine ulaşmakta yardımcı olur.

Bu çalışmada, Bitlis Eren Üniversitesi Rahva yerleşkesinde 2014 yılında dokunmatik ekranlı hava istasyonu PCE-FWS 20 tipi rüzgâr enerjisi gözlem istasyonu kurularak 12 aylık süre içerisinde 20 dakikada bir alınan rüzgâr yönü, rüzgâr hızının yanı sıra kullanılan sıcaklık, bağıl nem ve hava basıncı gibi verilere dayanılarak, rüzgâr enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi ölçüm yapılan bölge için yapılmıştır. Bu süre zarfında alınan veriler ile ölçüm yapılan alanda rüzgâr enerjisi potansiyelinin istatistiksel olarak analizi yapılmıştır. Rüzgâr türbininin ortalama rüzgâr hızları ve yoğunlukları aylık olarak birbirinden farklılık göstermektedir. Bunun sebebi bölgede aylara göre iklim şartlarının farklılık göstermesidir. Kampüs alanındaki rüzgâr ölçüm istasyonunun kurulu bulunan konumu ve ölçülen farklı yüksekliklerdeki ortalama rüzgâr hızları, rüzgâr ölçüm istasyonunun hesaplamalarda olduğu gibi ideal olmaması, hata payları ve kayıpları örnek gösterilebilir. RES yatırımlarında kullanılacak olan maliyetler rotorun yerden yüksekliğine (hub yüksekliğine), kanat sayısına, generatör gücüne ve rotor yarıçapı gibi büyüklüklere ve enerji nakil hatlarına olan uzaklığa göre değişmektedir. Sonuç olarak, bu elemanların büyüklüklerinin kurulacak türbin sisteminde üretilen enerjinin maliyetini en aza indirecek şekilde ve bölgenin mevcut rüzgâr potansiyeli ve coğrafik yapısı da göz önüne alınarak birbirleri ile uyumlu seçilmesi gerekmektedir. Ortalama rüzgâr hızının, yatırım kapasitesinin kullanımı üzerindeki etkisi, nihai olarak yatırımları önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle bölgenin özelliklerinin türbin tasarım büyüklüklerine, enerji yatırıma ve enerji üretimine etkisi gösterilmiştir. Yapılan bu araştırma sonucunda söz konusu olan bölgenin ölçüm yapılan konum gereği rüzgâr enerji potansiyelinin, elektrik enerjisi üretimi açısından istatistiksel olarak uygun olduğu görülmektedir.

Kurulacak RES yeri Şekil 4.1’de gösterilen alternatif alanda olması durumunda ; belirtilen bölgenin yerleşim yerlerine uzak olması yine aynı hakim rüzgar alanında bulunmasından ötürü 50 m’de hesaplanan ortalama rüzgar hızının daha yüksek değerlerde çıkabileceği öngörülmektedir. Enerji nakil hatlarına mesafesi ilk konuma göre daha uzak olması ise ilk yatırım maliyetini artıracığı öngörülmektedir.



Şekil 4.1. RES için Alternatif Alan

Sonuç olarak; Bitlis Eren Üniversitesi Kampüs alanına kurulan anemometreden alınan veriler doğrultusunda kampüs alanına 50 m yükseklikte kurulacak olan RES'in yıllık 714.264 kWh enerji üretebileceği görülmektedir. Ekler kısmında Ek.1 de bulunan kampüs alanının aylık faturaları incelendiğinde Çizelge 4.1' deki dört aylık enerji tüketimleri, aylık ortalama enerji tüketimi ve bir yıl boyunca yaklaşık enerji tüketimi değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.1. BEÜ aylık ve yıllık enerji tüketim değerleri

AYLIK TÜKETİLEN ENERJİ VE FATURA BİLGİLERİ	
Bitlis Eren Üniversitesi Kampüs Alanı	
AYLAR	TÜKETİLEN ENERJİ MİKTARI(kWh)
Aralık	508.406,00
Ocak	460.691,00
Şubat	427.179,00
Mart	435.127,00
4 ayın ortalaması	457.850,75
Bir Yıllık Tahmini Tüketim	5.494.209,00

Bu değerler doğrultusunda yıllık ortalama enerji tüketiciminin 5.494.209 kWh olduğu kurulacak olan RES'nin ise 714.264 kWh enerji üreteceği öngöröldüğünde, kampüs alanının toplam bir yıllık enerji yükünün yaklaşık % 13'ünün bu santralden karşılanabileceği, alternatif alan olarak belirlenen bölgede ise kurulabilecek bu büyüklükte 7 adet RES ile kampüs alanın tüm elektrik enerjisinin ihtiyacının karşılanabileceği öngörölmektedir.



5. KAYNAKLAR

- Almalı MN, Rüstemli S, Gürçam K. 2013. Ortalama Rüzgar Hızı ve Güç Yoğunluğunun Tahmin Edilmesinde Kullanılan Farklı Yöntemler. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 3 (1): 73-78.
- Altuntaşoğlu ZT, 2011. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi, Mevcut Durum, Sorunlar. Mühendis ve Makine Dergisi, 52 (617): 56-63.
- Anonim, 2019. Türkiye Rüzgâr Atlası. <https://www.mgm.gov.tr/genel/ruzgar-atlasi.aspx> (Erişim tarihi: 27.03.2019)
- Aydın İ, 2013. Balıkesir'de Rüzgâr Enerjisi. Doğu Coğrafya Dergisi, 18 (29): 29-50.
- Dömbekci Özçelik B, 2016. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisinin Durumu: Karaburun, Urla, Samandağ ve Hereke Rüzgâr Enerjisi Santralleri Fizibilite Analizi. Maliye Finans Yazıları, 30 (106): 49-72.
- Elibüyük U, Yakut AK, Üçgül B, 2016. Süleyman Demirel Üniversitesi Rüzgâr Enerjisi Santrali Projesi. Isparta
- Haylı S, 2001. Rüzgâr Enerjisinin Önemi, Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu. Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 11 (2): 1-26.
- Kaplan YA, 2016. Rayleigh ve Weibull Dağılımları Kullanılarak Osmaniye Bölgesinde Rüzgâr Enerjisinin Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 20 (1): 62-71.
- Kapluhan E, 2014. Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Rüzgâr Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi (The Journal of International Social Research) 7 (31): 813-825.
- Kazıcı MS, 2009. Rüzgâr Enerjisi ve Türbin Seçiminin Maliyete Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özcan İ, Şencan Şahin A, Dikmen E, Bayram G, 2013. Isparta İlinde Rüzgâr Hızı Değerlerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 17 (1): 109-112.
- Özgür MA, 2006. Kütahya Rüzgâr Karakteristiğinin İstatistiksel Analizi ve Elektrik Üretimine Uygulanabilirliği. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Rüstemli S, Çibuk M, Oral F, Aydın C, Kocaman B, Güntaş Ö, 2013. Bitlis Eren Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Kaynakları Raporu. Bitlis.

Yıldırım U, Gazibey Y, Güngör A, 2012. Niğde İli Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli. Niğde Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1 (2): 37-47.



6. EKLER

EK 1. Bitlis Eren Üniversitesi Rahva Yerleşkesi 2019 yılı Elektrik Faturaları

TÜRKERLER ENERJİ
Türkerler Vangölü Elektrik Perakende Satış A.Ş.
Vali Mithat Bey Cad. Cennet Sokak No:4 Kat: 4-G İpekyolu / VAN
VAN Y.D. : 083 034 74 77 Ticaret Sicil No: 10832/NAN
Çalışma Merkezi : 0 850 211 24 24

Fatura No:VPS2018004888609

ETTN: C7CC70CD-32E0-4C70-B063-8A874118F06F
SENARYO: EARSIVFATURA
FATURA SAATİ: 09:00:00
FATURA TARİHİ: 31.12.2018
FATURA KODU: P/03223721
ETSO KODU(EIC): 4020000026318888
30600

SON ÖDEME TARİHİ: 14. 1.2019 **ÖDENECEK TUTAR: 315.046,90**

BİTLİS ÖZEL ABONELER MÜDÜRLÜĞÜ	İŞLETME KODU	TESİSAT NO	KARNE-SIRA	TEKİL KOD
YERİ: 1 FAKS: 1	13/091	4500885	0300951 0062.000	4500885

SAYIN BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ AHMET EREN BULVARI NO:417_D REKTÖRLÜK BEŞ MİNARE MH. E-posta:ioimdb@beu.edu.tr	MÜŞTERİ VERGİ DAİRESİ VERGİ NUMARASI / T.C. KİMLİK NO 1780732404
---	--

ABONE GRUBU	608 SERBEST RESMİ DAİRE	MİLLİ Anlaşmalı Serbest tüketici
-------------	-------------------------	----------------------------------

SÖZLEŞME GÜCÜ (W)	240000	SAYAÇ BİLGİ	SERİ NO	MARKA
İLK OKUMA TARİHİ	30.11.2018	AKTİF	69197974	LUN
SON OKUMA TARİHİ	31.12.2018	AKIM TRAFÖ ORANI	200/ 5	REAKTİF
SONRAKİ OKUMA DÖNEMİ	2019/01	GERİLİM TR. ORANI	34500/100	KAPASİTİF
ÖNCEKİ YIL TÜKETİMİ (kWh)	3885086	CARİ TÜKETİM (kWh)	4161046	ORTALAMA
				16400,19

AKTİF	SON ENDEKS	İLK ENDEKS	ÇARPAN	TÜKETİM (kWh)	TR. KAYISI (kWh)	EK TÜK.	BİRİM FİYAT	AKTİF ENERJİ BEDELİ
T1(08:00-17:00)	553,138	534,638	13800,00	255300			0,380399313	97.115,94
T2(17:00-22:00)	225,830	218,446	13800,00	101899,20			0,380399313	38.762,39
T3(22:00-08:00)	337,593	326,636	13800,00	151206,40			0,380399313	57.518,89
AKTİF TÜKETİM TOPLAMI (kWh)				508405,80			TOPLAM 1	193.397,22

DAĞITIM BEDELİ				
BİRİM FİYAT	0,114318			
TUTARI	58.119,93			
(TUTARLAR TOPLAMI)				TOPLAM 2
				58.119,93

REAKTİF	SON ENDEKS	İLK ENDEKS	R/Rc Oran	TÜKETİM (kvarh)	EK TÜK.	BİRİM FİYAT	REAKTİF TÜKETİM BEDELİ
ENDÜKTİF	56,138	53,449	0,073	37108,200		0,186089	
KAPASİTİF	40,748	40,659	0,002	1228,200		0,186089	
REAKTİF TÜKETİM TOPLAMI (kvarh)						TOPLAM 3	

ÖDEME YERLERİMİZ		GENEL TOPLAM (TOP.1+2+3+4)	251.517,15
Faturanın arka kısmında yer alan ödeme noktalarına ödeme yapabilirsiniz.	ENERJİ FONU (%1)	1.933,97	
	MUHTELİF İLAVE (İ)		
	ELEKTRİK TÜK. VERGİSİ (%5)	9.669,86	
	TRT PAYI (%2)	3.867,94	
	KESME-BAĞLAMA/USULSÜZ KUL.BEDELİ		
GEÇMİŞ DÖNEM BORÇ BİLGİLERİ		K.D.V. MATRAHI	266.988,92
YAPTIĞINIZ ÖDEMELER İÇİN TEŞEKKÜR EDERİZ.	KATMA DEĞER VERGİSİ (%18)	48.058,01	
	FATURA TUTARI	315.046,93	
	MAHSUP		
	ÖNCEKİ AYDAN DEVİR		
Doğum Şirketi: VANGÖLÜ EDAS Adres: İpekyolu Üzeri Tesisler Markaz/VAN Telefon: 04322171638 (info@vangoluedas.com.tr) (www.vedas.com.tr)	GELECEK AYA DEVİR	0,03	
	ÖDENECEK TUTAR (TL)	315.046,90	
	YALNIZ ÜÇYÜZONBEŞBİNKIRKALTI TL DOKSAN KR.		
Taahhüt Bitiş Tarihi:31.12.2018,Taahhüt Süresi:12 Ay, Taahhüt Ay:12.Cayma Şartı:2X En Yüksek Fatura			
Şirketimiz ile ilgili gelişmelerden haberdar olabilmemiz için lütfen e-posta adresinizi bildiriniz.			
Elden tahsilat talebinde bulunanları 0850 211 24 24'ya ihbar ediniz!			



Fatura No: VE12019000056930

ETTN: A0C4992B 8936 485C B0FA F7A1EC52135E
SENARYO: EARSIVFATURA
FATURA SAATİ: 09:00:00
FATURA TARİHİ: 31. 1.2019
FATURA KODU: P/03597038
ETSO KODU(EIC): 4020000026118888

SON ÖDEME TARİHİ: 13. 2.2019

ÖDENECEK TUTAR: 312.736,10

BİTLİS ÖZEL ABONELER MÜDÜRLÜĞÜ		İSLETME KODU		TESİSAT NO		KARNE-SIRA		TEKİL KOD	
TEL:) FAX:)		13/091		4500885		0300951 0062.000		4500885	
SAYIN BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ AHMET EREN BULVARI NO:417_D REKTÖRLÜK BEŞ MİNARE MH. E-posta:irimdb@beu.edu.tr						MÜŞTERİ VERGİ DAİRESİ BİTLİS VD. VERGİ NUMARASI / T.C. KİMLİK NO 1780686051			
ABONE GRUBU		Tek Terimli Tek Zamanlı Ticarethane OG						Borçüst olmayan tüketici	
SÖZLEŞME GÜCÜ (W)		240000				SAYAÇ BİLG		SERİ NO	MARKA
İLK OKUMA TARİHİ		31.12.2018						AKTİF	69197974 LUN
SON OKUMA TARİHİ		31. 1.2019		AKIM TRAFÖ ORANI		200/ 5		REAKTİF	69197974 LUN
SONRAKİ OKUMA DÖNEMİ		2019/02		GERİLİM TR. ORANI		34500/100		KAPASİTİF	69197974 LUN
ÖNCEKİ YIL TÜKETİMİ (kWh)		4161046		CARİ TÜKETİM (kWh)		460691			
AKTİF	SON ENDEKS	İLK ENDEKS	ÇARPAN	TÜKETİM(kWh)	TR. AY BİLGİ(kWh)	EK TÜK.	BİRİM FİYAT	AKTİF ENERJİ BEDELİ	
T1(09:00-17:00)	569,927	553,138	13800,00	231688,20		-8040	0,410231	91.747,42	
T2(17:00-22:00)	232,646	225,830	13800,00	94060,80			0,410231	38.586,66	
T3(22:00-06:00)	347,954	337,593	13800,00	142981,80			0,410231	58.655,57	
AKTİF TÜKETİM TOPLAMI (kWh)				460690,80			TOPLAM 1	188.989,65	
DAĞITIM BEDELİ									
BİRİM FİYAT		0,132240							
TUTARI		60.921,75							
				[TUTARLAR TOPLAMI]		TOPLAM 2		60.921,75	
REAKTİF	SON ENDEKS	İLK ENDEKS	Ri/Ro Oran	TÜKETİM(kVarh)		EK TÜK.	BİRİM FİYAT	REAKTİF TÜKETİM BEDELİ	
ENDÜKTİF	57,680	56,138	0,045	21279,600			0,222020		
KAPASİTİF	40,952	40,748	0,006	2815,200			0,222020		
REAKTİF TÜKETİM TOPLAMI (kVarh)						TOPLAM 3			

ÖDEME YERLERİMİZ

Halkbank : TR76 0001 2009 4530 0010 2607 23 nolu hesabına ödeme yapabilirsiniz	GENEL TOPLAM (TOP.1+2+3+4)	249.911,40
	ENERJİ FONU (%1)	1.889,90
	MUHTELİF İLAVE (İ)	
	ELEKTRİK TÜK. VERGİSİ (%5)	9.449,48
	TRT PAYI (%2)	3.779,79
	KESME-BAĞLAMA/USÜLSÖZ KUL.BEDELİ	
	K.D.V. MATRAHI	265.030,57
	KATMA DEĞER VERGİSİ (%18)	47.705,50
	FATURA TUTARI	312.736,10
	MAHSUP	
	ÖNCEKİ AYDAN DEVİR	0,03
	GELECEK AYA DEVİR	
	ÖDENECEK TUTAR (TL)	312.736,10
Geçmiş dönem ait ödenmemiş 1 adet, 315.046,90 tutarında borcunuz var.		
Geçmiş Dönem Borç Bilgileri		
Dağıtım Şirketi: VANGÖLÜ EDAS Adres: (pakyol Üzeri) Tesisleri Merkez/VAN Telefon: 43212171636 (info@vangoluedas.com.tr) (www.vedas.com.tr)		
YALNIZ ÜÇYÜZONİKİBİNYEDİYÜZOTUZALTI TL ON Kr.		
Şirketimiz ile ilgili gelişmelerden haberdar olabilmemiz için lütfen e-posta adresinizi bildiriniz.		
Elden tahsilat talebinde bulunanları 0850 211 24 24'ya ihbar ediniz!		
Faturanızı 332 nolu VUK Genel Tebliğine bankadan ödemişsinizdir		



TÜRKERLER ENERJİ

Türkerler Vangölü Elektrik Perakende Satış A.Ş.
Vali Mithat Bey Cad. Cemaller Sokak No:4 Kat: 4-6 İpekyolu / VAN
VAN V.D. : 883 034 74 77 Ticaret Sicil No: 10832/VAN
Çözüm Merkezi : 0 850 211 24 24



e-Arşiv Fatura

Fatura No:VE12019000169106

ETTN: 1F3BF133-349F-4F5B-6C59-6A03DEF8021C
SENARYO: EARSIVFATURA
FATURA SAATİ: 09:00:00
FATURA TARİHİ: 28. 2. 2019
FATURA KODU: P/03979211
ETSO KODU(EIC): 4020000026119888
30600

SON ÖDEME TARİHİ: 13. 3.2019

ÖDENECEK TUTAR: 289.986,90

BİTLİS ÖZEL ABONELER MÜDÜRLÜĞÜ	İŞLETME KODU	TESİSAT NO	KARNE-SIRA	TEKİL KOD
TELEF : FAKSİ :	13/091	4500885	0300951 0062.000	4500885
SAYIN BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ AHMET EREN BULVARI NO:417_D REKTÖRLÜK BEŞ MİNARE MH. E-posta:icimdb@beu.edu.tr			MÜŞTERİ VERGİ DAİRESİ BİTLİS VD. VERGİ NUMARASI / T.C. KİMLİK NO 1780686051	
ABONE GRUBU	Tek Terimli Tek Zamanlı Ticarethane OG			Barbaat olmayan tüketici
SÖZLEŞME GÜCÜ (W)	240000		SAYAC BİLGİ	SERİ NO MARKA
İLK OKUMA TARİHİ	31. 1.2019		AKTİF	69197974 LUN
SON OKUMA TARİHİ	28. 2.2019	AKIM TRAFÖ ORANI	200/ 5	REAKTİF 69197974 LUN
SONRAKİ OKUMA DÖNEMİ	2019/03	GERİLİM TR. ORANI	34500/100	KAPASİTİF 69197974 LUN
ÖNCEKİ YIL TÜKETİMİ (kWh)	4161046	CARİ TÜKETİM (kWh)	887870	
AKTİF	SON ENDEKS	İLK ENDEKS	ÇARPAN	TÜKETİM(kWh)
T1(06:00-17:00)	585,029	569,927	13800,00	208407,60
T2(17:00-22:00)	238,964	232,646	13800,00	87198,40
T3(22:00-06:00)	357,489	347,954	13800,00	131583
AKTİF TÜKETİM TOPLAMI (kWh)		427179	TOPLAM 1	175.242,07
ELK DAĞITIM BEDELİ				
BİRİM FİYAT	0,132240			
TUTARI	56.490,15			
(TUTARLAR TOPLAMI)		TOPLAM 2	56.490,15	
REAKTİF	SON ENDEKS	İLK ENDEKS	Ri/Rs Oranı	TÜKETİM(kVArh)
ENDÜKTİF	59,143	57,680	0,047	20189,400
KAPASİTİF	40,962	40,952	0,000	138
REAKTİF TÜKETİM TOPLAMI (kVArh)			TOPLAM 3	

ÖDEME YERLERİMİZ

Halkbank : TR76 0001 2009 4530 0010 2607 23 nolu hesabına ödeme yapabilirsiniz	GENEL TOPLAM (TOP:1+2+3+4)	231.732,22
	ENERJİ FONU (%1)	1.752,42
	MUHTELİF İLAVE (İ)	
	ELEKTRİK TÜK. VERGİSİ (%5)	8.762,10
	TRT PAYI (%2)	3.504,84
	KESME-BAĞLAMA/USULSÖZ KUL.BEDELİ	
	K.D.V. MATRAHİ	245.751,58
	KATMA DEĞER VERGİSİ (%18)	44.235,28
	FATURA TUTARI	289.986,86
	MAHSUP	
	ÖNCEKİ AYDAN DEVİR	
	GELECEK AYA DEVİR	-0,04
	ÖDENECEK TUTAR (TL)	289.986,90
YALNIZ İKİYÜZSEKSENDOKUZBİNDOKUZÜYÜZSEKSENALTI TL DOKSAN Kr.		
Şirketimiz ile ilgili gelişmelerden haberdar olabilmemiz için lütfen e-posta adresinizi bildiriniz.		
Elden tahsilat talebinde bulunanları 0850 211 24 24'ya ihbar ediniz		
Faturanızı 332 nolu VUK Genel Tebliğince bankadan ödemelisiniz		



TÜRKERLER ENERJİ

Türkerler Vangölü Elektrik Perakende Satış A.Ş.
Vahit Mihail Bey Cad. Cemaller Sokak No:4 Kat: 4-5 İpekyolu / VAN
VAN VİD. : 883 034 74 77 Ticaret Sicil No: 10832/VAN
Çağrı Merkezi : 0 850 211 24 24



e-Arşiv Fatura

Fatura No:VE12019000340225

ETTN: 78FBD5A7-9388-4510-ABF0-C7C5388E3D55

SENARYO: EARSIVFATURA

FATURA SAATİ: 09:00:00

FATURA TARİHİ: 31. 3. 2019

FATURA KODU: P/04371810

ETSO KODU(EIC): 4020000026110888

30600

SON ÖDEME TARİHİ: 15. 4. 2019

ÖDENECEK TUTAR: 295.382,80

BİTLİS ÖZEL ABONELER MÜDÜRLÜĞÜ

TELEFON : FAKS : 13/091

İŞLETME KODU

4500885

TESİSAT NO

4500885

KARNE-SIRA

0300951 0062.000

TEKİL KOD

4500885

SAYIN BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

AHMET EREN BULVARI NO:417_D REKTÖRLÜK BEŞ MİNARE

MH.

E-posta:leimdb@beu.edu.tr

MÜŞTERİ VERGİ DAİRESİ

BİTLİS VD.

VERGİ NUMARASI / T.C. KİMLİK NO

1780686051

ABONE GRUBU

Tek Terimli Tek Zamanlı Ticarethane OG

Serbest olmayan tüketici

SÖZLEŞME GÜCÜ (W)

240000

SAYAC BİLGİ

SERİ NO

MARKA

İLK OKUMA TARİHİ

28. 2. 2019

AKTİF

69197974

LUN

SON OKUMA TARİHİ

31. 3. 2019

AKIM TRAFÖ ORANI

200/ 5

REAKTİF

69197974

LUN

SONRAKİ OKUMA DÖNEMİ

2019/04

GERİLİM TR. ORANI

34500/100

KAPASİTİF

69197974

LUN

ÖNCEKİ YIL TÜKETİMİ (kWh)

4161046

CARİ TÜKETİM (kWh)

1322998

AKTİF

SON ENDEKS

İLK ENDEKS

ÇARPAN

TÜKETİM(kWh)

TR.KAYBI(kWh)

EK TUK.

BİRİM FİYAT

AKTİF ENERJİ BEDELİ

T106:00-17:00

600,482

585,029

13800,00

213251,40

0,410231

87.482,34

T217:00-22:00

245,454

238,964

13800,00

89562

0,410231

36.741,11

T3122:00-06:00

367,077

357,489

13800,00

132314,40

0,410231

54.279,47

AKTİF TÜKETİM TOPLAMI (kWh)

435127,80

TOPLAM 1

178.502,92

ELK DAĞITIM BEDELİ

BİRİM FİYAT

0,132240

TUTARI

57.541,30

(TUTARLAR TOPLAMI)

TOPLAM 2

57.541,30

REAKTİF

SON ENDEKS

İLK ENDEKS

Ri/Ro Oran

TÜKETİM(kVARh)

EK TUK.

BİRİM FİYAT

REAKTİF TÜKETİM BEDELİ

ENDÜKTİF

60,023

59,143

0,028

12144

0,222020

KAPASİTİF

41,134

40,962

0,005

2373,600

0,222020

REAKTİF TÜKETİM TOPLAMI (kVARh)

TOPLAM 3

255.362,80

ÖDEME YERLERİMİZ

Halkbank : TR76 0001 2009 4530 0010 2607 23 nolu
hesabına ödeme yapabilirsiniz

GEÇMİŞ DÖNEM BORÇ BİLGİLERİ
YAPTIĞINIZ ÖDEMELER İÇİN TEŞEKKÜR EDERİZ.

Değerli Şirketimiz, VANGÖLÜ EDAS
Adres: (palyol Üzeri Tesiye Tesisleri Merkez/VAN
Telefon:04322171636 (info@vangoluadas.com.tr) (www.vedes.com.tr)

YALNIZ İKİYÜZDOKSANBEŞBİNÜÇYÜZSEKSENİKİ TL SEKSEN KR.

Şirketimiz ile ilgili gelişmelerden haberdar olabilmemiz için lütfen e-posta adresinizi bildiriniz.

Elden tahsilat talebinde bulunanları 0850 211 24 24'ya ihbar ediniz!

Faturanızı 332 nolu VUK Genel Tebliğine bankadan ödemelisiniz!

GENEL TOPLAM (TOP.1+2+3+4)	236.044,22
ENERJİ FONU (%1)	1.785,03
MUHTELİF İLAVE (İ)	
ELEKTRİK TUK. VERGİSİ (%5)	8.925,15
TRT PAYI (%2)	3.570,06
KESME-BAĞLAMA/USULSÜZ KUL.BEDELİ	
K.D.V. MATRAHI	250.324,46
KATMA DEĞER VERGİSİ (%18)	45.058,40
FATURA TUTARI	295.382,82
MAHSUP	
ÖNCEKİ AYDAN DEVİR	-0,04
GELECEK AYA DEVİR	0,02
ÖDENECEK TUTAR (TL)	295.382,80

web: www.vangoluadas.com.tr

e-mail: info@vangoluadas.com.tr

Mersis No: 0883034747700012

EK 2. Kampüs Alanı içerisinde alınan Rüzgâr Ölçüm Örneği

Sıra	Tarih	Zaman Aralığı	Rüzgar Hızı	Rüzgar Yönü
1	16.04.2014 08:51	20	4,8	SE
2	16.04.2014 09:11	20	4,4	SE
3	16.04.2014 09:31	20	5,4	SE
4	16.04.2014 09:51	20	5,1	SE
5	16.04.2014 10:11	20	6,1	SE
6	16.04.2014 10:31	20	6,1	SE
7	16.04.2014 10:51	20	5,8	SE
8	16.04.2014 11:11	20	6,8	E
9	16.04.2014 11:31	20	4,8	SE
10	16.04.2014 11:51	20	6,1	SE
11	16.04.2014 12:11	20	5,4	SE
12	16.04.2014 12:31	20	7,1	SE
13	16.04.2014 12:51	20	5,8	SE
14	16.04.2014 13:11	20	6,1	SE
15	16.04.2014 13:31	20	6,5	SSW
16	16.04.2014 13:51	20	6,8	S
17	16.04.2014 14:11	20	4,4	S
18	16.04.2014 14:31	20	4,8	S
19	16.04.2014 14:51	20	4,4	S
20	16.04.2014 15:11	20	4,1	SE
21	16.04.2014 15:31	20	5,8	E
22	16.04.2014 15:51	20	7,5	SE
23	16.04.2014 16:11	20	8,8	SE
24	16.04.2014 16:31	20	9,2	SE
25	16.04.2014 16:51	20	8,8	SE
26	16.04.2014 17:11	20	7,8	SE
27	16.04.2014 17:31	20	7,5	SE
28	16.04.2014 17:51	20	6,1	SSW
29	16.04.2014 18:11	20	5,1	S
30	16.04.2014 18:31	20	4,1	S
31	16.04.2014 18:51	20	3,4	SE
32	16.04.2014 19:11	20	4,1	S
33	16.04.2014 19:31	20	3,4	S
34	16.04.2014 19:51	20	4,4	SE
35	16.04.2014 20:11	20	4,8	S
36	16.04.2014 20:31	20	5,8	SSE
37	16.04.2014 20:51	20	4,1	SE
38	16.04.2014 21:11	20	6,5	SE
39	16.04.2014 21:31	20	5,4	SSE
40	16.04.2014 21:51	20	6,8	SEE
41	16.04.2014 22:11	20	5,1	SE
42	16.04.2014 22:31	20	5,4	S
43	16.04.2014 22:51	20	5,4	SSE

44	16.04.2014 23:11	20	5,1	S
45	16.04.2014 23:31	20	4,1	SE
46	16.04.2014 23:51	20	5,4	SSE
47	17.04.2014 00:11	20	4,8	SE
48	17.04.2014 00:31	20	5,8	S
49	17.04.2014 00:51	20	4,4	SE
50	17.04.2014 01:11	20	4,4	S
51	17.04.2014 01:31	20	3,1	S
52	17.04.2014 01:51	20	2,4	S
53	17.04.2014 02:11	20	2,7	SE
54	17.04.2014 02:31	20	1,7	S
55	17.04.2014 02:51	20	4,8	SE
56	17.04.2014 03:11	20	3,7	SE
57	17.04.2014 03:31	20	2,7	S
58	17.04.2014 03:51	20	4,4	SE
59	17.04.2014 04:11	20	4,1	SE
60	17.04.2014 04:31	20	2,7	E
61	17.04.2014 04:51	20	3,1	SEE
62	17.04.2014 05:11	20	2,7	E
63	17.04.2014 05:31	20	3,4	S
64	17.04.2014 05:51	20	5,8	SE
65	17.04.2014 06:11	20	5,1	S
66	17.04.2014 06:31	20	3,1	SE
67	17.04.2014 06:51	20	3,4	SE
68	17.04.2014 07:11	20	4,1	S
69	17.04.2014 07:31	20	4,1	S
70	17.04.2014 07:51	20	3,4	SE
71	17.04.2014 08:11	20	4,1	SE
72	17.04.2014 08:31	20	4,8	SSE
73	17.04.2014 08:51	20	6,1	SSE
74	17.04.2014 09:11	20	6,5	SSE
75	17.04.2014 09:31	20	5,4	SE
76	17.04.2014 09:51	20	6,8	SSE
77	17.04.2014 10:11	20	5,8	SE
78	17.04.2014 10:31	20	7,5	SEE
79	17.04.2014 10:51	20	6,1	SE
80	17.04.2014 11:11	20	4,8	E
81	17.04.2014 11:31	20	6,5	SE
82	17.04.2014 11:51	20	5,4	SE
83	17.04.2014 12:11	20	4,4	SE
84	17.04.2014 12:31	20	3,4	SE
85	17.04.2014 12:51	20	4,8	S
86	17.04.2014 13:11	20	4,1	SE
87	17.04.2014 13:31	20	3,7	S
88	17.04.2014 13:51	20	3,1	SE
89	17.04.2014 14:11	20	2,7	SE

90	17.04.2014 14:31	20	0,7	SW
91	17.04.2014 14:51	20	1	SW
92	17.04.2014 15:11	20	2	S
93	17.04.2014 15:31	20	1,7	S
94	17.04.2014 15:51	20	2,7	E
95	17.04.2014 16:11	20	2	SE
96	17.04.2014 16:31	20	1,7	SE
97	17.04.2014 16:51	20	1,7	S
98	17.04.2014 17:11	20	1,7	S
99	17.04.2014 17:31	20	2	S
100	17.04.2014 17:51	20	1,7	SE
101	17.04.2014 18:11	20	1,4	SW
102	17.04.2014 18:31	20	2,4	S
103	17.04.2014 18:51	20	1,4	S
104	17.04.2014 19:11	20	2,4	S
105	17.04.2014 19:31	20	2,4	S
106	17.04.2014 19:51	20	1,7	S
107	17.04.2014 20:11	20	1,4	S
108	17.04.2014 20:31	20	2	S
109	17.04.2014 20:51	20	1,4	S
110	17.04.2014 21:11	20	1,4	S
111	17.04.2014 21:31	20	0,7	SW
112	17.04.2014 21:51	20	0	SW
113	17.04.2014 22:11	20	0,7	W
114	17.04.2014 22:31	20	1,4	NNW
115	17.04.2014 22:51	20	2,7	NW
116	17.04.2014 23:11	20	4,1	N
117	17.04.2014 23:31	20	3,4	N
118	17.04.2014 23:51	20	4,4	N

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Bitlis'in Tatvan ilçesinde doğdum. İlköğretimimi Tatvan Mehmetçik İlköğretim okulunda, lise eğitimi ise Tatvan Anadolu Lisesinde 2002 yılında tamamladım. 2002 yılında kazandığım Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği bölümünden 2007 yılında mezun oldum. 2007-2008 yıllarında Bitlis İli Tatvan ve Güroymak ilçelerinde Elektrik Arıza Bakım ve Onarımı İşi (182 Elektrik Arıza Servisi) başında koordinatör mühendislik görevinde çalıştım. 2009-2011 yılları arasında Harran Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığında Elektrik Mühendisi olarak görev yaptım. 2011-2018 yıllarında Bitlis Eren Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığında Elektrik Mühendisi olarak görev yapmaktayım. 2018-2019 yılları arasında aynı Daire Başkanlığında Şube Müdürlüğü vazifesini yürütmekteyim. Kurumumda çalıştığım süre zarfında ayrıca Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım. Yabancı dilim İngilizcedir.

Ömer GÜNTAŞ