

# RÜZGÂR ELEKTRİK SANTRALLERİ KONTROL ALGORİTMALARI

Dr. İzzet ALAGÖZ

© Copyright 2021

*Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da Bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.*

**ISBN**

978-625-7496-82-7

**Kitap Adı**

Rüzgâr Elektrik Santralleri Kontrol Algoritmaları

**Yazar**

İzzet ALAGÖZ

ORCID iD: 0000-0002-7167-8340

**Yayın Koordinatörü**

Yasin DİLMEN

**Sayfa ve Kapak Tasarımı**

Akademisyen Dizgi Ünitesi

**Yayıncı Sertifika No**

47518

**Baskı ve Cilt**

Vadi Matbaacılık

**Bisac Code**

TEC005030

**DOI**

10.37609/akya.723

**GENEL DAĞITIM**

**Akademisyen Kitabevi A.Ş.**

*Halk Sokak 5 / A*

*Yenişehir / Ankara*

*Tel: 0312 431 16 33*

*siparis@akademisyen.com*

**www.akademisyen.com**

## TEŐEKKÖR

Uzun bir çalıőmanın ve birikimin eseri olan bu kitabın oluşumunda; duaları ile beni destekleyen aile büyüklerime, başarılarıma sevinen dost ve kardeşlerime, her koşulda destekleyen ve hayatıma anlam katan fedakâr eşime, anlayış göstererek kendilerine ayırmam gereken zamanlarından feragat eden sevgili evlatlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Dr. İzzet ALAGÖZ



# İÇİNDEKİLER

|                                                         |               |
|---------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Bölüm 1: GİRİŞ .....</b>                             | <b>1</b>      |
| 1.1 Literatür Özeti.....                                | 1             |
| 1.2 Araştırmanın Amacı.....                             | 2             |
| 1.3 Hipotez.....                                        | 3             |
| <br><b>Bölüm 2: ENERJİ .....</b>                        | <br><b>5</b>  |
| 2.1 Yenilenemez Enerji Kaynakları.....                  | 5             |
| 2.1.1 Kömür .....                                       | 6             |
| 2.1.2 Petrol .....                                      | 8             |
| 2.1.3 Doğalgaz .....                                    | 12            |
| 2.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....               | 15            |
| 2.2.1 Hidroelektrik Enerjisi .....                      | 15            |
| 2.2.2 Güneş Enerjisi .....                              | 18            |
| 2.2.3 Rüzgâr Enerjisi .....                             | 20            |
| 2.2.4 Jeotermal Enerji .....                            | 23            |
| 2.2.5 Biyokütle Enerjisi .....                          | 25            |
| <br><b>Bölüm 3: RÜZGÂR ENERJİSİ METEOROLOJİSİ .....</b> | <br><b>29</b> |
| 3.1 Rüzgâr .....                                        | 29            |
| 3.1.1 Küresel Rüzgârlar .....                           | 30            |
| 3.1.2 Yerel Rüzgârlar .....                             | 30            |
| 3.1.2.1 Kara ve Deniz Meltemleri .....                  | 30            |
| 3.1.2.2 Dağ ve Vadi Rüzgârları .....                    | 31            |
| 3.1.2.3 Dünyada Esen Yerel Rüzgârlar .....              | 31            |
| 3.2 Rüzgâr Enerjisi Oluşumu.....                        | 32            |
| 3.3 Rüzgâr Enerji Potansiyel İstatistiği .....          | 34            |
| 3.3.1 Türbülans Yoğunluğu Hesabı .....                  | 34            |
| 3.3.2 Rüzgâr Gücü Hesaplanması.....                     | 35            |
| 3.3.3 Weibull Dağılımı.....                             | 35            |
| 3.3.4 Rayleigh Dağılımı.....                            | 36            |
| 3.3.5 Betz Limiti.....                                  | 38            |
| 3.4 Rüzgâr Hızını Etkileyen Faktörler .....             | 40            |
| 3.4.1 Türbülans Etkisi .....                            | 40            |

|                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.2 Tünel Etkisi .....                                                                 | 41        |
| 3.4.3 Tepe Etkisi.....                                                                   | 41        |
| 3.4.4 Yüzey Pürüzlülüğü Etkisi .....                                                     | 41        |
| 3.4.5 Yüksekliğe Bağlı Rüzgâr Hız Değişimi .....                                         | 42        |
| 3.5 Rüzgâr Ölçüm Sistemleri .....                                                        | 42        |
| 3.5.1 Ölçüm Parametreleri .....                                                          | 43        |
| 3.5.1.1 Rüzgâr Hızı ve Anemometre Kalibrasyonu .....                                     | 43        |
| 3.5.1.2 Rüzgâr Yönü .....                                                                | 45        |
| 3.5.2 Veri Kaydediciler .....                                                            | 47        |
| 3.5.3 Solar Güç Desteği .....                                                            | 48        |
| 3.5.4 Rüzgâr Ölçüm Direkleri .....                                                       | 48        |
| <b>Bölüm 4: RÜZGÂR TÜRBİNİ.....</b>                                                      | <b>51</b> |
| 4.1 Rüzgâr Türbinleri .....                                                              | 51        |
| 4.2 Rüzgâr Türbinlerini Oluşturan Ekipmanlar<br>(Rüzgâr Türbini Bileşenleri).....        | 54        |
| 4.3 Rüzgâr Türbin Türleri .....                                                          | 61        |
| 4.3.1 Yatay Eksenli Rüzgâr Türbinleri ve Bileşenleri.....                                | 64        |
| 4.3.2 Dikey Eksenli Rüzgâr Türbinleri ve Tipleri .....                                   | 67        |
| 4.4 Rüzgâr Türbinlerinde Kullanılan Jeneratör Türleri .....                              | 73        |
| 4.4.1 Çift beslemeli Asenkron Jeneratörler .....                                         | 73        |
| 4.4.2 Sabit Mıknatıslı Senkron Jeneratörler .....                                        | 76        |
| 4.5 Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Yapılacağı Alanların<br>Belirlenmesi ..... | 77        |
| 4.5.1 Eşik Değerinin Belirlenmesi .....                                                  | 77        |
| 4.5.2 RES Alanlarının Bölgelere Yaklaşma Mesafeleri .....                                | 79        |
| 4.5.3 RES Kurulacak Arazilerde Olması Gereken Teknik Özellikler .....                    | 80        |
| 4.5.4-RES Altyapı Planlaması ve Maliyeti .....                                           | 81        |
| 4.5.4.1 Kaynak Alanlarının Ekonomik Açından<br>Öncelik Sıralamasının Yapılması .....     | 83        |
| 4.5.5 Sistem Yatırım Maliyeti ve Üretilen Elektrikten<br>Elde Edilen Gelir .....         | 83        |
| 4.6 Dünyada Rüzgâr Elektrik Santralleri Uygulama Örnekleri.....                          | 86        |
| 4.7 Türkiye’de RES Uygulama Örnekleri.....                                               | 87        |
| 4.7.1 Bozcaada Rüzgâr Elektrik Santrali .....                                            | 89        |
| 4.7.2 Alaçatı Rüzgâr Elektrik Santrali .....                                             | 92        |

**Bölüm 5: RÜZGÂR ELEKTRİK SANTRALLERİ KONTROL**

|                                                                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ALGORİTMALARI .....</b>                                                                                     | <b>97</b> |
| 5.1 Rüzgâr Türbini Kontrol Sistemleri .....                                                                    | 97        |
| 5.2 Rüzgâr Türbinlerinde Kontrolün Nedenleri .....                                                             | 99        |
| 5.3 Rüzgâr Türbinlerinde Kontrol Süreçleri .....                                                               | 103       |
| 5.4 Rüzgâr Elektrik Santrallerinin Kontrolü İçin Kullanılabilecek<br>Doğrulamalı Kod Kütüphanesi (İZARES)..... | 107       |
| 5.5 Rüzgâr Elektrik Santrallerinde Kontrol Algoritmaları .....                                                 | 112       |
| 5.5.1 Yön Kontrol Algoritmaları .....                                                                          | 112       |
| 5.5.2 Yatay Eksenli Rüzgâr Türbin Kontrol Algoritmaları .....                                                  | 115       |
| 5.5.3 Rüzgâr Elektrik Santrali Çiftliği Kontrol Algoritmalar.....                                              | 125       |
| 5.5.4 Pitch Kontrolü .....                                                                                     | 136       |
| <br>SONUÇ .....                                                                                                | <br>144   |
| KAYNAKÇA .....                                                                                                 | 146       |

## KAYNAKÇA

- [1].Durak M., Özer S. 2008., Rüzgâr Enerjisi, TREB, Ankara.
- [2].EUAS, 2018, EOS Yazılımları, www.euas.gov.tr, Ankara.
- [3].Temel F., 2018, “Kyoto Protokolünün Dünya ve Türkiye Açısından Rüzgâr Kurulu Gücüne Etkilerinin Analizi”, Ege Üniversitesi Güneş Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Y.Lisans Tezi, İzmir:29.
- [4].TKİ (Türkiye Kömür İşletmecileri), 2018, Kömür (Linyit) Sektör Raporu, Ankara:109.
- [5].TKİ (Türkiye Kömür İşletmecileri), 2017, Kömür (Linyit) Sektör Raporu, Ankara:68.
- [6].Yeşilyurt T., 2011, “Türkiye’nin Bölgesel Enerji Politikaları ve Enerji Geçiş Hatlarının Türkiye Üzerine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş:7.
- [7].Pipe J., 2013, “Dünya Enerji Sorunları: Kömür Ne Kadar Kirliliyor?”, Çev.: C. Demirel, Salmat Basım Yayıncılık, Ankara:3.
- [8].Pipe J., 2013a., Petrol: Nereye Kadar?”, Çev.: C. Demirel, Salmat Basım Yayıncılık, Ankara:4-6.
- [9].Alkin K. ve Atman S., 2006, “Küresel Petrol Stratejilerinin Jeopolitik Açısından Dünya ve Türkiye Üzerindeki Etkileri”, Mega Ajans Matbaacılık, Ankara:4.
- [10].Erdal L. ve Karakaya E., 2012, “Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik, Siyasi ve Coğrafi Faktörler”, Uludağ Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 31(1), ss.107-136:108.
- [11].Gültekin A.H. ve Örgün Y., 1993, “Doğalgaz ve Çevre”, Çevre Dergisi, 1(9), ss.37-41:39
- [12].Pipe J., 2013b., “Doğalgaz Temiz Bir Fosil Yakıt mı?”, Çev.: C. Demirel, Salmat Basım Yayıncılık, Ankara:17.
- [13].Mabro R., 2006, “Renewable energy, in Oil in the 21st Century: Issues, Challenges and Opportunities”, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, ss.327-343:335.
- [14].Avery J.S., 2007, “Energy, Resources, and the Long-Term Future”, World Scientific Publishing, Singapore:141.
- [15].Avinç, A., 1998. “Değişik Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri”, Uludağ Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Bursa, 27 (7):19
- [16].YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü), 2020, “Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)”, www.yegm.gov.tr, 2020.
- [17].Pipe J., 2013d., “Güneş Enerjisi Bedava Enerji Kaynağı mı?”, Çev.: C. Demirel, Salmat Basım Yayıncılık, Ankara:3-22.
- [18].Yarbay R.Z., Güler A.Ş. ve Yaman E., 2011, “Renewable Energy Sources and Policies in Turkey”, 6th International Advanced Technologies Symposium (16-18 May.), ss.185-190:187.



- [19].Bozkurt Ü., 2008, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İzmir:66.
- [20].Sözen E., Gündüz G., Aydemir D., Güngör E., “Biokütle Kullanımının Enerji, Çevre, Sağlık Ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi”, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2017.
- [21].Tong H., Xu X.R., “Wind braking of magnetars: To understand magnetars’ multiwave radiation properties”, *Astronomical Notes*, Volume 335, Issue 6-7, p:757-762, 2014.
- [22].Erdal L. ve Karakaya E., 2012, “Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik, Siyasi ve Coğrafi Faktörler”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), ss.107-136.
- [23].Taylor F., 2009, “Wind Turbine Control Methods”, University of Florida, National Instruments, Florida, US:14.
- [24].Bayraç H.N., 2011, “Küresel Rüzgâr Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: XXX, Sayı:1, pp.:37-57.
- [25].Tong W., “Wind Power Generation and Wind Turbine Design”, 2010.
- [26].Brower M.C., 2012, “Wind Resource Assessment: A Practical Guide to Developing a Wind Project”, Wiley, 280, New Jersey.
- [27].Sharma A., Saxena B.K., Rao K.V.S., 2017, “Comparison of wind speed, wind directions, and weibull parameters for sites having same wind power density,” *International Conference on Technological Advancements in Power and Energy (TAP Energy)*, 1-6, Kollam.
- [28].Kaplan O. ve Temiz M., 2016, “The analysis of wind speed potential and energy density in Ankara”, 2016 IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), 919-923, Birmingham.
- [29].Ghosh S.K., Shawon M.H., Rahman M A., Nath S.K., 2014, “Wind energy assessment using Weibull Distribution in coastal areas of Bangladesh,” 3rd International Conference on the Developments in Renewable Energy Technology (ICDRET), 1-6, Dhaka,.
- [30].Jonkman J., Butterfield S., Musial W., and Scott G., “Definition of a 5 MW Reference Wind Turbine for Offshore System Development”, Technical Report, NREL/TP-500-38060, February 2009.
- [31].Wright A.D. and Fingersh L.J., “Advanced Control Design for Wind Turbines Part I: Control Design, Implementation, and Initial Tests”, Technical Report, NREL/TP-500-42437, March 2008.
- [32].Samal R.K. and Tripathy M., 2017, “Wind resource assessment and energy analysis for wind energy projects,” 6th International Conference on Computer Applications In Electrical Engineering-Recent Advances (CERA), 128-133, Roorkee.

- [33].Manwell J. F., McGowan J. G. and Rogers A. L., 2009, “Wind Energy Explained (Second Edition)”, Wiley, 689, United Kingdom.
- [34].Garcia-Sanz Mario, 2017, “Robust Control Engineering: Practical QFT Solutions”, CRC Press, Taylor & Francis, USA.
- [35].Karadeli S., 2001, “Rüzgâr enerjisi”, Temiz Enerji Vakfı, 1-30 Ankara.
- [36].Ragheb M., and Ragheb A.M., 2011, “Wind turbines theory-the betz equation and optimal rotor tip speed ratio in Fundamental and advanced topics in wind power in Tech”, Department of Nuclear, University of Illinois at Urbana-Champaign, 216 Talbot Laboratory, USA.
- [37].Çubukçu M. ve Özdamar A., “Enerji eldesinde ortalama Rüzgâr hızı ölçüm aralığı ve hellmann katsayısının önemi: Söke örneği”, MMO, II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 15-18 Ekim 2003, İzmir.
- [38].Durak M., 2009, “Rüzgâr ölçümlerinde dikkat edilmesi gereken hususlar”, Ankara:1.
- [39].Molloy R., 1968, “First Programmable Logic Controllers”, Bedford Associates, USA.
- [40].Bailey B.H., McDonald S. L., Bernadett D. W., Markus M.J. and Elsholz K.V., 1997 “Wind Resource Assessment Handbook”, AWS Scientific Inc., CESTM, 251 Fuller-Road Albany, NY 12203:1-4.
- [41].Özgür M.A., 2006, “Kütahya Rüzgâr karakteristiğinin istatistiksel analizi ve elektrik üretimine uygulanabilirliği”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kütahya:64-65.
- [42].Ataseven M. ve Ataseven S., 2009, “Rüzgâr Ölçüm Sistemleri”, RÜGES 2009, Samsun OMÜ Kurupelit Yerleşkesi, EMO Samsun Şubesi.
- [43].Elibüyük U., Üçgül İ., “Rüzgâr Türbinleri, Çeşitleri ve Rüzgâr Enerjisi Depolama Yöntemleri”, Süleyman Demirel Üniversitesi” YEKARUM e-DERGİ (Journal of YEKARUM), 2014/Cilt 2/Sayı 3.
- [44].Özgener Ö., 2002, “Türkiye’de ve Dünyada Rüzgâr Enerjisi Kullanımı”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi, Cilt:4 Sayı:3 s:159-173.
- [45].Al Shemmeri T., 2010, “Wind turbines. London : Business School Regent’s Park London”, NW1 4SA United Kingdom.
- [46].Hau E., 2013, “Wind turbines fundamentals , technologies, application, economics” (3.baskı), London: Springer.
- [47].Toker K.A., “Değişken Hızlı Rüzgâr Enerji Çevrim Sisteminin Yenilikçi FPGA Kontrol Uygulaması”, Ege Üniversitesi Güneş Bilimleri Enstitüsü” Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir, 2012:24.
- [48].Keleş D, Vezir A., Parlak A., Cesur İ., Boru B., Koç T., “Bir Rüzgâr türbini tasarımı ve geliştirilmesi”, SAÜ Fen Bil. Der. 17.Cilt, 2.Sayı, s.207-216, 2013:208.
- [49].Sahin B., Bilgili M, Akıllı H., 2005, “The wind power potential of the eastern Mediterranean region of Turkey”, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Volume:93, pp.:171–183.

- [50].Kaya K., Koç E., 2015, "Yatay Eksenli Rüzgâr Türbinlerinde Kanat Profil Tasarımı ve Üretim Esasları", *Mühendis ve Makine*, 56(670):38-48.
- [51].Kurt G., 2011, "Dişli Kutulu ve Dişli Kutusuz Rüzgâr Türbini-Jeneratör Sistemlerinin Karşılaştırılması", *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- [52].Jensen, J. P. And Skelton K., 2018, "Wind turbine blade recycling: Experiences, challenges and possibilities in a circular economy", In *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- [53].Sintra H., Mendes V.M.F, Melício R., 2014, "Modelling and Simulation of Wind Shear and Tower Shadow on Wind Turbines", *Procedia Technology* 17:471–477.66, 2011:14.
- [54].Al-Quraan A. and Alrawashdeh H., 2018 "Correlated capacity factor strategy for yield maximization of wind turbine energy", 5th International Conference on Renewable Energy: Generation and Applications (ICREGA), 264-267Al Ain.
- [55]. Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., Bossanyi, E., 2001, "Wind Energy Handbook", John Wiley & Sons Ltd., Hoboken.
- [56].Sargolzaei J., 2007, "Prediction of the power ratio and torque in wind turbine Savonius rotors using artificial neural networks", In *Proceedings of the WSEAS international Conference on Renewable Energy Sources*, (pp. 14-16).
- [57].Zemamou M., Aggour M., and Toumi A., 2017, "Review of savonius wind türbine design and performance", *Energy Procedia*, 141, 383-388.
- [58].Hau E., 2006, "Wind Turbines: Fundamentals, technologies, application, economics", Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.
- [59].Paraschivoiu I., 2002, "Wind turbines design with emphasis on darrieus concept", Canada: Ecole Polytechnique de Montreal.
- [60].Castillo J., 2011, "Small Scale Vertical Axis wind Turbine", Bachelor's Thesi Degree program in Aeronautical Engineering Tampere University of Applied Sciences.
- [61].Durak M., Özer S., 2008, "Rüzgar Enerjisi: Teori ve Uygulama", Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [62].Bodur A., Özşar Ç., Editör: Ackermann T., "Güç Sistemlerinde Rüzgâr", Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara, 2009.
- [63].Kadam D.P, Kushare B.E, "Overview of different wind generator systems and their comparisons", *International Journal of Engineering Science & Advanced Technology (IJESAT)*, 2(4), 1076-1081, 2012.
- [64].Dursun E., Binark A.K., "Rüzgâr Türbinlerinde Kullanılan Generatörler", VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 2008.
- [65].Neha V., Arun P., "Theoretical approach for comparison of various types of wind generator systems", *International Journal of Recent Research in Electrical and Electronics Engineering (IJRREEE)*, 2(2), 29-35, 2015.

- [66].Kültür D., Başak S., “Rüzgâr Santrallerinin Temel Çalışma İlkeleri ve Koruma Yönünden Şebekeye Bağlantı Kriterleri”, EMO Ulusal Elektrik Tesisat Kongresi YG Çalıştayı, İzmir, 2009.
- [67].TEİAŞ, www.teias.gov.tr, 2020.
- [68].US Department Of Energy, “2014 Wind Technologies Market Report”, 2015.
- [69].NREL, “New National Wind Potential Estimates for Modern and Near-Future Turbine Technologies”.
- [70].Black and Veatch, “Utah Renewable Energy Zone (UREZ), Task Force, Phase II”, 2010.
- [71].Üstünel M., “Enerji Üretimi, İletimi ve Dağıtımı”, 2012.
- [72].Demir İ., “Güneş Enerjisinden Elektrik Üretim Sistemlerinin İncelenmesi ve 5346 Sayılı Kanun’da Yapılan Düzenleme Sonrasında Türkiye’de Güneş Enerjisi Yatırımlarının Ekonomik Analizi”, 2012.
- [73].Kalkan, M., 2011. “Türkiye’de Enerji Politikaları ve Enerji Özelleştirmeleri”, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş:15.
- [74].Global Wind Report, GWEC 2018, April 2019.
- [75].Ritschel U., Warnke I., Kirchner J. and Meussen B., 2003., “Wind turbines and earthquakes”, 2nd World Wind Energy Conference, Cape Town, South Africa. World Wind Energy Association, 1–8.
- [76].Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği TUREB, “Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu” Temmuz 2019.
- [77].AWS Truepower, “Wind Resource Assessment Handbook-Final Report”, New York State Energy Research and Development Authority, New York, April 2010.
- [78].Akova İ., 2008, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Nobel Yayınları No:1294, Teknik Bilimler, Ankara.
- [79].Satir M., Murphy F., McDonnell K., 2018, “Feasibility study of an offshore wind farm in the Aegean Sea, Turkey, Renewable and Sustainable Energy Reviews”, Volume 81, Part 2, Pages 2552-2562.
- [80].Ghenai C., 2012, “Life Cycle Analysis of Wind Turbine”, In Sustainable Development Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment.
- [81]. Enerji atlası, www.enerjiatlası.com/ruzgar/bores-bozcaada-res.html.
- [82].İlkılıç Z., 2016, “Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Gelişimi”, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 2.
- [83].Kuo B. C., 1967, “Automatic Control Systems”, Prentice-Hal.
- [84].Tripathi S., 1984, “Modern Control Systems. Infinity Science Press”, Hingham, Massachusetts.
- [85].Bianchi F.D., Battista H.D., Mantz R.J., 2007, “Wind Turbine Control Systems”, Principles, Modelling and Gain Scheduling Design, Springer-Verlag London.

- [86].Bailey D., Wright E., 2003, "Practical SCADA for Industry", Butterworth-Heinemann Press, Oxford, England.
- [87].Hansen M., Hansen A., Larsen T., Oye S., Sorensen P., Fuglsang P., 2005, "Control Design for a Pitch-Regulated, Variable Speed Wind Turbine", Technical Report RISO-R-1500 (EN), Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark.
- [88].Bossanyi E., 2000, "The Design of Closed Loop Controllers for Wind Turbines", Wind Energy 3, 149-163.
- [89].Johnson K., Fingersh L., Wright A., 2005, "Controls Advanced Research Turbine: Lessons Learned During Advanced Controls Testing", Technical Report NREL/TP-5000-38130, National Renewable Energy Laboratory, Golden, USA.
- [90].Jauch C., Matevosyan J., Ackermann T., Bolik S., 2005, "International Comparison of Requirements for Connection of Wind Turbines to Power Systems", Wind Energy, 8 (3), 295-306.
- [91].Bridner H., 1999, "Power Control for Wind Turbines in Weak Grids: Concepts Development" Technical Report RISO-R-1118(EN), Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark.
- [92].Miller T., 1982, "Reactive Power Control in Electric Systems", John Wiley & Sons, New York, USA.
- [93].Tapia A., Tapia G., Ostolaza J., 2004, "Reactive Power Control of Wind Farms for Voltage Control Applications", Renewable Energy, 29, 377-392.
- [94].Manwell J.F., McGowan J.G. and Rogers A.L., 2002, "Wind Energy Explained-Theory, Design and Application", John Wiley of Sons Ltd University of Massachusetts, Amherst, USA.
- [95].Hansen M., Hansen A., Larsen T., Oye S., Sorensen P., Fuglsang P., 2005, "Control Design for a Pitch-Regulated, Variable Speed Wind Turbine", Technical Report RISO-R-1500 (EN), Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark.
- [96].Mejia E. R., Filipek J.W., Salazar J.T., 2003, "A cheap, reliable and efficient regulator for small horizontal axis wind turbines", Applied Energy, 74, 229-237.
- [97].Ragheb M., and Ragheb A.M., 2011, "Wind turbines theory-the betz equation and optimal rotor tip speed ratio. In Fundamental and advanced topics in wind power in tech", Department of Nuclear, University of Illinois at Urbana-Champaign, 216 Talbot Laboratory, USA.
- [98].Hinrichsen E.N., 1984, "Controls of Variable Pitch Wind Turbine Generators" IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, 103 (4), 886-892.
- [100].Det Norske Veritas and Riso National Laboratory, 2002.
- [101].Alagöz İ., 2011, "Rüzgâr Elektrik Santrallerinin Kontrolü İçin Kullanılabilecek Validasyonlu Kod Kütüphanesi Geliştirilmesi", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Doktora Tezi, İzmir.
- [102].Kritoffersen J.R., Christiansen P., 2003, "Horns Rev Offshore Wind Farm: Its Main Controller and Temote Control System", Wind Engineering, 27(5), 351-360.

- [103].Jonkman J.M.,Buhl Jr. M.L., 2005, “FAST User’s Guide”, Technical Report, NREL/TP-500-38230.
- [104].Slootweg J.G., de Haan S.W.H., Polinder H., Kling W., 2002, “Aggregated Modeling of Wind Parks with Variable Speed Wind Turbines in Power System Dynamics Simulations”, presented at the 14th Power Systems Computation Conference, Seville, Spain.
- [105].Aho J., Pao L., Fleming P., 2013, “An active power control system for wind turbines capable of primary and secondary frequency control for supporting grid reliability”, 51st AIAA Aerospace Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition, 2013.