

Makine Mühendisliğinde Güncel Konular

Editör

Naime Filiz ÖZDİL



© Copyright 2025

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi AŞ'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

978-625-375-899-8

Yayıncı Sertifika No

47518

Kitap Adı

Makine Mühendisliğinde Güncel Konular

Baskı ve Cilt

Vadi Matbaacılık

Editör

Naime Filiz ÖZDİL

ORCID iD: 0000-0003-0083-7524

Bisac Code

TEC000000

DOI

10.37609/akya.4011

Yayın Koordinatörü

Yasin DİLMEN

Sayfa ve Kapak Tasarımı

Akademisyen Dizgi Ünitesi

Kütüphane Kimlik Kartı

Makine Mühendisliğinde Güncel Konular / ed. Naime Filiz Özdil.

Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2025.

177 s. : tablo, şekil ; 160x235 mm.

Kaynakça var.

ISBN 9786253758998

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi AŞ

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖN SÖZ

Akademisyen Yayınevi yöneticileri, yaklaşık 35 yıllık yayın tecrübesini, kendi tüzel kişiliklerine aktararak uzun zamandan beri, ticarî faaliyetlerini sürdürmektedir. Anılan süre içinde, başta sağlık ve sosyal bilimler, kültürel ve sanatsal konular dahil 3800'ü aşkın kitabı yayımlamanın gururu içindedir. Uluslararası yayınevi olmanın alt yapısını tamamlayan Akademisyen, Türkçe ve yabancı dillerde yayın yapmanın yanında, küresel bir marka yaratmanın peşindedir.

Bilimsel ve düşünsel çalışmaların kalıcı belgeleri sayılan kitaplar, bilgi kayıt ortamı olarak yüzlerce yılın tanıklarındır. Matbaanın icadıyla varoluşunu sağlam temellere oturtan kitabın geleceği, her ne kadar yeni buluşların yörüngesine taşınmış olsa da, daha uzun süre hayatımızda yer edineceği muhakkaktır.

Akademisyen Yayınevi, kendi adını taşıyan “**Bilimsel Araştırmalar Kitabı**” serisiyle Türkçe ve İngilizce olarak, uluslararası nitelik ve nicelikte, kitap yayımlama sürecini başlatmış bulunmaktadır. Her yıl mart ve eylül aylarında gerçekleşecek olan yayımlama süreci, tematik alt başlıklarla devam edecektir. Bu süreci destekleyen tüm hocalarımıza ve arka planda yer alan herkese teşekkür borçluyuz.

Akademisyen Yayınevi A.Ş.

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1	Akıllı Sensör Teknolojileri.....	1
	<i>İsmail BÖĞREKÇİ</i>	
	<i>Pınar DEMİRCİOĞLU</i>	
Bölüm 2	Makine Elemanlarında Ölçülendirme, İmalat Doğruluğu ve Montaj Uyumunun Esasları.....	35
	<i>İsmail BÖĞREKÇİ</i>	
	<i>H. Saygın SUCUOĞLU</i>	
	<i>Mehmet TEMEL</i>	
	<i>Pınar DEMİRCİOĞLU</i>	
Bölüm 3	Rüzgâr Enerjisinde Yenilikçi Yaklaşımlar	95
	<i>Fatih SERTTAŞ</i>	
Bölüm 4	Kesme Endüstrisi İçin Yüksek Basıncılı Saf Su Jet Nozulu Tasarımın Sayısal Analizi	105
	<i>Ebru BİLİCİ</i>	
	<i>Orhan Erdal AKAY</i>	
	<i>Muhammet İbrahim AŞÇI</i>	
Bölüm 5	Türkiye’de Sert Kabuklu Tarımsal Atıkların Biyoyakıt Olarak Değerlendirilme Potansiyeli	117
	<i>Betül ŞAHİN</i>	
Bölüm 6	Deniz Üstü Rüzgâr Enerjisi	129
	<i>Bülent KARA</i>	
	<i>Faruk ORAL</i>	
Bölüm 7	R245fa Akışkanlı Organik Rankine Çevriminin Ekserji ve Eksergoekonomik Analizi.....	155
	<i>Damla ERİŞGİN</i>	
	<i>Atakan TANTEKİN</i>	
	<i>Naime Filiz ÖZDİL</i>	

YAZARLAR

Doç. Dr. Orhan Erdal AKAY

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
Bölümü

Arş. Gör. Muhammet İbrahim AŞÇI

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
Bölümü

Öğr. Gör. Ebru BİLİCİ

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Airbus-
TUSAŞ Havacılık Meslek Yüksekokulu,
Makine Programı

Prof. Dr. İsmail BÖĞREKCI

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
Bölümü

Prof. Dr. Pınar DEMİRCİOĞLU

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
Bölümü

Damla ERİŞGİN

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji
Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine
Mühendisliği Bölümü

Bülent KARA

Makine Mühendisi, Tatvan Mesleki Eğitim
Merkezi

Doç. Dr. Faruk ORAL

Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık
Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Naime Filiz ÖZDİL

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji
Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine
Mühendisliği Bölümü

Öğr. Gör. Dr. Betül ŞAHİN

Trabzon Üniversitesi, Beşikdüzü MYO,
Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Fatih SERTTAŞ

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü,

Dr. H. Saygın SUCUOĞLU

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Atakan TANTEKİN

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji
Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine
Mühendisliği Bölümü

Öğr. Gör. Mehmet TEMEL

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Aydın
Meslek Yüksekokulu Otomotiv Teknolojisi
Programı

Bölüm 1

AKILLI SENSÖR TEKNOLOJİLERİ

İsmail BÖĞREKÇİ¹
Pınar DEMİRCİOĞLU²

1.1. GİRİŞ

Klasik sensörler ve vericiler, veri toplama ve kontrol amaçları için birçok alanda kullanılmaktadır. Endüstri 4.0'ın bir parçası olarak, gelecekteki fabrikalar için akıllı sensörler geliştirilmiştir. Bu sensörler, veri toplama ve yönetimi için uzaktan erişim sistemlerinde kullanılır ve robotların veya mekatronik sistemlerin daha işlevsel ve daha hızlı çalışmasına yardımcı olur.

Akıllı sensörler, sensör ünitelerine ek olarak, verileri toplayan, işleyen ve analiz eden ve belirli koşulların karşılanıp karşılanmadığını gösteren çıktı sağlayan sinyal işleme cihazları, analog-dijital dönüştürücüler, mikroişlemciler/mikrodenetleyiciler, insan-makine arayüzleri ve kablolu/kablosuz veri iletim sistemlerine sahip sistemlerdir. Son on yılda, robotların otomatik kayıt, güvenlik ve parça tanıma gibi birçok endüstriyel uygulamada kullanılabilmesi ve görsel algılama, akustik algılama, kuvvet algılama ve benzeri işlevleri yerine getirebilmesi için çeşitli özelliklere sahip sensörler geliştirilmiştir.

Akıllı sensörleri uygularken, üç temel noktaya odaklanılır. Bunlar şunlardır:

1. Önceden yapılandırılmış işlevler için ana uygulama işlemcisiyle veri iletişimini azaltmak,
2. Bazı veriler filtrelendiği ve tüm işlemlerin ana işlemci tarafından gerçekleştirilmesine gerek olmadığı için, sistem güç tüketimini azaltır,
3. Standart dijital arayüzler ve önceden tanımlanmış işlevler sayesinde daha kolay entegrasyon sağlamak ve tüm uygulamaları ham verilerden geliştirmek zorunda kalmamaktır.

¹ Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID iD: 0000-0002-9494-5405

² Prof. Dr. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, pınar.demircioglu@adu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1375-5616

Akıllı Sensör Teknolojileri, müşteri hizmetlerini etkilemektedir. Çalışanların yerini yapay zekâ ile donatılmış robotlar almaya başlamaktadır. Muhtemelen, bu durum açılış saatlerini ve günlerini belirleyecek ve nihayetinde yılda 24 saat ve 365 güne ulaşacaktır. Akıllı cihazlardan toplanan çok kanallı veriler, perakendecilerin dinamik fiyatlandırma stratejisi gibi daha esnek operasyonel yaklaşımlara sahip olmalarını sağlamakta, daha fazla satış yapma ve müşteri memnuniyetini artırma imkânı vermektedir.

Şu anda, sadece uygulanabilir kavramların eksikliği değil, aynı zamanda makine elemanlarının kendilerini sensörler ile entegre etmeleri gerekmektedir. Dolayısıyla, mekatronik sistemlere kolay ve uygun maliyetli bir şekilde entegre edilebilen sensör çözümlerine ihtiyaç vardır. Makine elemanlarının mekatronik ve akıllı sistemlere başarılı entegrasyonları için geliştirme yöntemlerinin gelecekteki araştırmalar için ele alınması gereken konular arasındadır.

Gelecekte akıllı sensör teknolojileri, gıda güvenliği, biyolojik tehlike algılama, güvenlik tehlikesi algılama ve uyarı, çevre izleme, sağlık izleme ve tıbbi teşhis, endüstriyel ve havacılık uygulamaları, akıllı antenler, otomobiller ve akıllı otoyollar gibi uygulamalar üzerinde derin bir etkiye sahip olacaktır.

KAYNAKÇA

1. <https://www.ulalalab.com/what-is-a-smart-sensor/>, Erişim Tarihi: 23.02.2020.
2. M. Chaudhari, S. Dharavath, "Study of Smart Sensors and their Applications", International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 3(1), 2014.
3. <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/smart-sensor>, Erişim Tarihi: 23.02.2020.
4. F. L. Lewis, "Wireless Sensor Networks, Smart Environments: Technology, Protocols, and Applications", In: D. J. Cook and S. K. Das, Eds., Smart Environments: Technologies, Protocols, and Applications, John Wiley, New York, doi:10.1002/047168659X, 2004.
5. S. C. Mukhopadhyay, "Wearable sensors for human activity monitoring: A review", IEEE Sensors J., vol. 15, no. 3, pp. 1321-1330, 2015.
6. H. Ghayvat, S. C. Mukhopadhyay, J. Liu, A. Babu, E. Elahi, and X. Gui, "Internet of things for smart homes and buildings: Opportunities and challenges", Austral. J. Telecommun. Digit. Econ., vol. 3, no. 4, pp. 33-47, 2015.
7. M. R. Alam, M. B. I. Reaz, and M. A. M. Ali, "A review of smart homes-past, present, and future", IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. Syst., 42(6), pp. 1190-1203, 2012.
8. Z. Song, M. T. Lazarescu, R. Tomasi, and L. Lavagno, "High-Level Internet of Wireless Sensor Networks, in Internet of Things: Challenges and Opportunities", Cham, Switzerland: Springer, pp. 75-109, 2014.
9. S. D. T. Kelly, N. K. Suryadevara, and S. C. Mukhopadhyay, "Towards the implementation of IoT for environmental condition monitoring in homes", IEEE Sensors J., 13(10), pp. 3846-3853, 2013.
10. G. Kortuem, F. Kawsar, D. Fitton, V. Sundramoorthy, "Smart objects as building blocks for the internet of things", IEEE Comput. Soc. 10, 1089-7801, 2010.
11. Y. Niu, W. Lu, K. Chen, G.G. Huang, C. Anumba, "Smart construction objects", J. Comput. Civ. Eng. 30(4), 2016.
12. Z. Trabelsi, S. Zeidan, "Multilevel early packet filtering technique based on traffic statistics and splay trees for firewall performance improvement", 2012 IEEE International Conference on Communications (ICC), 2012.

13. T. Chen, G. Li, J. Yang, and H. Liu , “Wireless Smart Sensor Networks”, System, Trends, and the Applications in Engineering, Journal of Sensors, 2016.
14. R. Anderl et al., “Smart Engineering – Interdisziplinäre Produktentstehung”– Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, München, 2012.
15. G. Vorwerk-Handing, T. Gwosch, S. Schork, Classification and examples of next generation machine elements. Forsch Ingenieurwes 84, 21–32, (2020).
16. B.F. Spencer Jr., J.-W. Park, K.A. Mechitov, H. Jo, G. Agha, “Next Generation Wireless Smart Sensors Toward Sustainable Civil Infrastructure”, ScienceDirect, Procedia Engineering 171, 5-13, 2017.
17. B. Gu , W. Lee, K. Sawada, M. Ishida, “Wireless smart sensor with small spiral antenna on Si-substrate”, Science Direct, Microelectronics Journal, 42(9), pp.1066-1073, 2011.
18. M. Dener, C. Bostancioğlu, “Smart Technologies with Wireless Sensor Networks, Science Direct”, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 195(3), pp. 1915-1921, 2015.
19. J. V.Capella, A. Bonastre, R. Ors, M. Peris, “An interference-tolerant nitrate smart sensor for Wireless Sensor Network applications”, Science Direct, Sensors and Actuators B: Chemical, 213, pp. 534-540, 2015.
20. C. Chen, M. Lin, X. Guo, “High-level modeling and synthesis of smart sensor networks for Industrial Internet of Things”, Science Direct, Computers & Electrical Engineering, 61, pp. 48-66, 2017.
21. M. A. Akkaş , R. Sokullu, H.E. Çetin , “Healthcare and Patient Monitoring Using IoT”, Journal Pre-proof.
22. S. Tuli, N. Basumatary, S. S. Gill, M. Kahani, R.C. Arya, G.S. Wander, R.Buyya, “HealthFog: An ensemble deep learning based Smart Healthcare System for Automatic Diagnosis of Heart Diseases in integrated IoT and fog computing environments”
23. Gope, Prosanta and Hwang, Tzonelih, “BSN-Care: A secure IoT-based modern healthcare system using body sensor network”, IEEE sensors journal, 16- 5, pp 1368-137, 2015.
24. Ng, J.W.P., Lo, B.P.L., Wells, O., Sloman, M., Peters, N., Darzi, A., Toumazou, C., Yang, G.-Z. Ubiquitous , “Monitoring Environment for Wearable and Implantable Sensors (UbiMon)”, Proceedings of 6th International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp’04), Nottingham, UK, 7–14, 2004.
25. Dagtas, S., Pekhteryev, G., and Sahinoglu, Z., “Multistage real time health Monitoring via ZigBee in smart homes”, Mitsubishi Electric Research Laboratories, 2007.
26. Hong, J.H., Kim, N.J., Cha, E.J., and Lee, T.S., “Development of ZigBee-based mobile healthcare system”, IFMBE Proceedings, Volume 6, JC27, 2006.
27. Park, J., Cho, J., Choi, J., and Nam, T., “A ZigBee network based multi-channel heart rate monitoring system for exercising rehabilitation patients”, IEEE, 2007.
28. Sesia, S., Baker, M. and Toufik, “I. LTE-the UMTS long term evolution: from theory to practice.”, John Wiley & Sons, 2011.
29. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, “M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future generation computer systems” , 29(7), 1645-1660, 2013.
30. R. Want, “Near field communication”, IEEE Pervasive Comput., vol. 10, no. 3, pp. 4-7, Jul./Sep. 2011.
31. Catarinucci, Luca and De Donno, Danilo and Mainetti, Luca and Palano, Luca and Patrono, Luigi and Stefanizzi, Maria Laura and Tarricone, Luciano. “An IoT-aware architecture for smart healthcare systems”, IEEE Internet of Things Journal, 2-6, pp. 515-526, 2015.
32. S.M.R. Islam, D. Kwak, M.D.H. Kabir, M. Hossain, K.S. Kwak, “The Internet of Things for health care: a comprehensive survey”, IEEE Access 3, 678–708, 2015.
33. A.M. Rahmani, T.N. Gia, B. Negash, A. Anzanpour, I. Azimi, M. Jiang, P. Liljeberg, “Exploiting smart e-health gateways at the edge of healthcare Internet-of-Things: a fog computing approach”,

- Future Gener. Comput. Syst. 78, pp.641–658, 2018.
34. Shreshth Tuli, Nipam Basumatary, Rajkumar Buyya, Edgelens, “Deep learning based object detection in integrated IoT, fog and cloud computing environments”, in: Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Information Systems and Computer Networks, ISCON 2019, Mathura, India, November 21–22, IEEE Press, USA, 2019.
 35. Sukhpal Singh Gill, Rajesh Chand Arya, Gurpreet Singh Wander, Rajkumar Buyya, “Fog-based smart healthcare as a Big Data and cloud service for heart patients using IoT”, in: International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things, Springer, Cham, pp. 1376–1383, 2018.
 36. S. He, B. Cheng, H. Wang, Y. Huang, J. Chen, “Proactive personalized services through fog-cloud computing in large-scale IoT-based healthcare application”, China Commun, 14(11), pp.1–16, 2017.
 37. Shreshth Tuli, Redowan Mahmud, Shikhar Tuli, Rajkumar Buyya, “FogBus: A blockchain-based lightweight framework for edge and fog computing”, J. Syst. Softw. 154, pp. 22–36, 2019.
 38. Ammar Awad Mutlag, Mohd Khanapi Abd Ghani, Net al Arunkumar, Mazin Abed Mohamed, Othman Mohd, “Enabling technologies for fog computing in healthcare IoT systems”, Future Gener. Comput. Syst. 90, pp. 62–78, 2019.
 39. Vasileios Moysiadis, Panagiotis Sarigiannidis, Ioannis Moscholios, “Towards distributed data management in fog computing”, Wirel. Commun. Mob. Comput., 2018.
 40. Sanaz Rahimi Moosavi, Tuan Nguyen Gia, Ethiopia Nigussie, Amir M. Rahmani, Seppo Virtanen, Hannu Tenhunen, Jouni Isoaho, “End-to-end security scheme for mobility enabled healthcare Internet of Things”, Future Gener. Comput. Syst. 64, pp. 108–124, 2016.
 41. Abdullahi Ibrahim, Suki Arif, Suhaidi Hassan, “Ubiquitous shift with information centric network caching using fog computing”, in: Computational Intelligence in Information Systems, Springer, Cham, pp. 327–335, 2015.
 42. Mahadev Satyanarayanan, “The emergence of edge computing”, Computer 50(1), pp. 30–39, 2017.
 43. Robert Naeije, Anna Ryan Hemnes, “The Difficult Diagnosis of Pulmonary Vascular Disease in Heart Failure”, pp. 308–310, 2016.
 44. Marco Papa, Chiara Camesasca, Francesco Santoro, Elena Zoia, Gabriele Fragasso, Salvatore Giannico, L. Sergio, F. Chierchia, et al., “Echocardiography in detecting Anomalous Pulmonary Venous Connection: Four False Positive Cases”, Heart 73(4), pp. 355–358, 1995.
 45. Varun H. Buch, Irfan Ahmed, Mahiben Maruthappu, “Artificial Intelligence in Medicine: Current Trends and Future Possibilities”, Br. J. Gen. Pract. 68(668), pp. 143–144, 2018.
 46. Trishan Panch, Heather Mattie, Leo Anthony Celi, “The inconvenient truth about AI in healthcare”, NPJ Digit. Med. 2, 2019.
 47. L.E. Juarez-Orozco, F.M. Martinez-Manzanera, R.J.J. Van Der Zant, O. Knol, J. Knuuti, “241 deep learning in quantitative PET myocardial perfusion imaging to predict adverse cardiovascular events”, Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging 20 (Supplement_3) (2019) jez145-005.
 48. U. Rajendra Acharya, Hamido Fujita, Shu Lih Oh, Yuki Hagiwara, Jen Hong Tan, Muhammad Adam, “Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals”, Inform. Sci. 415, pp. 190–198, 2017.
 49. C. Vecchiola, X. Chu, R. Buyya, Aneka, “A software platform for NET-based cloud computing”, in: High Speed and Large Scale Scientific Computing 18, pp. 267–295, 2009.
 50. A. GaurBryan ,S. Gerard, P. McClean, “Smart City Architecture and its Applications based on IoT”, Procedia Computer Science 52 , pp. 1089-1094, 2015.
 51. B. Li, J. Yu, “Research and application on the smart home based on component technologies and Internet of Things”, Procedia Engineering 15, 2087-2092, 2011.
 52. S. C. K. Tekouabou, E. A. A. Alaoui, W. Cherif, H. Silkan , “Improving parking availability prediction in smart cities with IoT and ensemble-based model”, Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 2020.

53. Yasuda, S., & Miyazaki, S. “*Fatigue Crack Detection System Based on IoT and Statistical Analysis*”. *Procedia CIRP*, 61, 785-789, 2017.
54. J. Doshi, T. Patel, S. K. Bharti, “*Smart Farming using IoT, a solution for optimally monitoring farming conditions*”, The 3rd International workshop on Recent advances on Internet of Things: Technology and Application Approaches (IoT-T&A 2019) November 4-7, 2019, Portugal, *Procedia Computer Science* 160, pp. 746–751, 2019.
55. Li, X., Zhao, N., Jin, R., Liu, S., Sun, X., & Wen, X. et al. “*Internet of Things to network smart devices for ecosystem monitoring*”. *Science Bulletin*, 64(17), pp. 1234-1245, 2019.
56. Khattab, A., Habib, S., Ismail, H., Zayan, S., Fahmy, Y., & Khairy, M. “*An IoT-based cognitive monitoring system for early plant disease forecast*”. *Computers And Electronics In Agriculture*, 166, 105028. doi: 10.1016/j.compag.2019.105028, 2019.
57. Nawandar, N., & Satpute, V., “*IoT based low cost and intelligent module for smart irrigation system*”. *Computers And Electronics In Agriculture*, 162, 979-990, 2019.
58. USability of Environmentally sound and Reliable techniques in Precision Agriculture (User-PA)-(Vineyard Robot Design and Development), TUBITAK Project (FP7-ERA-NET International), Project Coordinator: Prof.Dr. Ismail BOGREKCI, 2016.
59. Bogrekci, I., “*Sanayi 4.0 ve Sensör Dünyası*”, Sanayi 4.0 Teknolojik Alanları ve Uygulamaları, Pegem Yayıncılık, 2020.
60. Demircioğlu, P., “*Sanayi 4.0 ve Ar-Ge/Tasarım Merkezleri*”, Sanayi 4.0 Teknolojik Alanları ve Uygulamaları, Pegem Yayıncılık, 2020.

Bölüm 2

MAKİNE ELEMANLARINDA ÖLÇÜLENDİRME, İMALAT DOĞRULUĞU VE MONTAJ UYUMUNUN ESASLARI

İsmail BÖĞREKÇİ¹
H. Saygın SUCUOĞLU²
Mehmet TEMEL³
Pınar DEMİRCİOĞLU⁴

1.1. GİRİŞ

1.1.1. Tanımlar

Makine: Enerji üreten, ileten, değiştiren veya biriktiren ve bu şekilde faydalı iş yapabilen sistemlere makine denir.

Makine Elemanları: Bütün makineler istenilen fonksiyonu yerine getirmek için farklı makine elemanlarının bir araya getirilmesiyle oluşmuştur. Bu makine elemanlarının her birinin farklı görevleri vardır. Makinenin verimli bir şekilde istenilen fonksiyonunu yerine getirmesi için bütün makine elemanlarının eksiksiz görevlerini yerine getirmesi gerekmektedir. Bütün makine elemanları kullandıkları makinelerdeki fonksiyonları bakımından aynı görevi yerine getirmektedirler. Fonksiyonları benzer olan ve ortak özellikleri bulunan, aynı amaç doğrultusunda tasarlanan elemanlar bir makine elemanı grubunu oluştururlar.

1.1.2. Makine Elemanlarının Sınıflandırılması

Makine elemanları fonksiyonlarına göre 6 ana başlık altında toplanabilir. Bunlar Şekil 1.1'de verilmiştir.

¹ Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID iD: 0000-0002-9494-5405

² Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID iD: 0000-0002-2136-6015

³ Öğr. Gör., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Aydın Meslek Yüksekokulu Otomotiv Teknolojisi Programı, mtemel@adu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9880-2332

⁴ Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, pınar.demircioglu@adu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1375-5616

KAYNAKÇA

1. Yaşar M. “Dizel Otomobil Pompa Milinin Yorulma Kırılması Analizi”, 8. Uluslararası Kırılma Konferansı Bildiriler Kitabı 7-9 Kasım 2007, s. 544-553, İstanbul, 2007.
2. Hatamura, Y., Yamamoto, Y. “The Practice of Machine Design”, Clarendon Press, Oxford, 1999.
3. Megep (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) “Motorlu Araçlar Teknolojisi Otomotiv Motor Mekanığı- 4” Ankara, 2007.
4. Eken, A.E., Yılmaz, C., Tan, E. “Galvanik Korozyonu Önlemek İçin Bağlantı Elemanı Montajında Farklı Metodların Kullanımı” IMMC 2016, 18. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 832-835, İstanbul, 2016.
5. Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.H. “Engineering Design, 3. Edition” Springer Verlag, London, 2007.
6. www.inotim.com.tr, Erişim Tarihi: 01.03.2020.
7. www.entek.com.tr/gl-r-guvenlik-isik-bariyeri/, Erişim Tarihi: 24.02.2020.
8. www.guven-kutay.ch, Erişim Tarihi: 01.03.2020.
9. Töre, C. “Geometrik Toleranslar” Bileşim Yayınları 212, İstanbul, 2005.
10. Sekercioglu, T. “Makine Elemanları: Hesap Şekillendirme” Birsen Kitabevi, İstanbul, 2015.
11. Hibbeler R.C. “Mechanics of Material” Pearson, 2013.
12. Callister, W.D, Rethwisch, D.G. “Material Science and Engineering” John Wiley & Sons.
13. Mott, R. L., Tang, J. “Machine Elements in Mechanical Design (Vol. 4)” Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2004.
14. Bozacı A. “Makine Elemanları Projelendirilmesi” Çağlayan Yayınevi, 2001.
15. Akkurt, M. “Makine Elemanları” Birsen Yayınevi, 2012.
16. Gediktas, M. “Makine Elemanları Problemleri” Çağlayan Yayınevi, 1999.
17. Beer, F. “Mechanics of Materials” McGraw-Hill, 2019.

Bölüm 3

RÜZGÂR ENERJİSİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

Fatih SERTTAŞ¹

GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir bir gelecek inşa etmedeki rolü giderek daha kritik hale gelmektedir. Bu kaynaklar arasında rüzgâr enerjisi, hem teknik uygunluğu hem de hızla düşen maliyetleri sayesinde dikkat çekici bir ivme kazanmıştır. 2024 itibarıyla küresel kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi 1 terawatt¹ aşmış ve bu kapasitenin önemli bir kısmı son beş yıl içinde kurulmuştur (Lebsir et al., 2025).

Ancak, klasik kara tipi (onshore) ve sabit temelli deniz üstü (offshore) türbinler, belirli sınırlamalara sahiptir: rüzgâr kaynaklarının çoğu denizlerin daha derin kısımlarında yoğunlaşırken, bu bölgelerde sabit temelli sistemlerin uygulanması hem teknik hem ekonomik engellere takılmaktadır. Bu nedenle yeni nesil tasarımlar, dijitalleşme tabanlı yönetim yaklaşımları ve ileri malzeme teknolojileri gibi alanlarda geliştirilen yenilikçi çözümler, sektörde paradigma değişikliği yaratmaktadır (Robertson et al., 2025).

Örneğin, yüzer rüzgâr türbinleri (floating wind turbines), sabit temelli türbinlerin erişemediği 60 metre üzeri derinliklerde enerji üretimini mümkün kılmakta; bu da özellikle Japonya, Norveç ve ABD gibi ülkelerin kıyı bölgelerinde büyük potansiyel vadetmektedir. Bununla birlikte, yüzer sistemler karmaşık yapıdadır: 8.000'den fazla mekanik ve elektriksel parçayı barındıran bu türbinlerin, hem mühendislik hem de tedarik zinciri düzeyinde endüstriyel ölçeklenebilirliğe ihtiyacı vardır (Robertson et al., 2025).

Rüzgâr enerjisi, temiz, sürdürülebilir ve giderek artan maliyet etkinliği ile en umut verici yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olarak ortaya çıkmıştır. Ancak, rüzgâr enerjisinin doğasındaki değişkenlik ve stokastik yapı, şebeke entegrasyonu, operasyonel güvenilirlik ve güç dağıtımı gibi konularda ciddi

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, fserttas@aku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3109-716X

artırılmaktadır. Bu altyapılar aynı zamanda enerji depolama teknolojileriyle birlikte çalışarak yenilenebilir kaynakların sistemdeki güvenilirliğini pekiştirmektedir.

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, sahip olunan yüksek teknik potansiyele rağmen, kurulu kapasitenin sınırlı kaldığı görülmektedir. Ancak YEKA ihaleleri, yerli üretim teşvikleri ve bölgesel planlamaya dayalı yeni politika araçları, bu açığı kapatmak için önemli fırsatlar sunmaktadır. Yatırımcı güveninin sağlanması, şebeke altyapısının modernizasyonu ve depolama teknolojilerinin entegrasyonu, Türkiye'nin rüzgâr enerjisi alanında küresel bir aktöre dönüşmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, teknolojik inovasyon, dijitalleşme ve entegre enerji yönetimi sistemlerinin benimsenmesi, rüzgâr enerjisini yalnızca çevreci değil, aynı zamanda ekonomik olarak rekabetçi bir enerji kaynağı haline getirmektedir. Önümüzdeki dönemde multidisipliner çalışmaların, kamu politikalarının ve sanayi iş birliklerinin bu dönüşümü daha da hızlandıracağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Miceli AV, Cardona F, Lo Brano V, Micari F. Assessing the Technical and Economic Viability of Onshore and Offshore Wind Energy in Pakistan. *Energies*. 2025.
2. Robertson A, Musial W, Shields M, et al. Considerations for the Global Commercialization of Floating Offshore Wind Energy. *Nature*. 2025.
3. Dutta D. Wind Speed Prediction at Multiple Heights for Offshore Wind Turbines Using Deep Learning. *Advances in IT Standards*. 2024.
4. Martínez-Roig M, Plaza-Martín NP, Azorín-Molina C, et al. AI-based Short-Term Wind Speed Forecasting for Real-Time Applications. 2025.
5. Ubong J, Obuah EC, Clement K, et al. Grid Integration of Renewable Energy for Reliable Power Supply in Nigeria. *J Eng Res Rep*. 2025.
6. El Bakkali Y, Krami N, Rochdi Y, et al. Adaptive Energy Management for Smart Microgrids Using a Bio-Inspired T-Cell Algorithm. *Appl Sci*. 2025.
7. Wu J, Tang Y, Niu J, Guo L. Hybrid Signal Decomposition with Sparrow Optimized Spatiotemporal Network. *Int J Green Energy*. 2025.
8. İlhan A, Bilgili M, Şahin B. Wind Farm and Installed Wind Power Analyses of Turkey. *Çukurova Univ Eng J*. 2022.
9. Gönül Ö, Duman AC, Deveci K, Güler Ö. An Assessment of Wind Energy Status, Incentive Mechanisms and Market in Turkey. *Eng Sci Tech Int J*. 2021.
10. Şahin C. The Development of Renewable Energy in Turkish Electricity Markets. 2021.

Bölüm 4

KESME ENDÜSTRİSİ İÇİN YÜKSEK BASINÇLI SAF SU JET NOZULU TASARIMININ SAYISAL ANALİZİ

Ebru BİLİCİ¹
Orhan Erdal AKAY²
Muhammet İbrahim AŞCI³

GİRİŞ

Yüksek basınçlı su jetiyle malzeme kesme, modern endüstride giderek daha geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Bu teknoloji, özellikle diğer yöntemlerle kesilmesi zor olan malzemeler için çözüm sunarken işleme sırasında oluşabilecek istenmeyen etkileri en aza indirme avantajını da beraberinde getirmektedir.

Su jeti ile kesimin (WJC) kullanım alanı sadece sert malzemelerle sınırlı değil; kâğıt, plastik, tekstil ve ahşap gibi daha yumuşak ve esnek malzemelerin işlenmesinde de verimlilik ve temiz kesim yüzeyleri sunmaktadır. Bu esneklik, su jeti teknolojisini birçok farklı üretim hattında tercih edilen bir yöntem haline getirmektedir.

Su jeti (WJ) kesme tekniği ilk olarak 1968 yılında Michigan Üniversitesi'nden Dr. Norman Franz tarafından patentlenmiştir; bu da modern endüstriyel kesim uygulamalarının temelini atmıştır (5). Su jetiyle kesme teknolojisi, geleneksel yöntemlerin aksine, malzemede ısıdan etkilenen bir bölge (HAZ) oluşturmaz (8). Bu, kesim sırasında malzemenin mikroyapısal ve mekanik özelliklerinin bozulmadan kalmasını sağlar.

Termal kesimde oluşan ısı, malzemenin özelliklerini değiştirerek sertleşme, çatlama veya deformasyona neden olabilir. Ancak su jeti, yüksek basınçlı suyun kinetik enerjisini kullanarak minimal ısı üretir. Bu sayede metallerde sertlik, çekme

¹ Öğr. Gör., Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Airbus-TUSAŞ Havacılık Meslek Yüksekokulu, Makine Programı, ebru.bilici@istiklal.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-5624-0236

² Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, akayorhan@ksu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2369-1399

³ Arş. Gör., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, muhammetibrahimasci@ksu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-8673-3325

menzili değil, aynı zamanda spreyn dağılım şeklini de doğrudan etkilediğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla, belirli bir uygulama için en uygun nozul tasarımını seçerken, sadece nozuldan çıkan sıvı menzili değil, aynı zamanda hedeflenen yüzeydeki dağılım alanı ve yoğunluğu gibi faktörlerin de kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

SONUÇ

Kesme işleminde en kritik faktörlerden biri, su jetinin hedef materyale olan penetrasyon mesafesidir. Özellikle kırılğan ve hassas malzemelerde, jetin çok uzak bir mesafeden uygulanması, püskürtme açısının genişlemesine yol açabilir. Bu durum, hem malzemenin istenmeyen şekilde zarar görmesine hem de kesilen parçaların eşit olmayan, pürüzlü yüzeylere sahip olmasına neden olur. 0.15 mm'lik nozul, malzemeyi kesmek için yeterli kinetik enerjiye sahip suyu, çok daha kısa bir püskürtme mesafesinden hedefe ulaştırmıştır. Çalışmada belirlenen optimum menzil, bu nozulun kısa mesafelerde bile üstün kesim performansı sergilediğini göstermiştir. Ayrıca 0,15 mm çapa sahip nozulun diğer nozul çaplarına göre daha dar püskürtme açısına sahiptir. Bu püskürtme, kesim yüzeyinde daha keskin ve net bir çizgi oluşturarak, mükemmel ve estetik bir kesim kalitesi sunacaktır. 0,25 mm ve 0.3 mm çapındaki daha büyük nozullar, araştırmada beklentileri karşılamamıştır. Bu nozullar, daha uzun ve kontrolsüz püskürtme mesafelerine sahip olmaları nedeniyle, özellikle yakın menzil kesimlerinde istenmeyen sonuçlar vermiştir. Daha geniş çaplı nozulların oluşturduğu daha geniş püskürtme açısına sahiptir. Bu durum, özellikle hassas kesim gerektiren uygulamalar için kabul edilemezdir. Geniş açı, kesim kenarlarında saçılmaya yol açarak, kesim yüzeyinin pürüzlü ve düzensiz olmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, 0.15 mm çapındaki nozul, kullanılan mesafeye mükemmel uyum sağlayan bir püskürtme mesafesi sunması, malzemenin hassasiyetini göz önünde bulundurarak zarar görmesini engellemesi ve kesim yüzeyinde hassasiyet oluşturması nedeniyle optimim sonuç olarak elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

1. Ansys. Fluent 12.0 User's Guide. 2009. Available from: ftp://115.88.84.229/disk1/Program_install_files/FLUENT_V12_Manual/flug.pdf [Accessed: 01 May 2019].
2. Ansys. Meshing User's Guide, Release 13.0. 2010. Available from: http://www.fluid.tuwien.ac.at/322057?action=AttachFile&do=get&target=flu_ug.pdf [Accessed: 01 May 2019].
3. Ansys. Fluent Meshing User's Guide 17. 2016. Available from: http://dl.racfd.com/ANSYS-Fluent-Tutorial-Guide_r170.pdf [Accessed: 01 May 2019].

4. Budiyanto MA, Novri J, Alhamid MI, Ardiyansyah. Analysis of convergent and divergent-convergent nozzle of waterjet propulsion by CFD simulation. *AIP Conference Proceedings*. 2019;2062:020066.
5. Birtu C, Avramescu V. Abrasive water jet cutting – technique, equipment, performances. *Nonconventional Technology Review*. 2012;40–46.
6. Chernykh AA, Sharapov AI, Arzamastsev AG, Shatskikh YV. Investigation of water–air flows in nozzles. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021;2088:012006.
7. Khan A, Aabid A, Khan SA. CFD analysis of convergent–divergent nozzle flow and base pressure control using micro-JETS. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018;7(3.29):232–235.
8. McGeough JA. Cutting of food products by ice-particles in a water-jet. *CIRP Conference on Electro Physical and Chemical Machining (ISEM XVIII)*. 2016;863–865.
9. Mohamad WNF, Kasim MS, Norazlina MY, Hafiz R, Izamshah M, Mohamed SB. *Results Engineering*. 2020;6: (sayfa numarası verilmemiş).
10. Pătîrnac I, Ripeanu RG, Laudacescu E. Abrasive flow modelling through active parts water jet machine using CFD simulation. *Materials Science and Engineering*. 2020;724:012001.
11. Pathan KA, Ashfaq S, Dabeer PS, Khan SA. Analysis of parameters affecting thrust and base pressure in suddenly expanded flow from nozzle. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*. 2019;64(1–18).
12. Radovanovic M. Multi-objective optimization of abrasive water jet cutting using MOGA. *Conference on Material Forming ESAFORM*. 2020;781–787.
13. Song G, Zheng H, Wang Y, Zheng Y, Zhou Y, Yao B. Finite element analysis of nozzle selection based on high pressure water jet technology. *Earth and Environmental Science*. 2019;267:042053.
14. Stoxreitera T, Martinb A, Tezac D, Gallera R. Hard rock cutting with high pressure jets in various ambient pressure regimes. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2018;108:179–188.
15. Urazmetova O, Cadet M, Teutschb R, Antonyuk S. Investigation of the flow phenomena in high-pressure water jet nozzles. *Chemical Engineering Research and Design*. 2021;165:320–332.
16. Wang L, Wang G, Mao L, Fu Q, Zhong L. Experimental research on the breaking effect of natural gas hydrate sediment for water jet and engineering applications. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2019;184:106553.
17. Yaacob NSM, Khalid A, Jaat N, Andsaler AR, Azizul MA, Sapit A. Simulation and modelling of spray characteristics, spray penetration length and injection pressure of biodiesel. *AIP Conference Proceedings*. 2024;2998:030003.

Bölüm 5

TÜRKİYE'DE SERT KABUKLU TARIMSAL ATIKLARIN BİYOYAKIT OLARAK DEĞERLENDİRİLME POTANSİYELİ*

Betül ŞAHİN¹

GİRİŞ

Hızlı kentleşme, sanayileşme, dünya genelinde artan nüfus, enerji talebini her geçen yıl daha da artırmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) verilerine göre, dünya enerji talebinin 2050 yılına kadar %50 civarında bir artış göstereceği tahmin edilmektedir (1). Bu artış beklentisinin yanında fosil yakıt rezervlerinin tükendiği de bilinmektedir. Ayrıca bu sorunlar iklim değişikliğine bağlı çevresel problemlerle bir araya geldiğinde, enerji arz güvenliği problemi açığa çıkmaktadır. Bu sebeple yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması elzemdir. Bu gereklilik sadece çevresel sürdürülebilirlik sebebiyle değil aynı zamanda ekonomik ve jeopolitik istikrar bakımından da mühim bir strateji olarak görülmektedir. Dünya genelindeki eğilime paralel olarak Türkiye'nin nüfusu da artmakta; sanayileşme süreci ve ekonomik kalkınma hedefleri, enerji ihtiyacının giderek artacağını göstermektedir. Türkiye, enerji ihtiyacının yaklaşık %70'ini ithal etmektedir. Sürdürülebilir büyümenin sağlanabilmesi için dışa bağımlılığın azaltılması kaçınılmazdır. Bu bağımlılık hem ekonomik hem de jeopolitik açıdan önemli problemler oluşturmaktadır (1, 2). Dolayısıyla, tarımsal potansiyeli yüksek olan Türkiye'de, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi stratejik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Enerji talebinde yaşanan artış ve fosil yakıt kullanımının çevreye verdiği zararlar, araştırmacıları yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir.

* Bu çalışma, International Congress on Advanced Energy Studies-II (24-26 Ağustos 2025, New York) kapsamında sunulan "Türkiye'de Sert Kabuklu Tarımsal Atıkların Biyokütle Potansiyelinin Enerji Açısından Değerlendirilmesi" isimli özet bildirinin genişletilmiş halidir.

¹ Öğr. Gör. Dr., Trabzon Üniversitesi, Beşikdüzü MYO, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, btluran@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-0882-594X

karakteristikleri de değerlendirilmiştir. Proksimet ve elementel analiz verilerinin incelenmesiyle, sert kabuklu biyokütelerin yanma davranışları, çevresel etkileri ve verimlilik düzeyleri hakkında kapsamlı bir bakış açısı elde edilmiştir. Ayrıca, üst ısıl değerlerin (HHV) karşılaştırılması, bu atıkların biyoyakıt olarak kullanılabilirliklerinin teknik boyutunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla bu çalışma, hem teorik düzeyde enerji potansiyelinin belirlenmesi hem de pratik düzeyde biyoyakıt olarak değerlendirilebilirliğinin tartışılması açısından özgün bir katkı sunmaktadır. Araştırmanın ulaştığı bulgular, Türkiye'nin enerji arz güvenliği ve yenilenebilir enerji stratejileri kapsamında sert kabuklu tarımsal atıkların önemini vurgulamaktadır. Bunun yanında kırsal bölgelerde sürdürülebilir bir kalkınma ve çevre dostu enerji çözümlerinin geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır.

ÖNERİLER

Bu çalışma ile Türkiye'de sert kabuklu tarımsal atıkların biyokütle enerji potansiyeli ortaya koyulmuştur. Bunun yanında sert kabukluların biyoyakıt kaynağı olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu sonuçlar özelinde aşağıda bazı öneriler sunulmuştur.

Sert kabuklu tarımsal atıkların enerji üretimine katılabilmesi için devlet teşvikleri oluşturulmalıdır. Tarımsal atıkların toplama, taşıma ve enerji dönüşüm süreçleri için üretici ve yatırımcılar desteklenmelidir. Özellikle kırsal kesimlerde yoğun olan sert kabukluların bölgeyi de kalkındırması hedefiyle küçük ve orta ölçekli biyokütle enerji tesisleri kurulmalıdır. Bu şekilde lojistik maliyetler düşürülerek atıkların değerlendirilmesi daha hızlı gerçekleşebilecektir. Ayrıca Türkiye de tarımsal atık olarak görülen sert kabukluların değerlendirilmesiyle Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Karbon hedefi ve yenilenebilir enerji stratejileri gereğince ulusal düzeyde bir eylem planının hazırlanması gerekliliği de görülmektedir.

KAYNAKÇA

1. IEA. (2022). World Energy Outlook 2022. International Energy Agency. <https://www.iea.org/weo>
2. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). Türkiye enerji istatistikleri. <https://www.enerji.gov.tr>
3. Demirbaş, A. (2008). Importance of biomass energy sources for Turkey. Energy Policy, 36(2), 834–842. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.11.005>
4. Balat, M., & Ayar, G. (2005). Biomass energy in the world, use of biomass and potential trends. Energy Sources, 27(10), 931–940. <https://doi.org/10.1080/00908310490449045>
5. Scarlat, N., Dallemand, J. F., Monforti-Ferrario, F., & Banja, M. (2015). The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. Environmental Development, 15, 3–34. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>

6. Kaygusuz, K. (2010). Energy and environmental issues relating to greenhouse gas emissions for sustainable development in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 2976–2988. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.003>
7. FAO. (2022). FAOSTAT: Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat>
8. TÜİK. (2023). Bitkisel üretim istatistikleri 2022–2023. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr>
9. Salan, T., & Alma, M. (2014). Antep fıstığı atık kabuklarının enerji, kimyasal madde ve biyomalzeme üretiminde değerlendirilmesinde kullanılabilir termokimyasal yöntemlere genel bir bakış. In *Yeşil Altın Antepfıstığı Zirvesi – Yeşil Altın Antepfıstığı Çalıştayı*, 19 Eylül 2014, Gaziantep.
10. Demiral, İ., & Kul, Ş. Ç. (2015). Kestane kabuğunun pirolizi ve elde edilen ürünlerin karakterizasyonu. *Anadolu University Journal of Science and Technology A-Applied Sciences and Engineering*, 16(2), 125–134. <https://doi.org/10.18038/btd-a.73799>
11. Arslan, F. (2018). Fındık kabuğu ve ceviz kabuğunun pirolizi ile biyokömür üretimi ve sulu çözeltilerden ağır metal gideriminde adsorpsiyon özelliklerinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Hitit Üniversitesi, Türkiye.
12. Özsin, G. (2018). Termal analiz ile birleştirilmiş spektral yöntemlerin kullanımı ile biyokütle pirolizinin incelenmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 315–329. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.433924>
13. Vassilev, S. V., Baxter, D., Andersen, L. K., & Vassileva, C. G. (2010). An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*, 89(5), 913–933. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2009.10.022>
14. Başçetinçelik, A., Karaca, C., Öztürk, H. H., Kaçira, M., & Ekinci, K. (2005). Agricultural biomass potential in Turkey. In *9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture* (ss. 195–199). İzmir, Türkiye.
15. Koçer, N. & Ünlü, A. (2007). Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 5(2), 175-181.
16. Kanca, A. (2019). Pamuk atığı, fındık kabuğu ve ceviz kabuğu'nun piroliz ve oksidasyon davranışlarının kıyaslanması. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 43–54.
17. Demiral, İ., Gülmezoğlu-Atılgan, G., & Şensöz, S. (2008). Production of biofuel from soft shell of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Chemical Engineering Communications*, 196(1–2), 104–115.
18. Ünal, H. (2005). Türkiye'deki ceviz artıklarının enerji potansiyeli ve değerlendirme olanakları. *Bahçe*, 34(1), 205–216.

Bölüm 6

DENİZ ÜSTÜ RÜZGÂR ENERJİSİ

Bülent KARA¹
Faruk ORAL²

1. Giriş

Günümüzde teknolojik ilerlemeler, hızla artan insan nüfusu ve doğal kaynakların tükenme sürecinin hızlanması, enerjiye olan talebi önemli ölçüde artırmıştır. Fosil yakıtların zorunlu kullanımı, rezervlerin azalmasına, çevresel sorunların derinleşmesine ve hava kirliliğinin artmasına yol açmaktadır. Bu durum, ülkeleri temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye teşvik etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğada kendini sürekli yenileyebilen ve sürdürülebilir şekilde kullanılabilen enerji türleridir. İklim değişikliği ve küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin azaltılması açısından yenilenebilir enerji, sürdürülebilir enerji politikalarının temelini oluşturmaktadır.

Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin yeryüzünde ve atmosferde neden olduğu ısınma farklılıkları sonucunda ortaya çıkan bir enerji türüdür. Güneş ışınlarının yeryüzünü, denizleri ve atmosferi her noktada eşit şekilde ısıtmaması, sıcaklık ve buna bağlı olarak basınç farklılıklarının oluşmasına neden olur. Bu farklılıklar, rüzgârın temel oluşum mekanizmasını oluşturur. Dünya yüzeyinin farklı topografik özelliklere sahip olması ve dünyanın kendi eksenini etrafındaki dönüşü de rüzgâr hareketlerini belirleyen önemli etmenlerdir. Bitki örtüsü, akarsular, göller, denizler, dağlar ve tepeler gibi coğrafi unsurlar ise rüzgâr hızını etkileyen faktörler arasında yer alır. Yeryüzünün ihtiyaç duyduğu enerjinin tamamı güneşten sağlanmaktadır. Dünya, güneşten yaklaşık 10^{17} Watt düzeyinde enerji almakta olup bunun yaklaşık %2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir (1).

Rüzgâr enerjisinin kullanımına ilişkin avantajlar oldukça fazladır. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgâr, atmosferde bol miktarda bulunması, temin edilmesinin kolaylığı ve çevreye zarar vermeyen temiz bir enerji türü

¹ Makine Mühendisi, Tatvan Mesleki Eğitim Merkezi, bulentkara75@gmail.com,
ORCID iD: 0009-0004-9666-1758

² Doç.Dr., Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, foral@beu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-4114-0785

Bu artış, açık denizlerdeki daha güçlü ve düzenli rüzgâr hızlarının yanı sıra, daha büyük türbinlerin kurulabilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması gibi avantajlarla doğrudan ilişkilidir. Karasal kurulumlar hâlâ toplam kurulu gücün büyük kısmını oluştursa da deniz üstü kurulumlar stratejik önem kazanmakta ve gelecekteki büyümenin önemli bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır.

6. Sonuç

Açık denizlerde rüzgâr hızlarının daha güçlü ve daha düzenli olması, türbinlerin yıl boyunca daha istikrarlı bir üretim performansı sergilemesini sağlar. Bu durum yalnızca verimliliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda enerji üretim maliyetlerinin uzun vadede düşmesine de katkıda bulunur. Ayrıca deniz üstü sahalar, karasal sahalarda karşılaşılan arazi sınırlamaları, yerleşim baskısı ve lojistik kısıtlar olmaksızın çok daha büyük türbinlerin kurulmasına olanak tanır. Bu sayede tek bir deniz üstü rüzgar türbini, karasal türbinlere kıyasla katbekat daha fazla enerji üretebilir ve büyük ölçekli projelerde enerji yoğunluğunu önemli ölçüde artırabilir.

Geniş kurulum alanları, yüksek üretim potansiyeli ve karbon emisyonlarını azaltma hedefleriyle uyumlu yapıları, artan türbin boyutları, gelişen altyapı çözümleri ve maliyetlerdeki düşüş, deniz üstü rüzgâr enerjisini sektörün en hızlı gelişen ve en stratejik alanlarından biri hâline getirmiştir.

Her ne kadar karasal türbinler bugün hâlâ toplam kurulu gücün büyük kısmını oluştursa da karasal rüzgâr türbinleri için yüksek rüzgâr potansiyeline sahip alanların giderek sınırlı hâle gelmesi, ülkeleri açık deniz rüzgâr santrali kurulumlarına yöneltmiştir. Açık deniz rüzgar projeleri , yalnızca daha yüksek ve istikrarlı rüzgâr hızları sunmaları nedeniyle değil, aynı zamanda enerji arz güvenliğini artırmak ve enerji portföyünü çeşitlendirmek açısından da stratejik bir gereklilik hâline gelmiştir.

KAYNAKLAR

1. Oral F. Sakarya-Esentepe yöresi rüzgar enerji potansiyelinin yeni bir yaklaşımla belirlenmesi. [Doktora tezi]. Sakarya: Sakarya Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü; 2010.
2. Zhu H, Du Z, Wu J, et al. Innovation environment and opportunities of offshore wind turbine foundations: Insights from a new patent analysis approach. *World Patent Information*. 2022;68:102092. doi:10.1016/j.wpi.2021.102092
3. Elibüyük U, Üçgül İ. Rüzgar Türbinleri, Çeşitleri Ve Rüzgar Enerjisi Depolama Yöntemleri. *Sdü Yekarum eDergi* 2014;2(3).
4. Manwell JF, McGowan JG, Rogers AL. *Wind energy explained: theory, design and application*. Chichester: John Wiley & Sons; 2010.

5. Durak M. Mavi Vatanın Enerjisi: Deniz Üstü Rüzgâr Enerjisi Santralleri. *Mühendis ve Makine*. 2021;62(744):5256.
6. Keleş Çetin S, Genç MS, Daldaban F. Dikey Eksenli Rüzgâr Türbinleri-Küçük Ölçekli Uygulamalar. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2019;6(2):539-551. doi.org/10.35193/bseufbd.643828
7. Ghigo A, Faraggiana E, Giorgi G, Mattiazzo G, Bracco G. Floating Vertical Axis Wind Turbines for offshore applications among potentialities and challenges: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2024;193:114302. https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114302
8. Oral F. Comparative analysis of different methods in estimating wind speed distribution, and evaluation of large-scale wind turbine performance in Rahva-Bitlis, Turkey. *IET Renewable Power Generation*. 2024;18(1):95-108. doi: 10.1049/rpg2.12898
9. Global Wind Energy Council (GWEC). Global Wind Report 2025. Brussels; 2025.
10. Kocaturk AS, Ünsan Y. Rüzgâr enerji santrallerinin tarihsel gelişimi ve açık deniz rüzgâr enerji santrallerinin tipleri. *GİDB Dergi*. 2015;(2):3-16.
11. Keçici T. Dünya çapında offshore rüzgâr türbinleri ve yeniden tasarlanmış bir offshore rüzgâr türbini [Yüksek lisans tezi].Bandırma : Bandırma 17 Eylül Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü ; 2022.
12. Breton SP, Moe G. Status, plans and technologies for offshore wind turbines in Europe and North America. *Renew Energy*. 2009;34(3):646-654. doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.040
13. Tortumluoğlu Mİ. Açık deniz rüzgâr türbinleri için uygun yer seçim kriterlerinin irdelenmesi ve ülkemiz ege kıyıları için uygulanması [Yüksek lisans tezi]. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2020.
14. Wu X, Hu Y, Li Y, et al. Foundations of offshore wind turbines: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2019;104:379-93. doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.012
15. SKI Ingenieures. mbH. *Tripile gründungsstruktur* [Online] . https://ski-consult.de/en/taetigkeitsbereiche/offshore-windenergieanlagen/tripile/ [Accessed 13 December 2025]
16. Koh JH, Ng EYK. Downwind offshore wind turbines: Opportunities, trends and technical challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;54:797-808. doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.096
17. Wang X, Yang X, Zeng X. Seismic centrifuge modelling of suction bucket foundation for offshore wind turbine. *Renew Energy*. 2017;114:1013-1022. doi.org/10.1016/j.renene.2017.07.103
18. Huvaj N, Caceoğlu E, Baidol Y. Deniz üstü rüzgâr türbinleri: temel tipi seçimi ve deniz tabanı zemin araştırmaları. 5. İzmir Rüzgâr Sempozyumu Bildiriler Kitabı; 3-5 Ekim 2019; İzmir, Türkiye. s. 197-204.
19. Sykes V, Collu M, Coraddu A. A Review and Analysis of the Uncertainty Within Cost Models for Floating Offshore Wind Farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2023;186:113634. doi.org/10.1016/j.rser.2023.113634
20. Sultan YA, Kaddah SS, Ali ZH, et al. Control offshore wind farm integrated with HVDC system and storage devices-based IoT: A survey. *e-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*. 2024;10:100823. https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100823
21. Yang B, Liu B, Zhou H, et al. A critical survey of technologies of large offshore wind farm integration: Summary, advances, and perspectives. *Protection and Control of Modern Power Systems*. 2022;7(2)

Bölüm 7

R245FA AKIŞKANLI ORGANİK RANKİNE ÇEVİRİMİNİN EKSERJİ VE EKSERGOEKONOMİK ANALİZİ

Damla ERİŞGİN¹
Atakan TANTEKİN²
Naime Filiz ÖZDİL³

1.INTRODUCTION

Günümüzde artan dünya nüfusu ve hızlı sanayileşme ile birlikte küresel enerji talebi de istikrarlı bir şekilde yükselmektedir. Fosil yakıtlara dayalı geleneksel enerji üretimi; bu kaynakların sınırlı olması, çevreye zarar vermesi, yenilenebilirlik ve sürdürülebilirlik açısından yetersiz kalması nedeniyle önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Sonuç olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve enerji verimli teknolojilerin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu bağlamda jeotermal enerji, güneş enerjisi, biyokütle ve düşük-orta sıcaklıklı atık ısılar önemli potansiyel kaynaklar olarak öne çıkmaktadır. Düşük sıcaklıklı ısıdan elektrik üretimi için mevcut olan çeşitli teknolojiler arasında Organik Rankine Çevrimi (ORÇ), öne çıkan bir çözüm olarak dikkat çekmektedir. Literatürde, ORÇ sistemlerinin termodinamik, ekserjetik ve performans analizlerine odaklanan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma; akışkan seçimi, performans değerlendirmesi, hibrit sistem uygulamaları ve genel optimizasyon stratejileri gibi kritik konuları kapsayarak, ORÇ verimliliğini artırmayı amaçlayan güncel araştırmaları özetlemektedir.

¹ Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, damlaerisgin@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-7747-9860

² Dr. Öğr. Üyesi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, atantekin@atu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8200-568

³ Prof. Dr., Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, fozdil@atu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0083-7524

KAYNAKLAR

1. Khaljani, M., Saray, R. K., & Bahlouli, K. (2015). Thermodynamic and thermoeconomic optimization of an integrated gas turbine and organic Rankine cycle. *Energy*, 93, 2136-2145.
2. Arabacı, E., & Kılıç, B. (2016). Solkane Programı İle Organik Rankine Çevriminin Etkinlik Oranı Analizi. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (2015 Özel Sayısı), 139-146.
3. Önal, A. S., Etemoğlu, A. B., & Can, M. (2017). Düşük Sıcaklıklı Atık Akışkan Destekli Organik Rankine Çevrimlerinin Optimizasyonu. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(2), 35-52.
4. Şahin, R., Ata, S., & Kahraman, A. (2018). Organik Rankine Çevriminde Farklı Tip Akışkanlarda Türbin Giriş Sıcaklığı ve Basıncının Sistem Bileşenlerindeki Tersinmezlik Değerlerine Etkisinin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(2), 225-236.
5. Bademlioğlu, A., Canbolat, A., Yamankaradeniz, N., & Kaynaklı, Ö. (2019). A parametric analysis of the performance of organic rankine cycle with heat recovery exchanger and its statistical evaluation. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 39(2), 121-135.
6. Şahin, A. Ş., Ağ, C., Özyurt, O., & Aslan, Y. (2021). İç Isı Değiştiricili Bir Organik Rankine Çevriminin Enerji ve Ekserji Analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 31-4.
7. Ata, S., Aksoy, M., Şahin, R., & Kahraman, A. (2022). Jeotermal ısı kaynaklı Organik Rankine Çevriminde kuru ve izantropik akışkanların çevresel etkilerinin ve termodinamik performanslarının karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(3), 726-743.
8. Arpa, İ., & Şahin, A. Ş. (2023). Jeotermal enerji kaynaklı organik rankine güç santralının termodinamik analizi. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 7(1), 1-15.
9. Parlak, T. K., Kara, O., & Yanıktepe, B. (2024). Temel ve reküperatif bir organik rankine çevriminde verim ve elektrik üretimi üzerine bir çalışma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30(7), 877-883.
10. Kaşka, Ö., Bor, O., & Tokgöz, N. (2018). Energy and exergy analysis of an organic Rankine-Brayton combined cycle.
11. Çelik, S., & Kabul, A. (2019). Parabolik güneş kolektörlü organik rankine çevriminin enerji ve ekserji analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(4), 410-416.
12. Hassan, A. S. (2024). Optimal Organic Working Fluid for the Rankine Cycle Operating by Parabolic Trough Solar Collector.
13. Akkurt, F., & Kaçanoğlu, E. (2021). Konya İli Atmosferik Şartlarında Güneş Enerjisi Destekli Jeotermal Kaynaklı Organik Rankine Çevrimi Sisteminin Termodinamik Analizi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 26(2), 649-660.
14. Bett, A. K., & Jalilinasrabad, S. (2021). Exergoeconomic Analysis for Optimized Combined Wet and Dry Cooling Binary Power Plant at Olkaria I, Kenya. *Geothermics*, 95, 102160.
15. Başeğmez, A., Moghanirahimi, S., & Topal, H. (2025). Biyokütle Destekli Konsanre Güneş Enerjisi Organik Rankine Döngüsünün Analizi. Available at SSRN 5153507.
16. Gonidaki, D. ve Bellos, E. (2025). Birleşik Isı Kaynakları Tarafından Tahrik Edilen Organik Rankine Döngülerinin Ayrıntılı Bir İncelemesi. *Enerjiler (1996-1073)*, 18 (3).
17. Mahmoudi, A., Fazli, M., & Morad, M. R. (2018). A recent review of waste heat recovery by Organic Rankine Cycle. *Applied Thermal Engineering*, 143, 660-675.
18. Bilgiç, H. H., Yağlı, H., Koç, A., & Yapıcı, A. (2016). Deneysel bir organik Rankine çevriminde yapay sinir ağları (YSA) yardımıyla güç tahmini. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 4(1), 7-17.

19. Azdural, M. B., Kahraman, A., & Ata, S. Organik Rankine Çevriminin termo-ekonomik analizi ve optimizasyonu için açık kaynak kodlu yazılım geliştirilmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 31(4), 0-0.
20. Alrbai, M., Al-Dahidi, S., Alahmer, H., Al-Ghussain, L., Al-Rbaihat, R., Hayajneh, H., & Alahmer, A. (2024). Integration and optimization of a waste heat driven organic rankine cycle for power generation in wastewater treatment plants. *Energy*, 308, 132829.
21. Tumen, O. F. N., & Tantekin, A. (2017). Exergoeconomic analysis of a fluidized bed coal combustion steam power plant. *Thermal Science*, 21(5), 1975-1984.
22. Tsatsaronis, G. (1993). Thermoeconomics and the design and optimization of energy systems. *Energy Conversion and Management*, 33(5-8), 941-958.