

Ekonomide Veri Bilimi,
Makine Öğrenmesi,
Derin Öğrenme ve
Uygulamaları

Demet TOPAL KOÇ



© Copyright 2022

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.

*Bu Kitap Prof. Dr. Ercan EREN'in Danışmanlığında Yürütülen Demet TOPAL KOÇ'a ait "'Sağlık Hizmetleri Arzi ve Talebinin Ajan Bazlı Modellemesi ve Makine Öğrenmesi ile Ön Tahmini" Adlı Doktora Tezinden Üretilmiştir.

ISBN

978-625-6965-94-2

Kitap Adı

Ekonomide Veri Bilimi, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve Uygulamaları

Editör

Prof. Dr. Ercan EREN

ORCID iD: 0000-0003-4513-278X

Yazar

Demet TOPAL KOÇ

ORCID iD: 0000-0003-0541-8011

Yayın Koordinatörü

Yasin DİLMEN

Sayfa ve Kapak Tasarımı

Akademisyen Dizgi Ünitesi

Yayıncı Sertifika No

47518

Baskı ve Cilt

Vadi Matbaacılık

Bisac Code

BUS000000

DOI

10.37609/akya.2457

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A

Yenişehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

TEŐEKKÜR

Kitabımın yazım aŐamasında ve akademik araŐtırmalarımnda bana her zaman destek olan eŐim DoŐ. Dr. MÜmin Mehmet KOÇ'a teŐekkür ediyorum. Ayrıca akademik ıalıŐmalar yapabilmemiz için gerekli desteği her zaman sunmaya ıalıŐan Kırklareli Üniwersitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi yönetimi ve hocalarıma Őükranlarımı sunuyorum. Akademik hayatımda bana yol gösteren, ıalıŐkanlıĐı ile her zaman örnek aldığım doktora tez danıŐmanım Prof. Dr. Ercan EREN'e minnettarım. Ayrıca bilimsel araŐtırmalar konusunda heyecanımlı her zaman paylaŐtıĐı için annem Fatma TOPAL'a da teŐekkür ederim.

"Örnek tüm Python kodlarına <https://github.com/DemetTopalKoc> adresinden ulaşılabilir."

Dr. Öğr. Üyesi Demet TOPAL KOŐ



ÖNSÖZ

Bu kitabın amacı büyük veri (big data approach) ve özellikle makine öğrenmesi (machine learning approach) yaklaşımlarının ekonomideki yeri ile ilgili bir bakış açısı sunmaktır. Bu bağlamda büyük veri ve makine öğrenmesi yaklaşımları açıklanarak ilgili literatürden örnek çalışmalara yer verilmiştir.

Sanayi 4.0'ın yaşandığı ve sanayi 5.0'ın temellerinin atıldığı günümüzde iktisattaki yöntemlerin de söz konusu değişimlerden etkilenmesi kaçınılmazdır. Nitekim, varsayımları nedeniyle gerçek dünyadan uzaklığı ile eleştiri alan ama aynı zamanda iktisat biliminin sert çekirdeği (hard core) olan neoklasik iktisattaki yöntemlerin eksiklerini giderici ya da yerini alıcı yeni yöntemler olarak dikkat çekmektedir. Neoklasik iktisatın tam da eleştiri aldığı noktalardan en önemlileri temsili ajan ve homojenlik varsayımlarına ihtiyaç duymayan büyük veri ve makine öğrenmesi yöntemleri daha az varsayıma ihtiyaç duyması açısından reel dünyaya daha yakın analizler sunması bakımından önemli olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, bu kitapta ekonomide kullanılan makine öğrenmesi yöntemleri ve terminolojisi sade bir anlatım ile ele alınarak Türkçe literatüre katkı sunulması amaçlanmıştır. Bu kitabın oluşturulmasında Prof. Dr. Ercan EREN'nin danışmanlığında, 'Sağlık Hizmetleri Arzı ve Talebinin Ajan Bazlı Modellemesi ve Makine Öğrenmesi ile Ön Tahmini' isimli doktora tezinden faydalanılmıştır. Okuyuculara katkı sunmasını dilerim.

Dr. Öğr. Üyesi Demet TOPAL KOÇ



İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

Giriş	1
-------------	---

BÖLÜM 2

İktisatta Algoritmaların Yeri ve Önemi	3
--	---

BÖLÜM 3

Büyük Veri (Big Data)	7
3.1. Büyük Veri Tanımı	7
3.2. Büyük Verinin Yaşam Döngüsü	8
3.3. Ekonomide Büyük Veri ile Yapılan Çalışmalar	12

BÖLÜM 4

Makine Öğrenmesi Algoritmaları ve Derin Öğrenme	19
4.1. Makine Öğrenmesi (Machine Learning-ML)	21
4.2. Makine Öğrenmesinde Kullanılan Başlıca Algoritma Türleri	22
4.2.1. Gözetimli Öğrenme (Supervised Learning)	24
4.2.2. Gözetimsiz Öğrenme (Unsupervised Learning)	27
4.2.3. Pekiştirmeli Öğrenme (Reinforcement Learning-RL)	28
4.4. Regresyon	29
4.5. Sınıflandırma	29
4.6. Kümeleme	30
4.7. Boyut Azaltma	30

BÖLÜM 5

Gözetimli Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Çeşitleri	33
5.1. Regresyon Algoritmaları	33
5.1.1. Karar Ağacı (Ağaç Bazlı Yöntemler)	33

5.1.2. Rassel Ormanlar	38
5.1.3. Gradyan Arttırma/Yükseltme Algoritması (GAA) (Gradient Boosting Algorithm)	40
5.1.4. XGBoost - Ekrem Gradyan Arttırma Algoritması	45
5.1.5 LightGBM	51
5.1.6. Facebook PROPHET	53
5.1.7 Lineer Regresyon.....	60
5.1.8. Polinom Regresyon.....	68
5.1.9. Ridge ve Lasso Regresyon.....	70
5.2. Sınıflandırma Algoritmaları.....	72
5.2.1. Lojistik Regresyon.....	72
5.2.2. Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine)	76
5.2.3. Naive Bayes	79
5.2.4. K- en yakın komşuluk (K-nearest neighbor) (KNN)	80
5.3. Kümele Algoritmaları.....	86
5.3.1. K-ortalama (K-means)	86
5.4. Boyut Azaltma Algoritmaları.....	94
5.4.1. Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA)..	94

BÖLÜM 6

Sentetik Veri.....	101
---------------------------	------------

BÖLÜM 7

Derin Öğrenme.....	107
7.1. Özyineli Sinir Ağları.....	110
7.2. LSTM Özyineli Yapay Sinir Ağı	112

BÖLÜM 8

Makine Öğrenmesi Algoritmaları ve İktisatta Kullanılan Klasik Modelleme Yöntemlerinin Farkları.....	115
8.1. Terminolojideki Farklılıklar.....	116

8.2. Aşırı Uyum (Overfitting), Eksik Öğrenme (Underfitting), Parametrelerin Ayarlanması (Model Tuning) ve Düzenleştirme (Regularization)	117
8.3. Geçerleme (Validation) Konusundaki Farklılıklar	118
8.4. Çapraz Geçerleme Konusundaki Farklılıklar.....	119
8.5. Öznitelik Sayısı.....	119
8.6. Kompütasyonel Sorunlar	120
8.7. Çıkarım Konusundaki Farklılıklar	120

BÖLÜM 8

Sonuç	121
KAYNAKÇA.....	123

KAYNAKÇA

- Akça, M. F. (2020, Ağustos). Nedir Bu Destek Vektör Makineleri? . 29 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/deep-learning-turkiye/nedir-bu-des-tek-vektör-makineleri-makine-öğrenmesi-serisi-2-94e576e4223e> adresinden erişildi.
- Aktan, E. (2018). Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu. *Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu*, 1(1).
- Alpaydın, E. (2010). *Introduction to Machine Learning* (Second Edition.). The MIT Press.
- Atcılı, A. (2021). Lojistik Regresyon. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/machine-learning-türkiye/lojistik-regresyon-90fe576759f> adresinden erişildi.
- Atcılı, A. (2021, Aralık). Lineer Regresyon. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/machine-learning-türkiye/lineer-regresyon-c7f9fb611605> adresinden erişildi.
- Athey, S. ve Imbens, G. W. (2019). Machine Learning Methods That Economists Should Know about. *Annual Review of Economics*, 11, 685–725. doi:10.1146/annurev-economics-080217-053433
- Ay, Ş. (2019). K-Means Algoritması. *Deep Learning Türkiye*. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/deep-learning-turkiye/k-means-algoritması-b460620dd02a> adresinden erişildi.
- Babenko, V., Panchyshyn, A., Zomchak, L., Nehrey, M., Artym-Drohomyretska, Z. ve Lahotskyi, T. (2021). Classical machine learning methods in economics research: Macro and micro level examples. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 18, 209–217. doi:10.37394/23207.2021.18.22
- Blazquez, D. ve Domenech, J. (2018). Big Data sources and methods for social and economic analyses. *Technological Forecasting and Social Change*, 130, 99–113. doi:10.1016/J.TECHFORE.2017.07.027
- Breiman, L. (1996). Bagging predictors. *Machine Learning*, 24(2), 123–140. doi:10.1007/bf00058655
- Breiman, Leo. (2001). Statistical Modeling: The Two Cultures. *Statistical Science*, 16(3), 199–231. <https://projecteuclid.org/euclid.ss/1009213726> adresinden erişildi.
- Brownlee, J. (2019a). How To Implement The Decision Tree Algorithm From Scratch In Python - MachineLearningMastery.com. 28 Aralık 2022 tarihinde <https://machinelearningmastery.com/implement-decision-tree-algorithm-scratch-python/> adresinden erişildi.

- Brownlee, J. (2019b, 12 Ağustos). Overfitting and Underfitting With Machine Learning Algorithms. 4 Haziran 2021 tarihinde <https://machinelearning-mastery.com/overfitting-and-underfitting-with-machine-learning-algorithms/> adresinden erişildi.
- Charpentier, A., Élie, R. ve Remlinger, C. (2021). Reinforcement Learning in Economics and Finance. *Computational Economics*, 1–38. doi:10.1007/s10614-021-10119-4
- Chen, T. ve Guestrin, C. (2016a). 2016-Chen-XGBoost A Scalable Tree Boosting System-XGBoost. *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining* içinde .
- Chen, T. ve Guestrin, C. (2016b). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. *The Journal of the Association of Physicians of India*. doi:http://dx.doi.org/10.1145/2939672.2939785
- Cheng, L., Shi, Y., Zhang, K., Wang, X. ve Chen, Z. (2021). GGATB-LSTM: Grouping and Global Attention-based Time-aware Bidirectional LSTM Medical Treatment Behavior Prediction. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 15(3). doi:10.1145/3441454
- Chung, H. ve Shin, K. (2018). Genetic algorithm-optimized long short-term memory network for stock market prediction. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10). doi:10.3390/su10103765
- Çınar, U. K. (2019). Bootstrap (Yeniden Örnekleme) Nedir ? Veri Bilimi Okulu - Veri Bilimi Okulu. 28 Aralık 2022 tarihinde <https://www.veribilimiokulu.com/bootstrap/> adresinden erişildi.
- Crespo, R. ve Tohmé, F. (2017). The Future of Mathematics in Economics: A Philosophically Grounded Proposal. *Foundations of Science*, 22(4), 677–693. doi:10.1007/s10699-016-9492-9
- Deepanshi. (2021). Introduction to Linear Regression for Data Science. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/05/all-you-need-to-know-about-your-first-machine-learning-model-linear-regression/> adresinden erişildi.
- Demirtaş, Ş. ve Çakmak, S. Ş. (2020). Algorithmic Trading Engines versus Human Traders. *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS)*, 10(75), 1–13. doi:10.7816/ulakbilge-09-00-00
- Donovan, J. (2016). Newsletters - IDSS. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://ids.mit.edu/news-events/newsletters/> adresinden erişildi.
- Efron, B. ve Hastie, T. (2016). *Computer Age Statistical Inference* (First.). Cambridge University Press.
- Einav, L. ve Levin, J. (2014). The Data Revolution and Economic Analysis. <https://doi.org/10.1086/674019>, 14(1), 1–24. doi:10.1086/674019
- Ekelik, H. ve Altaş, D. (2019). Dijital Reklam Verilerinden Yararlanarak Potansiyel Konut Alıcılarının Rastgele Orman Yöntemiyle Sınıflandırılması . *İktisat Araştırmaları Dergisi • Journal of Research in Economics*, 28–45. doi:10.24954/JOE.2019.27

- Eren, E. (2012). *Küresel Bunalım, İktisat Eğitimi ve Yeni İktisat*. Ankara. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/81715/1/729557154.pdf> adresinden erişildi.
- Eren, E. (2013). *Kompleksite İktisadı ve Ajan-Temelli Modelleme: Metodolojik Bir Yaklaşım* (No: 2013/3). <https://www.econstor.eu/handle/10419/81625> adresinden erişildi.
- Eren, E. (2018). İktisadi Modellemede Gelişmeler: Evrim Modelenebilir mi? . *Efil Journal*, 1(1), 58–87.
- Eren, E. (2021a). Gerçekçi İktisat: Algoritmik Matematik ve Klinik İktisat. *İktisat ve Toplum*, (128).
- Eren, E. (2021b). *İktisadi Düşünce Traihi ve İktisatta Yöntem*. Ankara: Efil Yayınevi.
- Géron, A. (2019). *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow (2019, O'Reilly)*. O'Reilly Media.
- Gers, F. A., Schraudolph, N. N. ve Schmidhuber, J. (2002). Learning Precise Timing with LSTM Recurrent Networks. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 115–143. www.idsia.ch adresinden erişildi.
- Gers, F., Schmidhuber, J. ve Cummins, F. (1999). Learning to forget: Continuous prediction with LSTM. *IEE Conference Publication*, 2(470), 850–855. doi:10.1049/cp:19991218
- Givant, S. ve Halmos, P. (2009). *Introduction to Boolean Algebras*. Springer Science Business Media, LLC 2009.
- Gürsakar, N. (2009). *Sosyal Ağ Analizi* (C. 1).
- Güven, A. (2019, 21 Aralık). K-Means Kümeleme & Elbow Yöntemi. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/@anilguven1055/k-means-kümeleme-yöntemi-ed1c537046c6> adresinden erişildi.
- Hancock, J. ve Khoshgoftaar, T. (2020). Performance of catboost and xgboost in medicare fraud detection. *ieeexplore.ieee.org* içinde . Miami,FL,USA.
- Hastie, T., Tibshirani, R. ve Friedman Jerome. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction ... - Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman - Google Books* (Second Edition.). Springer.
- Hatipoğlu, E. (2018, Temmuz). Machine Learning, Classification, Naive Bayes. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/@ekrem.hatipoglu/machine-learning-classification-naive-bayes-part-11-4a10cd3452b4> adresinden erişildi.
- James, G., Witten, D., Hastie, T. ve Tibshirani, R. (2017). *An Introduction to Statistical Learning. Springer Texts in Statistics*.
- James, Gareth, Witten, D., Hastie, T. ve Tibshirani, R. (2016). *An introduction to Statistical Learning*. doi:10.1007/978-1-4614-7138-7
- Jin, X., Wah, B. W., Cheng, X. ve Wang, Y. (2015). Significance and Challenges of Big Data Research. *Big Data Research*, 2, 59–64. doi:10.1016/j.bdr.2015.01.006
- Karakus, A. (2020, Haziran). K-Means Algoritması. *Data Science For The Earth*. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://www.datasciencearth.com/k-means-algoritmasi/> adresinden erişildi.

- Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., ... Liu, T.-Y. (2017). LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree. *Advances in Neural Information Processing Systems* içinde (C. 30). Long Beach, USA. <https://github.com/Microsoft/LightGBM>. adresinden erişildi.
- Kim, Y., Roh, J. ve Kim, H. (2017). Forecasting of Rice Blast Disease Using Long Short-Term Memory Recurrent Neural Networks _ Enhanced Reader.pdf.
- Kızrak, A. (2018, 30 Nisan). Yapay Sinir Ağları. 27 Temmuz 2021 tarihinde <https://ayyucekizrak.medium.com/şu-kara-kutuyu-açalım-yapay-sinir-ağları-7b65c6a5264a> adresinden erişildi.
- Köseoğlu, B. (2020). Ridge, Lasso ve Elastic Net. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://buse-koseoglu13.medium.com/ridge-lasso-ve-elastic-net-b6089bf2f09> adresinden erişildi.
- Küçükefe, B. (2018). Forecasting Inflation Using Summary Statistics of Survey Expectations: A Machine-Learning Approach. *Ocak*, (1), 1–16. https://www.academia.edu/download/59982196/no19_makale1.pdf adresinden erişildi.
- Luo, L., Li, J., Liu, C. ve Shen, W. (2019). Using machine-learning methods to support health-care professionals in making admission decisions. *International Journal of Health Planning and Management*, 34(2), e1236–e1246. doi:10.1002/hpm.2769
- MIT Data To AI Lab. (2018). PAR Model — SDV 0.10.1 documentation. 6 Temmuz 2021 tarihinde https://sdv.dev/SDV/user_guides/timeseries/par.html adresinden erişildi.
- Muratlar, E. R. (2021). Alternatif Regresyon Yöntemleri: Lasso Regresyon - Veri Bilimi Okulu - Veri Bilimi Okulu. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://www.veribilimiokulu.com/lasso-regresyon/> adresinden erişildi.
- Nath, T. (2021, 24 Eylül). How Big Data Has Changed Finance. 28 Aralık 2022 tarihinde <https://www.investopedia.com/articles/active-trading/040915/how-big-data-has-changed-finance.asp> adresinden erişildi.
- Nosratabadi, S., Mosavi, A., Duan, P., Ghamisi, P., Filip, F., Band, S. S., ... Gandomi, A. H. (2020). Data science in economics: Comprehensive review of advanced machine learning and deep learning methods. *Mathematics*, 8(10), 1–25. doi:10.3390/math8101799
- Nyman, R., Kapadia, S. ve Tuckett, D. (2021). News and narratives in financial systems: Exploiting big data for systemic risk assessment. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 127, 104119. doi:10.1016/J.JEDC.2021.104119
- Öğündür, G. (2020, Ocak). PCA (Principal Component Analysis) Temel Bileşenler Analizi. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/@gulcanogundur/pca-principal-component-analysis-temel-bileşenler-analizi-bf9098751c62> adresinden erişildi.
- Olfat, M. ve Aswani, A. (2018). Convex Formulations for Fair Principal Component Analysis. *33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2019, 31st Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference, IAAI 2019 and the 9th AAAI Symposium on Educational Advances in Artificial*

- Intelligence, EAAI 2019* içinde (ss. 663–670). AAAI Press. <http://arxiv.org/abs/1802.03765> adresinden erişildi.
- Özdağlar, A. (2015). Fintech and AI – MIT Laboratory for Financial Engineering. *Fintech and AI*. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://lfe.mit.edu/research/fintech/> adresinden erişildi.
- Özdemir, K. (2019, Aralık). K-En Yakın Komşu Algoritması. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/batech/k-en-yakin-komshu-algoritmasi-k-nearest-neighbors-algorithm-16e5ab69af2e> adresinden erişildi.
- Patki, N., Wedge, R. ve Veeramachaneni, K. (2016). The Synthetic data vault. *International Conference on Data Science and Advance Analytics* içinde .
- Rastgele Orman Algoritması. (2018). 29 Aralık 2022 tarihinde <https://devhuntey.wordpress.com/2018/09/20/rastgele-ormanrandom-forest-algoritmasi/comment-page-1/> adresinden erişildi.
- Santos, G. (2022). Polynomial Regression in Python. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://towardsdatascience.com/polynomial-regression-in-python-dd655a-7d9f2b> adresinden erişildi.
- Şeker, E. (2009). Kara Kutu Yaklaşımı (Black Box) – Bilgisayar Kavramları. <http://bilgisayarkavramlari.com/2009/08/29/kara-kutu-yaklasimi-black-box/> adresinden erişildi.
- Şeker, Ş. E. (2008, Aralık). K-Ortalama Algoritması. *Bilgisayar Kavramları*. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://bilgisayarkavramlari.com/2008/12/15/k-ortalama-algoritmasi-k-means-algorithm/> adresinden erişildi.
- Şimşek, Hakan Kaan. (2018). Makine Öğrenmesi Dersleri 7: Boyut Azaltma (Dimensionality Reduction) | by Hakkı Kaan Simsek | Veri Bilimi Türkiye | Medium. 28 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/data-science-tr/makine-ogrenmesi-dersleri-boyut-azaltma-pca-5ae9e902ef92> adresinden erişildi.
- Şimşek, Hakkı Kaan. (2022). Statistics. 29 Aralık 2022 tarihinde https://github.com/HakkiKaanSimsek/Statistics/blob/master/zaman_serisi_2_.ipynb_checkpoints/zaman_serisi_2-checkpoint.ipynb adresinden erişildi.
- Şirin, E. (2017). Veri Madenciliğinde Kümeleme (Clustering) - Veri Bilimi Okulu - Veri Bilimi Okulu. 28 Aralık 2022 tarihinde <https://www.veribilimiokulu.com/kumeleme-notlari-1-giris/> adresinden erişildi.
- Sobolevsky, S., Massaro, E., Bojic, I., Arias, J. M. ve Ratti, C. (2017). Predicting regional economic indices using big data of individual bank card transactions. *Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2017, 2018-January*, 1313–1318. doi:10.1109/BIGDATA.2017.8258061
- Story, G. W., Vlaev, I., Seymour, B., Darzi, A. ve Dolan, R. J. (2014). Does temporal discounting explain unhealthy behavior? A systematic review and reinforcement learning perspective. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(MAR), 76. doi:10.3389/fnbeh.2014.00076
- Taylor, S. ve Letham, B. (2018). Forecasting at Scale. *The American Statistician*, 72(1), 37-45.

- Tran, N. (2019). Machine Learning: Polynomial Regression with Python. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://towardsdatascience.com/machine-learning-polynomial-regression-with-python-5328e4e8a386> adresinden erişildi.
- Tseng, Y. J. ve Shih, Y. L. (2020). Developing epidemic forecasting models to assist disease surveillance for influenza with electronic health records. *International Journal of Computers and Applications*, 42(6), 616–621. doi:10.1080/1206212X.2019.1633762
- Ulgen, K. (2017). Makine Öğrenimi Bölüm-5 (Karar Ağaçları) . 28 Aralık 2022 tarihinde <https://medium.com/@k.ulgen90/makine-ogrenimi-bolum-5-karar-agaclari-c90bd7593010> adresinden erişildi.
- UNDP. (2022). Human Development Index. *Human Development Reports*.
- Varian, H. R. (2014). Big data: New Tricks for Econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 3–28. doi:10.1257/jep.28.2.3
- Velupillai, K. V. (2011). Towards an algorithmicrevolutionin economic theory. *Journal of Economic Surveys*, 25(3), 401–430. doi:10.1111/j.1467-6419.2011.00684.x
- Weintraub, R. (2002). Neoclassical Economics, The Concise Encyclopedia of Economics, Library of Economics and Liberty. 28 Aralık 2022 tarihinde <https://www.econlib.org/library/Enc1/NeoclassicalEconomics.html> adresinden erişildi.
- Weisstein, E. (2021). Wolfram Mathworld: Convolution. 24 Mayıs 2021 tarihinde <http://mathworld.wolfram.com/convolution.html> adresinden erişildi.
- Wu, Z. ve Christofides, P. (2019). Economic machine-learning-based predictive control of nonlinear systems. *Mathematics*, 7(6), 1–20. doi:10.3390/math7060494
- Yıldırım, E. (2021, Şubat). Temel Topluluk Öğrenimi ve Random Forest, Gradient Boosting Algoritmaları. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://ecehanyildirim.medium.com/temel-topluluk-ogrenimi-ve-random-forest-gradient-boosting-algoritmaları-e105f93b33f0> adresinden erişildi.
- Zhou, Y., Li, T., Shi, J. ve Qian, Z. (2019). A CEEMDAN and XGBOOST-Based Approach to Forecast Crude Oil Prices. *Complexity*. doi:10.1155/2019/4392785