

# **GELENEKSELDEN ENDÜSTRİ 4.0'A GEÇİŞTE DEPO YÖNETİMİNİN EVRİMİ**

Prof. Dr. Serap İNCAZ

ARTİKEL AKADEMİ: 444

---

*Gelenekselden Endüstri 4.0'a Geçişte Depo Yönetiminin Evrimi*

Prof. Dr. Serap İNCAZ  
Orcid No: 0000-0002-0779-8700

ISBN 978-625-5674-84-5

Birinci Basım: Haziran - 2026

---

Kapak uygulama: Artikel Akademi

Ofset Hazırlık: Artikel Akademi

Baskı ve Cilt: Uzunist Dijital Matbaa Anonim Şirketi  
Akçaburgaz Mah.1584.Sk.No:21 / Esenyurt - İSTANBUL

Matbaa Sertifika No: 68922  
Artikel Akademi bir Karadeniz Kitap Ltd. Şti. markasıdır.

©Karadeniz Kitap - 2026

Akademik etik kurallara bağlı kalınarak yapılacak olan alıntılar ve tanıtım maksadıyla yapılacak olan kısa alıntılar dışında, yazılı izni alınmadan, tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla, basımı, yayımı, kopyalanması, çoğaltımı veya dağıtımı yapılamaz.

KARADENİZ KİTAP LTD. ŞTİ.  
Koşuyolu Mah. Mehmet Akfan Sok. No:67/3 Kadıköy-İstanbul  
Tel: 0530 076 94 90

Yayıncı Sertifika No: 19708  
mail: info@artikelakademi.com  
www.artikelakademi.com

# **GELENEKSELDEN ENDÜSTRİ 4.0'A GEÇİŞTE DEPO YÖNETİMİNİN EVRİMİ**

Prof. Dr. Serap İNCAZ



# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	
GİRİŞ .....	13
BİRİNCİ BÖLÜM .....	17
<b>ENDÜSTRİ 4.0 ÖNCESİ ORTAYA ÇIKAN GELİŞMELER .....</b>	<b>17</b>
1.1. Endüstri/Sanayi 4.0 öncesinde ortaya çıkan gelişmeler .....	17
1.1.1. Birinci endüstri/sanayi devrimi (Endüstri 1.0) .....	18
1.1.2. İkinci endüstri/sanayi devrimi (Endüstri 2.0) .....	19
1.1.3. Üçüncü endüstri/sanayi devrimi (Endüstri 3.0) .....	21
İKİNCİ BÖLÜM .....	23
<b>ENDÜSTRİ 4. 0 VE SONRASINDA ORTAYA ÇIKAN GELİŞMELER</b>	<b>23</b>
2.1. Dördüncü endüstri/sanayi devrimi (endüstri 4.0) .....	23
2.2. Endüstri 4.0'ı tetikleyen dokuz teknolojik unsur .....	25
2.2.1. Nesnelerin interneti ( IoT/(Internet of things) .....	26
2.2.2. Simülasyon (Simulation) .....	32
2.2.3. Otonom robotlar (Autonomous robots) .....	33
2.2.4. Katmanlı üretim (Additive manufacturing) .....	35
2.2.5. Arttırılmış gerçeklik (Augmented reality) .....	39
2.2.6. Bulut bilişim (Cloud computing) .....	42
2.2.7. Siber güvenlik (Cyber security) .....	45
2.2.8. Büyük veri ve analizi (Big data and analytics) .....	46
2.2.9. Yatay ve dikey sistem entegrasyonu, (Horizantal and vertical system integration) .....	48
2.2.10. Akıllı fabrikalar (Smart factories) .....	49
2.3. Endüstri 4.0 ve insansız araç (Dron) .....	51
2.3.1. Modern dron yönetim sistemleri .....	52
2.4. Otomatik yönlendirilmiş araçlar (Automatic guided vehicles/AGV) .....	55
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....	57
<b>GELENEKSELDEN ENDÜSTRİ 4.0'A:</b>	
<b>DEPO YÖNETİMİNİN EVRİMİ .....</b>	<b>57</b>
3.1. Endüstri 4.0 ile depolarda ortaya çıkan teknolojik değişimler .....	57
3.1.1. RFID Teknolojisi ve depo yönetimindeki yeri .....	60
3.1.1.1. RFID Teknolojisini uygulayan tarafların süreçleri .....	63

3.1.1.2. Tedarik zinciri sürecindeki RFID tabanlı operasyonel işlemler	65
3.1.2. Depo yönetiminde büyük veri kullanımı	67
3.1.3. Depo yönetiminde siber güvenlik	69
3.1.4. Depo yönetiminde nesnelerin interneti (IoT)	70
3.1.4.1. Nesnelerin interneti teknolojisi tabanlı taşımacılık yönetimi	71
3.1.5. Depo simülasyonu	72
3.1.6. Depolamada artırılmış gerçeklik	74
3.1.7. Depo yönetim sistemlerindeki giyilebilir teknolojiler	75
3.1.8. Depo yönetim sistemi ve dronlar	79
3.1.8.1. Envanter yönetiminde dronlar	83
3.1.8.2. İç lojistik ve dronlar	83
3.1.9. Bulut tabanlı modern depo yönetim sistemi. (WMS Cloud)	84
3.1.10. Depolamada otonom robotlar (Autonomous mobile robots (AMRs))	85
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	89
Sonuç	89
Kaynakça	91

## Görsel Listesi

Görsel 1. Depodan genel bir görünüş .....	13
Görsel 2: Endüstri devriminin aşamaları .....	17
Görsel 3: Endüstri 1.0 dönemindeki icatlar .....	19
Görsel 4. Endüstri 2.0 dönemindeki icatlar .....	20
Görsel 5. Endüstri 3.0 dönemindeki icatlar .....	21
Görsel 6. Dördüncü endüstri devrimi sürecindeki icatlar .....	24
Görsel 7. Endüstri 4.0'ın yapı taşları .....	26
Görsel 8. Nesnelerin interneti .....	31
Görsel 9. Otonom robot örneği .....	34
Görsel 10. 3D Boyutlu baskı makinası örneği .....	36
Görsel 11. Katmanlı üretim teknolojilerinin gelecekteki yönelimleri .....	37
Görsel 12. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin dijital ve fiziksel dünyaları bütünleştirme süreci .....	40
Görsel 13. Genişletilmiş gerçeklik türleri .....	41
Görsel 14. Geçmişten günümüze bulut bilişimin gelişimi .....	43
Görsel 15. NIST Tanımına göre bulut bilişim .....	44
Görsel 16. Bulut bilişim sisteminin gösterimi .....	44
Görsel 17. Siber güvenlik .....	45
Görsel 18. Akıllı fabrika bileşenleri .....	50
Görsel 19. Dron yönetiminde yedi temel özellik .....	53
Görsel 20. Endüstri 4.0 teknolojileri ve dağıtım merkezli bir tedarik zinciri modeli .....	58
Görsel 21. Depo kabul süreci .....	63
Görsel 22. Depo sevk süreci .....	64
Görsel 23. Tedarikçinin depolama süreci .....	65
Görsel 24. Nesnelerin interneti tabanlı taşımacılık yönetimi .....	72
Görsel 25. Giyilebilir teknoloji ürünlerinin vücut üzerindeki konumlarına göre sınıflandırılması .....	76
Görsel 26. Giyilebilir teknoloji ürünü kullanımına örnek .....	77
Görsel 27. Akıllı giysi teknoloji ürünü kullanımına örnek .....	78
Görsel 28. Amazon şirketi prime air ulaştırma hizmetini sağladığı dron .....	82
Görsel 29. Otonom robot kullanım örneği .....	86
Görsel 30. Depo istifleme robotlarından örnekler .....	87
Görsel 31. Otonom forklift örneği .....	88
Görsel 32. Hava envanter robot örneği .....	88

## **Tablolar**

Tablo 1. Uygulama alanları ve ilgili başlıca senaryolar.....	29
Tablo 2. RFID Sisteminin uygulanması ile tedarik zincirinde paydaşların kazanımları .....	61
Tablo 3. Tedarik zincirindeki süreçte gerçekleştirilen RFID işlemleri.....	66
Tablo 4. Depo dron (Warehouse Drone–WD) sisteminin katmanlı yapısı.....	80

*Hayatıma anlam katan canım kızıma,  
Her zaman yanımda olan sevgili ablalarım,  
Rahmet, özlem ve minnetle andığım annem ile babama ithaf olunur.*



## ÖNSÖZ

Günümüzde ise Endüstri 4.0 kavramı ile ifade edilen yeni endüstri anlayışı, fiziksel ve dijital sistemlerin bütünleşmesini sağlayarak işletmelerin çalışma biçimlerini köklü şekilde değiştirmektedir. Bu dönüşümden en fazla etkilenen lojistik alanlarından biri de depo yönetimidir. Geleneksel depolar, uzun yıllar boyunca yoğun insan gücüne dayalı operasyonlarla faaliyet gösterirken; günümüzde nesnelerin interneti (IoT), büyük veri analitiği, bulut bilişim, yapay zekâ, otonom robotlar, artırılmış gerçeklik, RFID sistemleri ve insansız hava araçları gibi teknolojilerin kullanımıyla daha akıllı, daha hızlı ve daha verimli yapılara dönüşmektedir. Depolar artık günümüzde yalnızca ürünlerin muhafaza edildiği alanlar olmaktan çıkmış; gerçek zamanlı veri üreten, karar destek mekanizmalarıyla çalışan ve tedarik zincirinin stratejik merkezleri hâline gelmiştir. Bu çalışma, depo yönetim sistemlerinin geleneksel yapılardan Endüstri 4.0 temelli akıllı depo sistemlerine geçiş sürecini kapsamlı bir şekilde incelemek amacıyla hazırlanmıştır.

Bu kitabın temel amacı, Endüstri 4.0 teknolojilerinin depo yönetimine etkilerini bütüncül bir bakış açısıyla ortaya koymak ve lojistik alanında öğrenim gören öğrenciler, araştırmacılar ve sektör profesyonelleri için güncel bir kaynak oluşturmaktır. Hızla değişen teknolojik gelişmeler karşısında işletmelerin rekabet avantajı elde edebilmesi, yalnızca yeni teknolojilere yatırım yapmalarıyla değil, aynı zamanda bu teknolojileri etkin şekilde yönetebilmeleriyle mümkün olacaktır. Bu nedenle çalışmanın hem akademik literatüre hem de uygulamaya katkı sağlaması hedeflenmiştir.

Bu eserin hazırlanması sürecinde yararlanılan bilimsel çalışmaları ortaya koyan tüm araştırmacılara teşekkür eder, kitabın lojistik ve tedarik zinciri yönetimi alanında çalışma yapan araştırmacılar ile sektör uygulayıcılarına faydalı olmasını temenni ederim.

e-ticaret hacminin hızla büyümesi, ürün çeşitliliğinin artması ve küresel rekabetin yoğunlaşması, depo operasyonlarının daha hızlı, daha esnek ve daha hatasız yönetilmesini zorunlu kılmıştır. Bu noktada Endüstri 4.0 teknolojileri depo yönetiminde önemli bir dönüşümün kapısını aralamıştır. Nesnelerin İnterneti, büyük veri analitiği, bulut bilişim, yapay zekâ, robotik sistemler, otonom araçlar, artırılmış gerçeklik ve dijital ikiz uygulamaları sayesinde depolar artık yalnızca ürünlerin saklandığı alanlar olmaktan çıkmış; gerçek zamanlı veri üreten, karar destek mekanizmalarıyla çalışan ve birçok süreci kendi kendine yönetebilen akıllı operasyon merkezlerine dönüşmeye başlamıştır. Bu dönüşüm, sipariş toplama sürelerinin azaltılması, stok doğruluğunun artırılması, iş gücü verimliliğinin yükseltilmesi ve müşteri hizmet seviyelerinin geliştirilmesi gibi önemli kazanımlar sağlamaktadır. Bununla birlikte Endüstri 4.0 tabanlı depo sistemlerine geçiş süreci her işletme açısından aynı ölçüde kolay gerçekleşmemektedir. Yüksek yatırım maliyetleri, teknolojik altyapı eksiklikleri, sistem entegrasyonu sorunları, veri güvenliği riskleri ve nitelikli iş gücü ihtiyacı işletmelerin karşılaştığı temel zorluklar arasında yer almaktadır. İşletmeler için dijital dönüşüm süreci yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda finansal ve yönetsel bir değişim sürecini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle teknolojik yatırımların stratejik planlama ile desteklenmesi büyük önem taşımaktadır.

Önümüzdeki yıllarda depo yönetiminde yaşanan dijital dönüşümün daha da hızlanacağı öngörülmektedir. Yapay zekâ destekli karar sistemleri, kendi kendine öğrenebilen depo yazılımları, otonom mobil robotlar, insansız hava araçları, dijital ikiz teknolojileri ve sürdürülebilir enerji çözümleri depo operasyonlarının ayrılmaz parçaları hâline gelecektir. Gelecekte sadece verimlilik ve otomasyon değil, insan merkezli sistem tasarımları, çalışan refahı ve sürdürülebilirlik unsurları da ön plana çıkacaktır. Gelecekte başarılı olacak lojistik işletmeleri, yalnızca yeni teknolojileri kullanan işletmeler değil; bu teknolojileri doğru şekilde entegre eden işletmeler olacaktır. Bu çalışma, geleneksel depo yönetiminden Endüstri 4.0 tabanlı akıllı depo sistemlerine uzanan dönüşüm sürecini bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak, depo yönetiminin geçmişten günümüze geçirdiği değişimi ortaya koymuştur. Aynı zamanda geleceğin depo yönetim sistemlerinin şekillenmesinde teknolojik yeniliklerin değerlendirilmesinin gerekliliğine dikkat çekmiştir. Bu yönüyle çalışmanın hem akademik literatüre hem de uygulayıcılara yol gösterici bir kaynak olması amaçlanmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Abdelmajied, F. Y. (2022). Industry 4.0 and its implications: Concept, opportunities, and future directions. In T. Banyai, A. Banyai, & I. Kaczmar (Eds.), *Supply chain - Recent advances and new perspectives in the Industry 4.0 era*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102520>
- Ackerman, K. B., (1997). Practical Handbook of Warehousing, Materials Management Logistics, 4. Basım. Pp.42-57
- Adebomi, F. M. (2025, 16 Aralık). *The importance of data analytics in warehouse management*. Medium. <https://medium.com/@shadeolat1/the-importance-of-data-analytics-in-warehouse-management-367a28f623a8>
- Agarwal, V., & Ankolikar, S. (2022). Deployment of RFID sensors in supply chain management: A review. *Journal of Mechatronics and Artificial Intelligence in Engineering*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.21595/JMAI.2022.22565>
- Aktan, Ertuğrul (2018). Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu, Bilgi Yönetimi Dergisi Cilt: 1 Sayı:1.
- Alexovič, S., Lacko, M., Bačík, J., Perduková, D. (2021). Introduction into Autonomous Mobile Robot Research and Multi Cooperation. In: Silhavy, R. (eds) Artificial Intelligence in Intelligent Systems. CSOC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 229. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-77445-5\\_30v](https://doi.org/10.1007/978-3-030-77445-5_30v)
- Ali, S. S., Khan, S., Fatma, N., Ozel, C., & Hussain, A. (2023). Utilisation of drones in achieving various applications in smart warehouse management. *Benchmarking: An International Journal*, 31(11), 3582–3609. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2023-0039>
- Allais, E. (2021, 11 Mayıs). *Best practices for keeping your warehouse cyber-secure*. Industrial Distribution. <https://www.inddist.com/operations/article/21415460/best-practices-for-keeping-your-warehouse-cyber-secure>
- American Warehouses. (2024, 27 Şubat). *Cyber security measures every warehouse should take*. <https://www.americanwarehouses.com/blog/cyber-security-measures-every-warehouse-should-take>

- Anwar, S. (2017). Internet of Things (IoT): An introduction. *Rai Journal of Technology Research & Innovation*, 5(1), 28–31. [https://www.jru.edu.in/wp-content/uploads/RTJ/vol-5/INTERNET%20OF%20THINGS%20\(IoT\)%20AN%20INTRODUCTION.pdf](https://www.jru.edu.in/wp-content/uploads/RTJ/vol-5/INTERNET%20OF%20THINGS%20(IoT)%20AN%20INTRODUCTION.pdf)
- Apriorit. (2025, 31 Mart). *Developing a warehouse drone management system: Architecture, key features, technology stack*. <https://www.apriorit.com/dev-blog/warehouse-drone-management-system-development>
- Arena, F., Collotta, M., Pau, G., & Termine, F. (2022). An Overview of Augmented Reality. *Computers*, 11(2), 28. <https://doi.org/10.3390/computers11020028>
- Ashton, K. (2009, June 22). *That "Internet of Things" thing*. *RFID Journal*. <https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). *The Internet of Things: A survey*. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Autodesk. (t.y.). *Optimize your warehouse with 3D warehouse simulation*. Autodesk. <https://www.autodesk.com/solutions/design-manufacturing/warehouse-simulation>
- Ay, N. K. (2021, 27 Mart). *3 boyutlu baskı ve lojistiğin geleceği*. 3Dörtgen Blog. <https://blog.3dortgen.com/3-boyutlu-baski-ve-lojistigin-gelecegi/>
- Aydos, T. (2016, 15 Aralık). *Amazon Prime Air drone ile ilk teslimatını gerçekleştirdi*. PC Hocası. <https://pchocasi.com.tr/amazon-prime-air-drone-ile-ilk-teslimatini-gerceklestirdi-17808/>
- Ayrancıoğlu, G. (2018, Ağustos 8). *Internet of Things (IoT) gerçekten nedir?* Medium. <https://gokhana.medium.com/internet-of-things-iot-ger%C3%A7ekten-nedir-127b8c4bf1f1>
- Badgers, H. (2021, 14 Ekim). *Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik*. <https://nttdata-solutions.com/tr/blog/artirilmis-gerceklik-nedir-sanal-gerceklikten-farki-nedir/>
- Baik, N. (2026, 27 Ocak). *Analysis of trends in drone-based warehouse management, domestic, international operational cases*. Cello Square. <https://www.cello-square.com/en/blog/view-1845.do>
- Baydemir, T. (2018, Mayıs). *Yeni nesil ulaşım*. *Bilim ve Teknik*, (606), 16–23. <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/wp-content/uploads/sites/154/2025/09/738fe7b8-d157-4673-89ba-44893f5f4c70-1.pdf>
- Brask, S. (2022, 12 Nisan). *Warehouse management system safety & security in the cloud*. *Supply Chain 24/7*. [https://www.supplychain247.com/article/warehouse\\_management\\_system\\_safety\\_security\\_in\\_the\\_cloud](https://www.supplychain247.com/article/warehouse_management_system_safety_security_in_the_cloud)

- Britto, J. J. J. (t.y.). *Automated guided vehicle system (AGVS)* [Ders sunumu slaytları]. Ramco Institute of Technology, Department of Mechanical Engineering.
- Built In. (t.y.). *What is the Internet of Things? How IoT works, examples and more.* Built In. Erişim tarihi: 06 Mayıs 2026, <https://builtin.com/internet-things>
- Can, C. (2021, 18 Ekim). *Giyilebilir teknolojinin geleceği.* Bilimkurgu Kulübü. <https://www.bilimkurgukulubu.com/genel/bilim-teknoloji/giyilebilir-teknolojinin-gelecegi/>
- Chen, C. L. P., & Zhang, C.-Y. (2014). Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data. *Information Sciences*, 275, 314–347. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.01.015>
- Companik, E., Gravier, M. J., & Farris, M. T. (2018). Feasibility of warehouse drone adoption and implementation. *Journal of Transportation Management*, 28(2), 31–48. <https://doi.org/10.22237/jotm/1541030640>
- Cosma, A. M. I., Zangara, G., Silvestri, L., & Filice, L. (2025). Sustainability impact of automated warehouses in Industry 4.0 scenario. *Procedia Computer Science*, 253, 3196–3205. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.02.044>
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve simülasyon. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 9-26.
- Çelik, K. (2021). Bulut Bilişimde Temel Konular. Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi, 5(2): 236-250
- Davutoğlu, N. A. (2021). Sanayi 4.0 uygulamalarının dünyadaki ve Türkiye'deki sektörler açısından detaylı analizi. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 8(67), 795-811. <http://dx.doi.org/10.26450/jshsr.2368>
- DHL. (2014). *Unmanned aerial vehicles in logistics: A DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry.* DHL Trend Research. [DHL Trend Report UAV PDF](#)
- Doğan, K., Arslantekin, S. (2016). Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum, DTCF Dergisi 56.1
- Ege Bölgesi Sanayi Odası. (2015). *Sanayi 4.0.* Uyum Sağlamayan Kaybedecek! EBSO Araştırma Müdürlüğü. Ekim 2015. [https://static.ebso.org.tr/documents/yayinlar/sanayi-v4/sanayi-40\\_26908939.pdf](https://static.ebso.org.tr/documents/yayinlar/sanayi-v4/sanayi-40_26908939.pdf)
- Eldem, O., M. (2017). Endüstri 4.0, TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni 2017/3. [https://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a\\_ek.pdf?dergi=1111](https://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a_ek.pdf?dergi=1111)
- Engineers Australia. (2016). National Committee on Rehabilitation Engineering Technical Paper, *Additive manufacturing*. Engineers Australia. NCRE TP1601: Additive Manufacturing.

- Erdal, M. ve Çancı, M., (2003). Lojistik Yönetimi-Freight Forwarder El Kitabı 1, UTİ-KAD Yayını, Erler Matbaası, İstanbul.
- Fairlie, M. (2026). *5 Best Augmented Reality Use Cases*. <https://www.business.com/articles/best-augmented-reality-uses/>
- Fauadi, M.H.F. MD., Azimi, N. Z., Anuar, N.I. , Ali, M.M. , Sued, M.K. and Ramlan, S. (2018). Simulation Approach for Logistical Planning in a Warehouse: A Review. *Oriental journal of computer science and technology*. 11. 201-208
- Ferreira, W. P., Armellini, F., & De Santa-Eulalia, L. A. (2020). Simulation in Industry 4.0: A state-of-the-art review. *Computers & Industrial Engineering*, 149, Article 106868. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106868>
- Futureside. (2022, 21 Haziran). *Examples of the potential benefits of smart clothing*. <https://futureside.com/examples-of-the-potential-benefits-of-smart-clothing/>
- Gagliardi, J.P., Renaud, J. and Ruiz, A., (2012). “Models for automated storage and retrieval systems: a literature review”, *International Journal of Production Research* 50(24).
- Gönen, S., & Rasgen, M. (2019). Endüstri 4.0 ve Muhasebenin Dijital Dönüşümü. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2898-2917. <https://doi.org/10.33206/mjss.550713>
- Guidance Automation. (2022). *What is the difference between an automated mobile robot and a robot?* Guidance Automation. <https://www.guidanceautomation.com/what-is-the-difference-between-an-automated-mobile-robot-and-a-robot/>
- Gülbey, G. (2019, 2 Aralık). *Oyunun kuralları değişiyor mu? 3D baskı yapılar*. EkoYapı Dergisi. <https://ekoyapidergisi.org/oyunun-kurallari-degisiyor-mu-3d-baski-yapilar/>
- Hasel Linde MH. (t.y.). *Otonom ekipman*. [https://www.hasel-linde-mh.com/forklift-ve-depo-ekipmanlari/otonom-ekipman\\_tr-22-1.html](https://www.hasel-linde-mh.com/forklift-ve-depo-ekipmanlari/otonom-ekipman_tr-22-1.html)
- IAITO Infotech Pvt Ltd, White Paper, RFID Based Warehouse Management System Ver 1.0 (Dec 2013). <http://www.iaito.co.in/resources/RFID%20in%20Warehouse%20Management-new%20copy.pdf>
- IoT Analytics. (2021). *State of the IoT 2021: Number of connected IoT devices growing*. IoT Analytics. <https://www.muhendisbeyinler.net/iot-kullanim-alanlari-endustri-ulasim-ve-lojistik/>
- IoT Türkiye. (2020, 12 Kasım). *Giyilebilir teknoloji: FingerTrak*. <https://ioturkiye.com/2020/11/giyilebilir-teknoloji-fingertrak/>
- ITU (2026). Introduction to Security Cyberspace, Cybercrime and Cybersecurity.ht-

[tps://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Documents/Introduction%20to%20the%20Concept%20of%20IT%20Security.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Documents/Introduction%20to%20the%20Concept%20of%20IT%20Security.pdf)

- İyibilgin, O., & Gepek, E. (2021). *Additive manufacturing technologies and its future in industrial applications. International Journal of Integrated Engineering, 13(7)*, 245–257. <https://doi.org/10.30880/ijie.2021.13.07.028>
- J. Sounderpandian, R. V. Boppana, S. Chalasani, and A. M. Madni, “Models for cost-benefit analysis of RFID implementations in retail stores,” *IEEE Systems Journal*, Vol. 1, No. 2, pp. 105–114, Dec. 2007, <https://doi.org/10.1109/jsyst.2007.909788>
- Kabadayı N., (2022). Depo Tasarımı ve Yönetimi Sivil Hava İşletmeciliği Yönetimi Programı, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. In: Final report of the Industrie Working Group. Acatech: Frankfurt am Main.
- Karaca, İ. (2015). Büyük Veri Analizlerinin Kurumsal Faaliyetlerde Kullanım Alanları, T.C. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü, Lisans tezi, Ankara.
- Kaygın, E., Zengin, Y., & Topçuoğlu, E. (2019). Endüstri 4.0’A Akademik Bakış. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 33(4)*, 1065-1081. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/840401>
- Kılıç Ekici, Ö. (2011, Aralık). Kablosuz elektrik: Hayal mi yoksa gerçek mi?. *Bilim ve Teknik, 45(755)*, 46–55. <https://e-dergi.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf?dergi-Kodu=4&cilt=45&sayi=755&sayfa=46&yaziid=32571>
- Koştı, G. (2020). Sanayi 4.0 ve teknoloji bileşenleri [Industry 4.0 and its component]. *Journal of Business, Innovation and Governance, 3(2)*, 131–144.
- Küçük, S., (2021). Endüstri 4.0 Kavramının ve Sürecinin Bilinirliği Üzerine Karaman Organize Sanayi Bölgesinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Künüçen, H. H., & Samur, S. (2021). Dijital Çağın Gerçeklikleri Sanal, Artırılmış, Karma ve Genişletilmiş Gerçeklikler Üzerine Bir Değerlendirme. *Yeni Medya, 2021(11)*, 3862
- Malla Reddy College of Engineering & Technology, Department of Information Technology. (2020–2021). *Digital notes on cyber security (R1&A0521)*. Malla Reddy College of Engineering & Technology.
- Mecalux. (2021, 30 Mart). *Augmented reality applications for warehouse logistics*. <https://www.mecalux.com/blog/augmented-reality-warehouse-logistics>

- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing*, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. (NIST Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology.
- Miman, M., Küçük, L., Akırmak, O., O., Tatar, Ç. (2014). Artırılmış Gerçeklik İle Depo Sistemleri Tasarımı, III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 15-17 Mayıs 2014, Trabzon
- Mohammadkamal, H., Zinatlou Ajabshir, S., & Mostafaei, A. (2026). Additive Manufacturing at the Crossroads: Costs, Sustainability, and Global Adoption. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 10(1), 5. <https://doi.org/10.3390/jmmp10010005>
- MÜSİAD, (2017). Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği, Araştırma Raporları, 2017 Lojistik Sektör Raporu, İstanbul
- Nantee, N. and Sureeyatanapas, P. (2021). The impact of Logistics 4.0 on corporate sustainability: a performance assessment of automated warehouse operations. *Benchmarking: An International Journal*, 28(10), pp. 2865-2895. Doi:10.1108/BIJ-11-2020-0583.
- Nguyen, D.-D., & Dang, Q.-D. (2024). Development of an Intelligent Drone Management System for Integration into Smart City Transportation Networks. *Drones*, 8(9), 512. <https://doi.org/10.3390/drones8090512>
- Oracle (2026). *What is a warehouse management system (WMS)?* <https://www.oracle.com/tr/scm/logistics/warehouse-management/what-is-warehouse-management/>
- Özbaran, C. (2020). *Otonom mobil depo robotunun mekatronik sistem tasarımı* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Gedik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özdaş, M. R. (2014). Bulut bilişimin kamuda kullanımı: Dünya örnekleri ve Türkiye için öneriler (Uzmanlık tezi, Yayın No. 2861). T.C. Kalkınma Bakanlığı, Bilgi Toplumu Dairesi.
- Özsoylu, A., F., (2017). Endüstri 4.0., Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt:21, Sayı:1.
- Patel, B., Tripathi, R., & Goel, N. (2021). IoT an overview: Advantage, disadvantage and applications. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, 10, 119–122. <https://doi.org/10.7753/IJCATR1005.1003>
- Payne, T. (2018, June 4). *The evolving warehouse and future trends*. Explore WMS. <https://www.explorewms.com/warehouse-future-trends.html>
- Peixoto, R., Dias, L., Carvalho, M. S., Pereira, G., & Geraldese, C. A. S. (2016). *An automated warehouse design validation using discrete simulation*. In *2016*

---

*IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

- Permann, S. (2021). *Automated guided vehicles and autonomous mobile robots in production and logistics* (Master's thesis, TU Wien). Repositum. <https://repositum.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/18961/1/Permann%20Sandra%20-%202021%20-%20Automated%20guided%20vehicles%20and%20autonomous%20mobile%20robots...pdf>
- Pundit, S. M., Bhat, S., & Belthur, S. G. (2025). Efficient warehouse management with autonomous drones. *AIJR Proceedings*, 7(4), 73–79. <https://doi.org/10.21467/proceedings.7.4.8>
- Robotnik. (2021, 11 Ağustos). *What is an autonomous mobile robot (AMR)? What Robotnik AMR brings to your business*. <https://robotnik.eu/what-is-an-autonomous-mobile-robot-amr-what-robotnik-arm-brings-to-your-business/>
- Saha, S. (2018, 13 Kasım). *Latest developments in smart garments*. Online Clothing Study. <https://www.onlineclothingstudy.com/2018/11/latest-developments-in-smart-garments.html>
- SAP. (2026). What is augmented reality (AR)? <https://www.sap.com/insights/what-is-augmented-reality.html>
- SAP. (2026). *Smart Factory*. <https://www.sap.com/insights/what-is-a-smart-factory.html>
- SAP (2025). Big data. <https://www.sap.com/insights/what-is-big-data.html>
- Sarathkumar, S. (t.y.). *Automatic guided vehicle* [Basılmamış ders sunumu slaytları]. (M. Dhanashekar, Danışman).
- Sathyabama University, Department of Information Technology. (t.y.). *Cyber security (SITA1602)* [Ders notu]. School of Computing.
- Savushkin, N. (2024). *Warehouse automation in logistics: Case study of Amazon and Ocado* (Bachelor's thesis). Metropolia University of Applied Sciences.
- Security. VisionIAS pdf. [https://cdn.visionias.in/value\\_added\\_material/63b0a-basics-of-cyber-security\\_economy.pdf](https://cdn.visionias.in/value_added_material/63b0a-basics-of-cyber-security_economy.pdf)
- Sert, D., Yılmaz, Hitit, Z., Ertunç, S., (2019). Endüstri 4.0 Uygulamaları Mevcut Durumu ve Kimya Mühendisliğindeki yeri, IV. Tehlikeli Kimyasalların Yönetimi ve Proses Güvenliği, Ankara Üniversitesi
- Shatokhin, O., Dzedzickis, A., Pečiulienė, M., & Bučinskis, V. (2025). Extended Reality: Types and Applications. *Applied Sciences*, 15(6), 3282. <https://doi.org/10.3390/app15063282>
- Shivamurthaiah, M., Avinash, N., Praveen Kumar, K., & Pardeep Kumar. (Eds.). (2025).

*Emerging research trends in computer science and information technology*  
(1st ed.). Bhumi Publishing. ISBN: 978-93-48620-71-2

- SK Robotik. (2026). *MF7 – İnsansız forklift / transpalet*. SK Robotik. <https://www.skrobotik.com.tr/product/mf7-insansiz-forklift-transpalet/>
- Song Y., Yu F. R., Zhou L., Yang X., & He Z. (2020). Applications of the Internet of Things (IoT) in smart logistics: A comprehensive survey. *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 8, no. 6, pp. 4250 – 4274.
- Stephenson, B. (2021, 25 Ekim). *What are smart clothes?* Lifewire. <https://www.lifewire.com/what-are-smart-clothes-4176103>
- Šubić, T., Pošćić, P., & Jakšić, D. (2015). Big data in data warehouses. In Proceedings of the 4th International Conference The Future of Information Sciences (INFuture 2015) (pp. 235–244), Zagreb, Croatia.
- Şekkeli, Z. H., & Bakan, İ. (2018). Smart Factories. *Journal of Life Economics*, 5(4), 203–220.
- Tanyaş M., Başkak M., (2012). Farklı Açılardan Depoların Sınıflandırılması Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 10-12 Mayıs 2012, Konya.
- Temetist (2017). Deponun Tanımı. <https://temesist.com/deponun-tanimi-2/>
- Teslasuit. (2022, 26 Eylül). *Smart clothing classification*. <https://teslasuit.io/blog/smart-clothing-classification/>
- The Boss Magazine. (t.y.). *Warehouse wearables*. <https://thebossmagazine.com/profile/warehouse-wearables/>
- Tikwayo, L. N., & Mathaba, T. N. D. (2023). Applications of Industry 4.0 Technologies in Warehouse Management: A Systematic Literature Review. *Logistics*, 7(2), 24. <https://doi.org/10.3390/logistics7020024>
- Tiwari, S. (2023). Smart warehouse: A bibliometric analysis and future research direction. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*, 2, Article 100014. <https://doi.org/10.1016/j.smse.2023.100014>.
- Toffler, A. (2008). Üçüncü Dalga. İstanbul: Koridor Yayıncılık den Özhan, Ü., M., Beyter, S., (2020). Bir Politik İktisat Denemesi Olarak Dördüncü Sanayi Devrimi, Türkiye ve Emegın İkamesi, Bölüm 17, İbn Haldun Anısına Türkiye ve Türk Dünyası Araştırmaları-VI, Editör: Tansü, Y., E., Ankara.
- Tulaskar, Dhiraj & Kale, Pawan & Nemane, Shon & Sharma, Ayush & More, Pradnya. (2022). An Automated Warehouse Management System. *Journal of Scientific Research and Reports*. 41-49. 10.9734/jsrr/2022/v28i730534.
- Turan, M. (2014). Bulut bilişim ve mali etkileri: Bulutta vergi. *Bilgi Dünyası*, 15(2), 296–326.

- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, (2011). Ulaştırma Hizmetleri Depo İşlemleri, 840UH0031, Ankara.
- Türkiye'nin endüstri 4.0 Platformu (2025). <https://www.endustri40.com/yatay-ve-di-key-entegrasyon-nedir/>
- TÜSİAD (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0., Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi, Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576.
- Unansea (t.y). <https://unansea.com/temel-amaci-ve-depo-tipleri/>
- UNICEF, Additive manufacturing: emerging innovations for children. Insight Report No.4, UNICEF Office of Innovation, New York, 2025. License: CC-BY 4.0
- Üstün, V. (2022). *Amazon'un depolarda çalışacak robotları ortaya çıktı!* HWP. <https://hwp.com.tr/amazonun-depolarda-calisacak-robotlari-ortaya-cikti-209797>
- Veridian, (2007). A Brief History of WMS in the Supply Chain, <https://veridian.info/history-of-wms/>
- Vicente, L., Delabrida, S., Silva, M., Santana, A., & Rabelo, R. (2024). Industry 4.0: Wearable IoT device applied to warehouse management. *Proceedings of the International Conference on Enterprise Information Systems*, 532–539. <https://doi.org/10.5220/0012736300003690>
- VisionIAS (2024). Updated Value Addition Material 2024 International Security.Basic of Cyber
- Vreeke, C. (2026, March 6). *What are the benefits of using simulation software for warehousing?* InControl Simulation Solutions.. <https://www.incontrolsim.com/knowledgebase/what-are-the-benefits-of-using-simulation-software-for-warehousing/>
- Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği. (2017, Mayıs). *Giyilebilir teknolojiler raporu*. <https://uib.org.tr/tr/kbfile/giyilebilir-teknoloji-raporu>
- Wattal, S., & Kumar, A. (2014). Cloud computing - An emerging trend in information technology. *2014 International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT)*, 168–173. <https://doi.org/10.1109/ICICT.2014.6781273>
- Wawrla, L.; Maghazei, O.; Netland, T. (2019) Applications of drones in warehouse operations. Whitepaper. ETH Zurich, D-MTEC, Chair of Production and Operations Management. Downloaded from [www.pom.ethz.ch](http://www.pom.ethz.ch)
- Wipelot Teknoloji Sanayi A.Ş. (t.y.). *RFID'nin faydaları nelerdir?*. <https://rfid-turkiye.com/RFID-Yararlari-Nedir>
- Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative soluti-

- ons in logistics and supply chains management. *Procedia Engineering*, 182, 763–769. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.197>
- Yelis, B. (2026). RFID Teknolojileri ve Endüstriyel Uygulamaları, Türkiye'nin endüstri 4.0 platformu. <https://www.endustri40.com/rfid-teknolojileri-ve-endustriyel-uygulamaları/>
- Yıldız, Aytaç. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*. 22. 546-556. 10.16984/saufenbilder.321957.
- Yılmaz, Ü., & Kuvat, Ö. (2021). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Lojistik Faaliyetlerindeki Uygulama Alanları ve Verimliliğe Etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31, 746-754. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1004953>
- Zekeik, H., Chahbi, M., Lamarti Sefian, M., & Bakkali, I. (2025). Augmented reality and virtual reality in education: A systematic narrative review on benefits, challenges, and applications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(9), em2699. <https://doi.org/10.29333/ejms-te/16830>



**Prof. Dr. Serap İNCAZ**, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi'nden lisans ve doktora ve Marmara Üniversitesi'nden yüksek lisans derecesine sahiptir. Yurt dışında Hollanda'da akademik çalışma alanı olan denizcilikle ilgili eğitim almış, Port and Shipping and Transportation Management bilim alanında post graduate diplomaya hak kazanmıştır. Akademik çalışma hayatının büyük bir kısmını İTÜ Denizcilik Fakültesi'nde geçirmiş, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesinde Denizcilik Fakültesinde ve Nişantaşı Üniversitesi'nde Denizcilikle ilgili bölümlerinde öğretim üyesi olarak görev yapmıştır. Prof. Dr. İncaz'ın, aynı zamanda Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesinde ve Nişantaşı Üniversitesi'nde denizcilik bölüm ve programının kurulmasında bizzat emeği geçen öğretim üyesi niteliği de sözkonusudur. Nişantaşı Üniversitesi'nde çalışırken denizcilikten sorumlu kalite koordinatörü görevini de yapan Prof. Dr. Serap İncaz; şu anda Kırklareli Üniversitesi'nde Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümünde Bölüm Başkanı olarak görev yapmaktadır. Akademik çalışmaları, deniz ve liman işletmeciliği, yönetim strateji, taşımacılık, uluslararası ticaret, lojistik, denizcilikte kadın işgücü ve sorunları, deniz kirliliği konularına odaklanmaktadır.