



VIII. Ulaştırma ve Lojistik Ulusal Kongresi

13-14 Aralık 2024 | Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

<https://www.ulk.ist/>



Yenilikçi Bir Depolama Sisteminde Enerji Verimliliği İçin Matematiksel Model Önerisi

Özet

Turgay Duman

Dr. Öğr. Üyesi,
Erzurum Teknik Üniversitesi
turgay.duman@erzurum.edu.tr

Mahmut Tutam

Dr. Öğr. Üyesi,
Erzurum Teknik Üniversitesi
mahmut.tutam@erzurum.edu.tr

Mehmet Akif Ceviz

Prof. Dr.,
Erzurum Teknik Üniversitesi
akif.ceviz@erzurum.edu.tr

Nadide Çağlayan Özaydın

Dr. Öğr. Üyesi, Erzurum Teknik
Üniversitesi
nadide.caglayan@erzurum.edu.tr

E-ticaret sektöründeki hızlı büyüme, yalnızca tedarik zincirinin genelinde değil, aynı zamanda tesis içi lojistik süreçlerinde de otomasyon ihtiyacını artırmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı'nın E-Ticaretin Görünümü raporuna göre, Türkiye'de e-ticaret hacmi 2023 yılında bir önceki yıla göre 5,15 artarak 1,85 trilyon Türk lirasına ulaşmıştır. İşlem sayısı ise ,25'lik bir artışla 5,87 milyar adet olarak kaydedilmiştir. Aynı rapor, 2024 yılında e-ticaret hacminin 3,4 trilyon Türk lirasına, işlem sayısının ise 6,67 milyar adede ulaşacağını öngörmektedir. Depo operasyonlarının karmaşıklığı bu büyüme ile birlikte değerlendirildiğinde, lojistik sektöründe daha etkin depolama yöntemlerine, hızlı ürün teslimatına ve yenilikçi çözümlere olan ihtiyaç kaçınılmaz hale gelmiştir. Modern depo yönetiminde verimlilik, hız ve sürdürülebilirlik sağlamak amacıyla geliştirilen yenilikçi sistemlerden biri de Robotik Kompakt Depolama ve Geri Alma (RKD/G) sistemleridir. RKD/G sistemleri, yoğun depolama gereksinimlerini karşılamak ve operasyonel süreçleri optimize etmek üzere tasarlanmıştır. Bu sistemler, kutuların üst üste istiflendiği koridorsuz kafes yapılı bir depo modeli temelinde çalışır ve kontrolör, iş istasyonları, robotlar, kutular ile depo yönetim sistemi gibi bileşenlerden oluşur. Robotlar, ürünlerin bulunduğu kutuları yatay ve dikey hareketlerle taşıyabilir. Yüzeyde x ve y eksenlerinde hareket eden robotlar, z ekseninde hedeflenen kutuya erişmek için öncelikle üstteki diğer kutuları yüzeye bırakır ve ardından hedef kutuyu iş istasyonlarına taşır. Bu sistemler, operasyonel verimliliği artırmanın yanı sıra doğru bir tasarımla enerji tasarrufu sağlamada da önemli rol oynayabilirler. Bu çalışmada, RKD/G sistemlerinde enerji tüketiminin minimize edilmesine yönelik enerji tüketimi ve rejeneratif enerji kazancıyla ilgili denklemler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler:

Robotik, kompakt, depolama ve geri alma sistemi, enerji verimliliği, matematiksel modelleme.



A Mathematical Model Proposal for Energy Efficiency of An Innovative Warehouse System

Abstract

The rapid growth of the e-commerce sector has increased the need for automation not only across the entire supply chain but also within intra-logistics processes. According to the E-Commerce Outlook report by the Ministry of Trade of the Republic of Türkiye, the e-commerce volume in Türkiye grew by 115.15% in 2023 compared to the previous year, reaching 1.85 trillion Turkish liras. The number of transactions also increased by 22.25%, amounting to 5.87 billion. The same report forecasts that in 2024, the e-commerce volume will reach 3.4 trillion Turkish liras, while the number of transactions is expected to rise to 6.67 billion. Considering the complexity of warehouse operations alongside this growth, the need for more efficient storage methods, faster product delivery, and innovative solutions in the logistics sector has become inevitable. One of the innovative systems developed to ensure efficiency, speed, and sustainability in modern warehouse management is the Robotic Compact Storage and Retrieval (RCS/R) system. RCS/R systems are designed to meet high-density storage requirements and optimize operational processes. These systems operate on a corridor-free grid-based warehouse model where boxes are stacked on top of each other and consist of components such as controllers, workstations, robots, boxes, and warehouse management systems. Robots can transport boxes containing products through horizontal and vertical movements. Robots moving on the x and y axes on the surface first relocate the boxes above the target box to the surface to access the target box on the z-axis and then transport the target box to the workstations. In addition to enhancing operational efficiency, these systems also play a significant role in achieving energy savings when appropriately designed. In this study, equations related to energy consumption and regenerative energy recovery were developed to minimize energy consumption in RCS/R systems.

Keywords:

Robotics, compact, storage and retrieval system, energy efficiency, mathematical modeling.

