



Research Article

APPLICATION OF THE APRIORI ALGORITHM IN ORGANIZING EFFECTIVE
WAREHOUSE LAYOUT

ETKİN DEPO YERLEŞİMİNİN DÜZENLENMESİNDE APRIORI ALGORİTMASININ
UYGULANMASI

Burcu Özcan Türkkkan^{1,*} | Aysu Karaman² | Yıldız Edanur Yılmaz³

¹ Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Türkiye, ORCID: 0000-0003-0820-4238

² Lisans Öğrencisi., Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

³ Lisans Öğrencisi., Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Article Info:

Received: Apr, 29, 2021

Revised: Jan, 16, 2023

Accepted: Aug, 25, 2023

Keywords:

Data mining, Warehouse
management, Apriori Analysis

Anahtar Kelimeler:

Veri Madenciliği, Depo Yönetimi,
Apriori Analizi

ABSTRACT

Discovery of valuable and predictive information in large data sets is called data mining. If data mining is given importance in organizations and communities, new information can be discovered and reports can be created to support strategic decisions. The decisions taken as a result of these reports will enable the organization to take more strategic steps and to be more advantageous than its competitors. Data mining has a wide range of applications. The data mining algorithm to be used varies according to the information to be obtained. In the framework of this study, in the first stage, the information obtained by examining the data mining applications, areas of use and the warehouse and warehouse management concepts that constitute the subject of the employee were presented. In the second phase, the paint factory warehouse layout application was realized. The purpose of the application is to examine the combinations of paint and to settle these together. Clementine Apriori analysis was used to learn relationships to work on SPSS.

ÖZ

Büyük veri setlerindeki değerli ve sonucu tahmin edilmeyen bilginin keşfine veri madenciliği denmektedir. Örgütlerde ve toplumlarda veri madenciliğine önem verildiği takdirde yeni bilgiler keşfedilir ve stratejik kararlar almaya destek olacak raporlar oluşturulabilmektedir. Bu raporlar sonucu alınan kararlar örgütün daha stratejik adımlar atmasına ve rakiplerinden daha avantajlı konuma geçmesine imkân sağlayacaktır. Veri madenciliğinin çeşitli ve geniş uygulama alanı bulunmaktadır. Elde edilmek istenen bilgiye göre kullanılacak veri madenciliği algoritması değişiklik göstermektedir. Bu çalışma çerçevesinde, ilk aşamada veri madenciliği uygulamaları, kullanım alanları ve çalışanın konusunu oluşturan depo ve depo yönetimi kavramları incelenerek elde edilen bilgiler aktarılmıştır. İkinci aşamada boya fabrikası depo yerleşim uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın amacı boyaların siparişlerdeki birlikteliklerini inceleyerek bu birlikteliklere uygun yerleşim yapmaktır. Çalışmada birliktelikleri belirlemek için SPSS Clementine ortamında Apriori analizi kullanılmıştır.

© 2023 JOBDA All rights reserved

*** Corresponding Author**

E-mail: burcu.ozcan@kocaeli.edu.tr (B. ÖZCAN TÜRKKAN)

1 | GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar gelen dönemde insanlar olaylar karşısında yaşadıkları deneyimleri, edindikleri bilgileri diğer insanlara anlatma ihtiyacı duymuşlardır. Bu anlatma ihtiyacı ile birlikte diğer insanlara aktarılmış olan deneyimler, yaşanan olaylar karşısında daha bilgili olmaya ve çeşitli düşüncelerin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Günümüzdeki gelişmeler ile birlikte daha önceden yazılı olarak paylaşıp muhafaza edilen bu bilgiler zamanla daha çok dijital ortam üzerinde muhafaza edilmeye başlanmıştır (Erdogan, 2004).

Dijital ortamda muhafaza edilmeye başlayan bilgilerin sayısı her geçen gün artmakta, bu durumla birlikte bilgilerin saklandığı veri tabanlarının sayısı da aynı miktarda artış göstermektedir (Özekes, 2003).

Bilgideki hızlı artış sonucu öngörülemeyen problemlere çözüm bulan, geleceğe dönük bilgi yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yığın halindeki veriler içerisinde işletmeler için faydalı, önemli olanlarının bulunup ortaya çıkarılmasına veri madenciliği denir (Kurt ve Erdem, 2012).

Veri madenciliği, bilgisayar sistemleri ve çeşitli analiz yöntemleri aracılığıyla büyük veri grupları arasından geleceğe yönelik planların oluşturulması, verilerin yapısını inceleyerek diğer verilerle arasındaki ilişkinin belirlendiği, ortaya çıkmamış verilerin bulunup çıkarıldığı ve verilerin amaca yönelik işlenerek analiz edilmesinin sonucu anlamlı verilerin elde edildiği bir sistemdir. Günümüzde veri madenciliği birçok alanda uygulanmaya başlanmıştır. Bunlardan bazıları pazarlama, bankacılık, sigortacılık, borsa, perakendecilik, endüstri, genetik, sağlık, lojistik, depo yönetimi, bilim ve mühendislik vb.dir (Savaş, vd. 2012).

Bu çalışmada, depo yönetimi ve depo alanı düzenleme konusunu veri madenciliği modelleri ile incelemektedir.

2 | LİTERATÜR TARAMASI

Şahin yapmış olduğu çalışmada depoların yönetilmesi sırasında en çok karşılaşılan siparişin gruplandırılması ve siparişin toplanması gibi iki problemi incelemiştir. Bu iki problemin eş zamanlı olarak düşünülerek planların oluşturulması kanısına varmıştır. Genetik algoritma (GA) ile en yakın komşu (GANN) ve kazanç (GAS) sezgisellerini birleştirerek iki yöntem elde etmiştir. Literatürde ilk olan bu yöntem eş zamanlı olarak iki probleme de çözüm bulmuştur. Yöntemin doğruluğunu belirlemek ve seçeneklerin kıyaslanması için çeşitli parametreler kullanmıştır. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile

bu parametrelerin belirlenmesi sağlamıştır ve test etmişlerdir. Klasik depo için GABM (Genetik Algoritma Gruplama Metodu) ve GANN yöntemleri karşılaştırmış ve GANN yöntemi daha iyi sonuç vermiştir. Çapraz geçitli depo yönetiminde ise GANN ve GAS yöntemlerini karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda da GANN yöntemi daha iyi sonuç vermiştir. Klasik ve çapraz geçitli depo için GANN yönteminin en iyi sonucu veren yöntem olduğunu belirlemiştir (Şahin, 2009).

Özyörük ve Ak, MİKES AŞ'de daha verimli bir depo yerleşimi için yaptıkları bu çalışmada liftlerde depolanan malzemelere daha kısa zamanda ulaşmak adına en çok talep gören malzemeleri rahat ulaşılacak konumlara koyarak yeniden yerleşim yapmışlardır. Yeniden yerleşim yaparken malzemeleri kendi içinde dört farklı şekilde sınıflandırılarak yerleştirmişlerdir. Birinci yöntemde ürünleri iş emrinden gelen sıklığa göre sınıflandırmışlardır. İkinci yöntemde her bir grubu aynı liftte depolanacak gibi düşünerek yerleştirmişlerdir. Üçüncü yöntemde malzemelerin iş emrindeki sıklığının, kapladığı alana oranıyla yerleştirmişlerdir. Dördüncü olarak ABC analizi ile malzemelerin sınıflandırılması sonucu yerleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda depo alanına etkin bir şekilde yerleşim yapılarak depo sistemi iyileştirilmiştir (Özyörük ve Ak, 2012).

Şahin ve Kulak depo içi organizasyonların genetik algoritmalar ile yönetilmesi konusunu araştırmıştır. Etkin sonuçlar elde etmek için bir sipariş örneği oluşturulup, örnek her bir parametre kümesi için 5 defa çalıştırılmıştır. Sonuç ortalamaları ANAVO testi ile değerlendirilmiş ve tablo oluşturulmuştur. Yöntemin performansının yüksek olup olmadığına karar vermek için bir sayı belirlenmiş ve belirlenen sayıda deney bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Yapılan tüm deneylerden depo içi operasyonlarının yönetiminde etkinliğin sağlanabilmesi için depo içerisindeki ürün hareketlerinin olabilecek en hızlı biçimde gerçekleştirilebilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma ile sipariş gruplarına ve depo içi araç rotalama problemlerini eş zamanlı çözen genetik algoritma esaslı yöntem geliştirilmiştir. Yöntemde depo içerisinde dolaşılacak toplam mesafe en aza indirilmeye çalışılmıştır (Şahin ve Kulak, 2008).

Cömert ve Yener, Sakarya ilinde hizmet veren gıda fabrikasının yeni kurulacak olan depo yeri için seçim yapması gereken Arifiye, Hendek, Söğütlü ilçelerinin değerlendirilmesi üzerine inceleme yapmışlardır. Çalışmalarında çok kriterli karar verme

yöntemlerinden bulanık AHP kullanmışlardır. Modelde kullanılacak dört ana ölçüt ve sekiz alt ölçüt belirlemişlerdir. Bu ana ölçütlerini, depo yerinin maliyeti, altyapısı, çevresel etmenleri ve iş gücü olarak seçmişlerdir. Ölçütler belirlendikten sonra uzmanlar tarafından alınan bilgilerle karşılaştırma matrisi oluşturmuşlardır. Matristen elde edilen verilere göre depo yerini Arifiye ilçesini seçmişlerdir (Cömert ve Yener, 2016).

Depoların düzgün çalışmasında tesis yerleşiminin önemli etkisi vardır. Baytar ve arkadaşları, tesis yerleşimi içinde depo süreçleri için bir model önerisinde bulunmuşlardır. Beyaz eşya fabrikasında yaptıkları çalışmada depo süreçlerinde yaşanan problemler üzerine odaklanmışlardır. Bu problemlerden en çok karşılaşılanları araçların bekleme süreleri, mal kabul alanının yoğunluğu, raf önü bekleme süreleri olduğunu belirlemişlerdir. Problemlerdeki dar boğazları tespit etmişler ve bu dar boğazlar üzerine kurulan simülasyon modeli ile üzerine iyileştirmeler yapmışlardır. Uzman görüşü ve çalışanların bilgisi dikkate alınarak sonuçlar doğru yorumlandığında depo yönetimi probleminde güvenle kullanılacak bir model oluşturmuşlardır (Bayraktar vd., 2011).

Miman ve arkadaşları, arttırılmış gerçekliğin depo raf sistemleri üzerinde tasarımı yapmışlardır. Lojistik alanında yaptıkları incelemede sipariş hazırlama, kargolama ve depolama en çok yapılan işler olduğundan daha kısa sürede ve yorulmadan yapılan işlemler haline getirilmeye çalışılmıştır. Sistemin işleyişini, çalışanın depoya geldiğinde sipariş listesi ve arttırılmış gerçeklik uygulamasının hazır olduğu cihazları açarak ve ilk sipariştten başlamayarak barkodları kamera taratması ile başlatmışlardır. Daha sonra sistemde algılanan ürün ile ilgili kullanıcıya bütün sonuçların verilmesi ve ürünü almak isteyen çalışana haritalandırma ile en kısa yolu gösterilmesi ile devam etmiştir. En sonunda süreç sipariş listesi bitine kadar devam etmesi liste tamamlandığında çalışana teslim noktasına en yakın yolu sunması ile sipariş teslim edilmesini tamamlamışlardır. Hazırladıkları bu depo tasarım uygulamasında konum tabanlı haritalandırma ile iş süresini azaltmış olmuşturlar (Miman vd., 2014).

Bir diğer çalışmada Yılmaz ve arkadaşları hızlı tüketim malları satan işletme en uygun depo sayısını ve depo yerini seçmek amaçlı çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada depo yeri seçimi problemi için sezgisel bir yaklaşım türü olan genetik algoritmayı kullanmışlardır. MS SQL Server ve Visual, Studio kullanarak sonuca ulaşmaya çalışmışlardır. Çalışma

sonucunda en az depo sayısını ve en az depo mesafesi sonuç değerlerini elde etmişlerdir. GA ve uygunluk hesaplanırken kullanılan sabit maliyet dışardan girilebilir şekilde olduğundan çeşitli problemlerde de kullanılabilir program olduğu sonucuna varmışlardır (Yılmaz vd., 2011).

Gergin ve Peder yaptıkları çalışmada, depoların sürekli hareket halinde olması sonucu depo yeri seçerken en çok hangi noktalara dikkat edilmesi gerektiği ve bu noktalarla ilgili yöntemlerin neler olacağını belirlemek üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmalarının sonucunda çok kriterli karar verme yöntemlerinin en uygun olduğu ve en çok ANP, AHP, TOPSIS in kullanıldığı sonucuna ulaşmışlardır (Gergin ve Peder, 2019).

Tuna ve Tunçel, depolama işlemlerinin büyük bir bölümünü oluşturan sipariş toplama sistemleri ile ilgili yapmış oldukları çalışmada en uygun sipariş toplama yönteminin belirlenmesi için incelemeler yapmışlardır. Yaptıkları incelemeler sonucunda sipariş toplama işleminde en etkin olan durumların ürün akış tipleri, siparişlerin gruplandırılması, depolama alanına ürün atama kararı, rota oluşturma, siparişleri birleştirme ve bölgeleme konuları olduğunu belirlemişlerdir. Ve yapılacak olan çalışmalarda bu konuların bir arada kombine şekilde işlenmesi gerektiği sonucuna varmışlardır (Tuna ve Tunçel, 2012).

Dede ve Çengel, depo yönetimi konusunu lojistik hizmetlerde etkin bir şekilde nasıl olması gerektiği konusunu incelemişlerdir. Lojistik sektörde en temel noktanın ürünün istenen zamanda, istenen miktarda ve sağlam bir şekilde bulunması için dikkat edilmesi gereken noktaların analizini yapmışlardır. Gıda sektöründe yaptıkları araştırmalar sonucunda depo yönetiminin altı önem faktörünü depo düzeni ve ergonomik yapı, müşteri memnuniyeti analizi, bilgi sistemleri, operasyon performans izleme sistemi, çalışan performans ve-ödüllendirme sistemi ve finansal göstergeler olduğu sonucuna varmışlardır. Gıda alanında yaptıkları bu çalışmanın sonucunun her alan için dikkate alınması gereken depo yönetimi konusu olduğunu belirtmişlerdir (Dede ve Çengel, 2019).

Demir ve Dinçer, üretim sektöründe veri madenciliği ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Kullanılan yöntemlerde organizasyonlar açısından en az girdi, en az maliyet ile süreci tamamlayarak arz, talep ve kaliteye en uygun şekilde olması üretimin gerçekleşmesini hedeflemişlerdir. Yaptıkları çalışmaların sonucunda hem ülkemizde hem de dünya da üretimle ilgili veri madenciliği

çalışmalarının az olduğu sonucuna varmışlardır. Bunun nedeninin üretim planlarına göre parametrelerin değişmesinin, üretimin giriş ve çıkışın çok olduğu bir karışık bir sistem olmasının, yapılan akademik çalışmalarda üretim verilerine ulaşmanın işi zorlamasının ve üretimde kişilerin bu yapılan algoritmaları uygulamaya açık kişiler olmasının gerektiğini düşünmüşlerdir. Ve daha sonraki dönem için üretimle ilgili olarak dinamik veri akışları alınarak, ürün hata gruplaması yapılabileceğini, bunu yaparken de Python ve Google colab ile büyük verilerle çalışılacağını öne sürmüşlerdir (Demir ve Dinçer, 2020).

Özçakar ve arkadaşları, depolama işlemlerinin büyük bir bölümünü oluşturan sipariş toplama sistemleri, siparişlerin depo içinde buldukları konumdan alınması anlamına geldiğini açıklamışlardır. Bu çalışmada depo işlemleri için sipariş toplama probleminde çözüm bulacak genetik algoritma üretmeye çalışmışlardır. Genetik Algoritma (GA) ile kullandıkları farklı parametreler ile Clarke-Wright (CW) parametrelerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının en sonunda GA tekniğinin kullandıkları tüm veriler için CW tekniğine göre çok daha etkili çıktılar verdiğini ortaya koymuşlardır (Özçakar vd., 2012).

Şahin ve arkadaşları, makine fabrikasında yarı mamul depolama sistemi için etkin raf yerleşimi çalışmaları yapmışlardır. Yarı mamuller kaynak bölümünde uzun süre kalması diğer işlerin yapılmasına engel olduğunu ve ek maliyet oluşturduğunu fark etmişlerdir. Yeni raf alanı yerleşimini planı için kullandıkları matematiksel modellerde rafların ve taşıma aracı boyutlarını dikkate almışlar daha sonra yarı mamullerin raflara yerleşimini planlamışlardır. GAMS ile iki farklı durum incelenmiştir. Birinci durumda raflardaki parça türünü azaltmayı, ikinci durumda koridorlarda bulunan parça türünü en aza indirmeyi hedeflenmiştir. Geliştirilen model ile birinci durumda doluluk oranının ikinci durumdaki doluluk oranından biraz düşük ama yaklaşık olarak eşit olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Şahin vd., 2020).

Karakış yaptığı çalışmada, çok önemli olan depo ve depolama kavramları üzerinde durmuştur. Dağıtım merkezi depolarına uygun hiyerarşik depo tasarım ve konvansiyonel/otomatik depo karar probleminin ilişkin analitik bir model oluşturmuştur. Yaptığı çalışma depo tasarımına ilişkin problemler, çözüm yöntemleri ve yaklaşımları üzerine bir çalışmıştır. Araştırma sonucunda stratejik depo tasarımında ki önemli olan şeylerden biri otomatik karar verme probleminin ilişkin iki şekilde analitik bir model

ortaya atmıştır. Bu model de maliyet haricinde, teknik performans göstergeleri, maliyet dışı karar kriterlerini düşünmüştür (Karakış, 2014).

Sağnak, deponu yerinin tedarik zincirinde etkilemesinden dolayı çok önemli bir nokta olduğunu düşünmüş ve çalışmasını bunun üzerine bir perakende sektöründe yapmıştır. Yaptığı çalışmada bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve bulanık TODIM yöntemlerini melez bir şekilde bir arada kullanmıştır. Depo yeri seçiminde önemli olan noktaları yaptığı araştırmalar sonucunda bulmuştur. TODIM yöntemini AHS yönteminde ağırlıklandırma yaparken kullanmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre her bir kriterin önem değeri yanında belirtmiştir ve depo yeri seçiminde en önemli noktanın taşıma maliyeti olduğunu bulmuştur (Sağnak, 2020).

Karlı ve Tanyaş yaptığı çalışmada lojistik alanında ki çalışmaların durumunu belirlemek istemişlerdir. Dijital dönüşümden etkilenmiş olan lojistik ile ilgili "akıllı lojistik" ve "lojistik 4.0" olmak üzere terimler yoğun olarak kullanmaya başlanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda 2015 yılı ve sonrasında akıllı lojistik ile ilgili araştırmaların arttığı çıkarımında bulunmuşlardır. Akıllı lojistik ile birlikte maliyette verimlilik ve izlenebilirlik önemli avantajların olduğunu fark etmişlerdir (Karlı ve Tanyaş, 2020).

Bu çalışmada Olcay, depoların otomasyon sistemine ve dijitalleşmesine sürecini ortaya koymuştur. Ürünler, takım tezgâhları, fabrikalar, depolar ve araçlar birbirine daha bağlı olacak ve normal şekilde çalışabileceğini ve bilgi ve malzeme arasındaki ayrımın olacağı bir ağ özerk bir şekilde Endüstri 4.0'a dayalı dördüncü depo devrimi oluşturacağını öne sürmüştür. Dijitalleşme ile gerçek nesnelere bilgi ağının oluşmasına ve insanlar, veriler ve makineler arasında bir buluşma noktası oluşturmasına yol açacağını düşünmüştür. Kullanımda ilgili süreçlere ve süreçlere dahil olan herkes tüm bilgilere erişebilir gerçek zamanlı bilginin kendisi tüm ürüne dahil edilecektir Değer zinciri üretim, pazarlama ve bakımın anahtarı olacağı sonucuna varmıştır (Olcay, 2018).

Tunç ve arkadaşları, depolarda raftan sipariş çekme politikası en etkili hale getirmeye çalışmışlardır. İl olarak ürünlerin konumları incelenmiş, en iyi toplama için rota çalışması yapmışlardır. Taşıma süresi ve maliyetleri en az olacak şekilde en iyi rotaların içinde yer aldığı depo sistemi önerilmiş ve sipariş toplama süresini en aza indirmeye çalışmışlardır. Raflarda siparişle ilgili yaşanan aksaklıkları tespit ederek iyileştirmeler yapmışlardır. Algoritmanın uygulanabilmesi için Java

tabanlı Pick - Path optimization programı kullanılmıştır. Depodaki ürün düzenlenmesi ile zaman ve mesafe tasarrufu sağlandığı ve yönteminde doğru seçilmesi ile yüksek bir tasarruf sağlandığı görülmektedir (Tunç vd., 2008).

Turan, lojistik içinde deponun önemini depo yerleşimini ve deponun en büyük maliyetlerden birisi olduğunu öne sürmüştür. Çalışmasını da bu önemli konu olan depo sistemleri ve tasarımı üzerine yapmıştır. İşletmelerin öncelikli ihtiyaçlarını belirlemesi ve buna göre depo planları oluşturması gerektiğini açıklamıştır. Depoların yapım aşamasında hangi ürünlerin kullanılacağı nasıl yerleşim yapılacağı ürünlerin ağırlıklarının yerleşimde önemini vurgulamıştır. Sonuç olarak bir depo yerleşim çalışması yapmıştır (Turan, 2006).

Güler, çalışmasında depo yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımı üzerinde durmuştur. Çalışmada en önemli nokta Depo Yönetim Sistemleri konusunda araştırmalar yapmış ve bu araştırma sonucunda LV yazılımını yakından incelemiştir. Sipariş hazırlama, ürün kategorisi ve müşteriye özel yerleştirme, toplama ve tedarik aşamaları yerleştirme, toplama ve tedarik işlemlerinin en iyi şekilde yapılmasını sağladığını ortaya koymuştur. DYS yazılımının depo sistemine sağladığı kolaylıkları incelemiştir (Güler, 2006).

Şenyiğit ve arkadaşlarının yapmış olduğu bu çalışma; depo idaresinde sürekli kullanılacak olan iki ayrı depolama stratejisi ile birbirleri ile karşılaştırma yapmak adına 50 farklı örnek karşılaştırılmış ve bu karşılaştırma sonucunda hangi stratejinin çok daha iyi performans gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, parti ve bölge sipariş toplama stratejileri dikkate alınmıştır. Çalışmada 2 toplayıcı ve 4 koridordan oluşan bir depo alanı ve toplayıcının maksimum olarak 20 öge toplayabildiği 2 dalgadan oluşan bir sistem olduğu varsayılmış ve bu durum dikkate alınmıştır. Stratejileri karşılaştırmak için, amaç fonksiyonu toplanamayan toplam öge sayısı olan bir matematiksel olan model kullanılmıştır. Bu matematiksel modelde 50 örnek veri için çalıştırılmıştır. Ele alınan bu 50 örnek verinin 30 tanesinde parti toplama stratejisinin (%60), 7 tanesinde ise bölge stratejisinin (%14) çok daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiş ve yalnızca 13 tanesinde (%26) stratejilerin performanslarına eşit olduğu tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar incelendiğinde, genelde parti toplama stratejisinin bölge toplama stratejisinden daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna varmışlardır. Parti ve bölge sipariş toplama stratejilerini karşılaştırmak için ve dengesizlik maliyetlerinin hesaplanması için kullanılacak olan

matematiksel model belirlenip kullanılmıştır. Bu metotlar ise, CPLEX optimizasyon programında yazılmış ve 50 veri için ayrı ayrı hesap yapılmıştır. Tüm bu işlemler sonucunda, çok büyük bir alanda bir alanda belli bir stok kaleminin çokça yoğunlaşmasının olduğu durumda ve sipariş başına düşük sayıda toplama gerektiren durumlarda en iyi toplama yöntemi parti sipariş toplama stratejisi olduğu tespit edilmiştir (Şenyiğit ve Yavuz, 2018).

Dayıoğlu yaptığı çalışmada modüler depo yönetiminde A* temelli yeni bir algoritma önerisinde bulunmuştur. Depoda otomatik olarak gerçekleşen depolara modüler depo olarak tanımlamıştır. Bu çalışmada dikey bir şekilde yükselip alçalan tekerlekli birim modüller bir araya gelmesiyle oluşan modüler depo için sezgisel bir yöntem geliştirmiştir. Amacı çıkış noktalarına en az sürede ulaştırma olarak belirlemiştir. Sonuç olarak, bu sezgisel yöntem A* temelli olup bu yöntemin karşılaştırılan tüm yöntemlerden daha iyi olduğu kanısına varmıştır (Dayıoğlu, 2017).

Hopbağlı'nun kozmetik sektöründe yapmış olduğu depo tasarımı uygulamasında, ürün hareketi ve depolamadaki iş hacimlerine bağlı olarak profil çıkarılmıştır. Çıkarılan profile göre, kavramsal tasarımı yapılan iş süreçleri için ayrıntılı tasarım olarak kaynak gereksinimi saptanmış ve sunulan alternatifler arasında en elverişli yerleşim planı belirlenmiştir. Kozmetik sektöründe palet, koli ve adet esasında gerçekleşen ürün hareketlerine göre depolama sistemleri ve ekipman kullanımı farklı özellikler göstermektedir. Adet ve koli bazında hareket mevzu bahis olduğundan muhit paketleme ve ambalajlama işlemlerinde katma değerli hizmetler söz konusu olmaktadır.

Bu çalışma, depolama fonksiyonun ve depo yönetiminin tedarik zincirinde ve lojistik süreçler kapsamında etkinliğine bağlı olarak depo tasarımı yaparken izlenmesi gereken iş basamaklarını göstermiş ve bu basamakların kozmetik sektörüne adaptasyon süreci anlatılmıştır. Farklı sektörler için farklı çözümler ile farklı uygulamalar yapılmalıdır (Hopbağlı, 2009).

3 | TEORİK ÇERÇEVE

3.1. Veri Madenciliği

Veri madenciliğinin uygulama basamağı için çoğaltılmış birçok algoritma vardır. Algoritma verilere ve kullanıcı isteğine göre seçilir. Modellerin, kullanıcıların farklı model anlayışına kılavuzluk etmek ve gayeye varmak için ipuçları belirlemelerine de imkân temin etmek gibi amaçları vardır.

Veri madenciliği deneysel bir çalışma olduğundan dolayı değişik ve farklı algoritmaların denenmesinde yarar vardır. Denemesi yapılan algoritmalarından başarılı sonuç alınan veya alınanlar seçilebilir. Seçilen algoritmalar kullanılarak da kullanılacak model belirlenebilir. Ancak veriler zaman içinde değişebileceğinden modellerin de zamanla değiştirilmesi veya geliştirilmesi gerekebilir.

Modeller tanımlayıcı ve tahminleyici olmak üzere ikiye ayrılır. Tanımlayıcılar verilerin genel özelliklerini sıralarken tahminleyiciler eldeki veriler sayesinde önsezilerde bulunur (Denizli, 2019).

Veri madenciliği modelleri genel hatlarıyla Birliktelik Kuralları, Kümeleme, Sınıflandırma ve Regresyon modelleri olmak üzere 3'e ayrılır. Bu modellerden Birliktelik Analizi ve Kümeleme tanımlayıcı model iken Sınıflandırma ve Regresyon tahminleyici modeldir (Gülmez, 2016).

3.1.1. Veri Madenciliği Modelleri

3.1.1.1. Birliktelik Kuralları

Birliktelik kuralları, veri kümesinde birlikte görülen nesnelere kümesini ve bu kümeler arasındaki ilişkiyi etkili bir şekilde keşfetmek için kullanılır. Keşfedilen modeller, sık gözlemlenen nesnelere veya kurallar dizisi olarak ifade edilir. İlişki analizinde bu modellerin ilginç olması beklenmektedir. Modellerin ilginçliğini belirlemek için çeşitli önlemler önerilmiştir. Bu ölçümlerin seçimi hassas bir konudur. Veri kümesi ne kadar büyükse, ilginç örüntüleri belirlemek o kadar zor olur (Karasu ve Doğan, 2020).

Geçmiş verilerin incelenmesi verilerde kolaylıkla ortaya çıkmayan korelasyon-birlikteliklerin elde edilmesine ve bunun sonucunda meydana gelecek yeni veriler üzerinde çalışılmasına yardımcı olan bir yaklaşımdır. Birliktelik kuralları geniş veriler arasındaki farklı benzerlikleri yakalayarak pazarlama, iş yönetimi ve karar verme süreçlerine destek olur (Ay, 2009).

Birliktelik kuralları veri madenciliğinde en iyi örnek olarak kullanılmaktadır. Veri tabanındaki olayların birlikte gerçekleşmesinin olasılık olarak gösterimidir. Amaç, birlikte gerçekleşme olasılıkları yüksek olan olaylar arasında kuralların ortaya çıkmasıdır.

Birliktelik kuralları "İlişki Analizi" adı altında da yer almaktadır ve en sık kullanıldığı alan market sepet analizidir.

Market sepet analizinde veriler incelenerek ürünler için gelecek ay satış tahminleri belirlenir, birlikte

alınan ürünler için promosyon uygulanır ve raf yerleşimi yapılabilir, müşteriler aldıkları ürünler bazında sınıflandırılabilir ve yeni ürünler için hedef müşteriler tespit edilir (Gündüz, 2017).

Apriori Algoritması

Agrawal ve Srikant tarafından 1994 yılında geliştirilmiş bir algoritma olmakla birlikte veri madenciliği alanında kullanılması gerekli görülmüş ve önerilmiştir. Nesnelere arası ilişki ve bağlantıları meydana çıkarmada oldukça yaygın kullanılan Apriori algoritmasının adı, kullandığı bilgileri bir önceki adımdan aldığı için "prior" kelimesinden gelmektedir (Ayberkin ve Özen, 2019).

Algoritmanın amacı veri tabanında fazla tekrarlanan birliktelikleri analiz etmektir. Algoritmada budama ve birleştirmeden oluşan iki aşama vardır. Analiz sırasında sistem birçok kez taranır.

Algoritmada çok tekrarlanan K+1 öge kümesini bulmak için K öge kümesi yani bir önceki öge kümesi kullanılır. İlk taramada tek elemanlı öge kümeleri ve bunların destek değerleri bulunur. Her bir ögenin ne sıklıkta kullanıldığı o ögenin destek değerini belirler. Belirlenen destek değerini sağlayan ögelerle daha fazla elemanlı öge kümeleri oluşturulur. Bu süreç istenen destek değerini sağlayan öge kümesi yani sık kullanılan ögeler bulunamayana kadar devam eder (Bal, 2020).

Apriori Algoritmasının Parametreleri

Apriori algoritmasında ögeler arasındaki birliktelik belirli destek ve güven değerleri ile ifade edilir. Bu iki değer arttıkça iki ögenin birlikteliğinin önemi de artmaktadır. Destek değeri ögeler arası birlikteliğin hangi sıklıkla bulunduğunu gösteren değerdir. Güven değeri bir ögenin diğer ögeyle ne kadar olasılıkla birlikte olacağını bir diğer anlamda birlikteliklerin doğruluğun göstergesidir (Bal, 2020).

A ve B, birbirinden farklı birer öge kümeleridir. A öge kümesi için destek değeri, A öge kümesini kapsayan kümelerin tüm öge kümelerine oranıdır ve (1) denklemi ile hesaplanır.

A ve B öge kümeleri için destek değeri, tüm kümeler içerisinde birlikte bulunma olasılığıdır ve (2) denklemi ile elde edilir.

B öge kümesinin hangi olasılıkla A öge kümeleri içerisinde bulunacağı güven değeri ile ifade edilir ve (3) ve (4) denklemlerinden biri ile hesaplanır.

$$Destek (A) = \frac{A \text{ öge küme sayısı}}{\text{Toplam öge küme sayısı}} \quad (1)$$

$$Destek (A, B) = \frac{(A,B) \text{ öge küme sayısı}}{\text{Toplam öge küme sayısı}} \quad (2)$$

$$Güven (A, B) = \frac{(A,B) \text{ öge küme sayısı}}{A \text{ öge küme sayısı}} \quad (3)$$

$$Güven (A, B) = \frac{Destek (A,B)}{Destek (A)} \quad (4)$$

Şekil 1: Apriori Parametreleri

Elde edilen kuralların kullanılabilirliği, doğruluğu ve güvenilirliği, destek ve güven kriterleri ile belirlenir. İki öge kümenin birlikteliğinin önemli olması için hem destek hem de güven kriterlerinin olabileceğince yüksek olması gerekmektedir. Algoritmanın başlangıcında, kuralların geçerliliğini belirlemek amacıyla minimum destek ve güven kriterleri (eşik değerleri) belirlenir. Bu kriterler için optimum değerler seçilmesi önemlidir. Bütün öge kümelerinin sık geçenler kümesinde yer alabilmesi için, her ögenin daha önceden tanımlanmış olan minimum destek değerinden büyük olması gerekir. Minimum destek kriteri çok büyük seçilirse apriori algoritmasının çalışma süresinin ve adımlarının azalması ile oluşan kural sayısı da azalacaktır. Böylece, birliktelik kuralları kullanışlı olmayacaktır. Minimum güven kriteri, kuralların doğruluğunu belirtmesinden dolayı yüksek seçilmelidir (Yalçın, 2013).

3.1.1.2. Kümeleme

Benzer özellikler gösteren verilerin ortak bir grupta toplanmasıdır. Aynı kümeye alınmış veriler benzer özellikler gösterirken farklı kümelerdeki veriler benzerlik göstermezler. Kümeler daha önceden belli olmama özelliğiyle sınıflandırmadan ayrılır. Sınıflandırmada gruplar önceden tanımlanmıştır (Gülmez, 2016).

Kümelemenin temel amacı verilerin yığılmasını engellemek yani veri hacmini daraltmaktır. Kümeleme aynı zamanda veri tabanındaki kayıtları özelleştirir ve belirlenmiş kümelerin dışında kalan istisnaları tespit eder (Faki, 2015).

3.1.1.1. Sınıflandırma ve Regresyon

Veri madenciliğinde en çok kullanılan modellerdir. Sınıf tanımlamaları önceden bellidir. Daha çok

tahminlemelerde kullanılır. Birçok farklı alanda da kullanılabilir.

Regresyon analizinde durumlar değerlendirilirken hangi durum ve olaylardan etkilenildiğini belirlemek ana amaçtır. Farklı değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel olarak ifade edilmesidir (Silahtaroglu, 2013).

Girdi ile sonuç arasındaki ilişki için en iyi tahminlemeyi yapabilecek modeli oluşturmak en büyük amaçtır. Girdiler 'bağımsız değişken' iken sonuç 'bağımlı değişken'dir. Modelde bir bağımlı değişken ve bir veya birden fazla bağımsız değişken vardır. Bir değişkenli model doğrusal (basit) regresyon, çok bağımsız değişkenli modeller çoklu regresyondur (Faki, 2015).

3.1.2. Veri Madenciliği Kullanım Alanları

Veri madenciliği uygulama alanları oldukça geniştir. Günümüzde hemen hemen her sektörde kullanılabilir bir disiplinler arası yaklaşımdır. Tüm işletmeler müşterilerinin davranışlarını bilmek, ilerisi için bir tahminde bulunabilmek ister. Böyle bir yaklaşım veri madenciliği amaçları arasında yer almaktadır (Şimşek, 2006). Veri madenciliğinin kullanıldığı alanlardan bazıları şöyledir:

Telekomünasyon: Bu sektörde en çok karşılaşılan durum müşteri kaybıdır ve asıl amaç müşteri kaybını azaltmak olmalıdır. Bu kuruluşlar müşteri memnuniyetlerini sorgulayarak, kimin hangi sebepten memnuniyetsiz olduğunu öğrenerek hangi müşterileri hangi sebeplerden dolayı kaybedebileceği hakkında bilgi sahibi olabilselerse kaybı önlemek amacıyla çeşitli kampanyalar düzenleyebilir ve farklı stratejiler geliştirebilirler (Şimşek, 2006).

Hatların yoğunlukları da veri madenciliği yöntemleri ile tahmin edilebilir (Akçay, 2013).

Endüstri: Kalite kontrol analizlerinde, lojistik ve üretim süreçlerinin optimizasyonunda kullanılır (Çetin, 2009).

Finans: Alıcı profili tespit edilir. İnsanların bankalar nezdinde krediye uygunluk ve güvenilirliği incelenir, riziko değerlendirmesi yapılır. Ürün stratejisi bu bilgelere göre yapılır. Aynı zamanda kredi kartı riskleri, ödeme yapma gücü, müşteri güvenilirliği, ödeme günü sadıqlığı incelenerek kredi kartı limitleri de buna göre belirlenir (Özcan, 2014).

Farklı finansal göstergeler arasındaki gizli ilişkiler olup olmadığının bulunmasında da veri madenciliği yol göstericidir (Aytaç, 2013).

Pazarlama: Müşterilerin nüfuslarının yapısal özellikleriyle arasındaki bağlantıyı belirleme,

müşteri segmentasyonu, çeşitli pazarlama stratejileri, satış tahminleri gibi konularda veri madenciliği devreye girer (Çataloluk, 2012).

Sağlık ve İlaç: Hangi hastalığın hangi evresinde nasıl bir yöntem izlenebileceği, çeşitli hastalık tanılarında hastalığın teşhisinde, belirtilerin hangi hastalığın sebebi olabileceğinin tahmininde veri madenciliği görev alabilir. Aynı zamanda ilaç keşiflerinde veya var olan ilacın eksik yönlerini geliştirmede de yardımcıdır (Gönülol, 2009).

3.2. Depo Yerleşimi ve Yönetimi

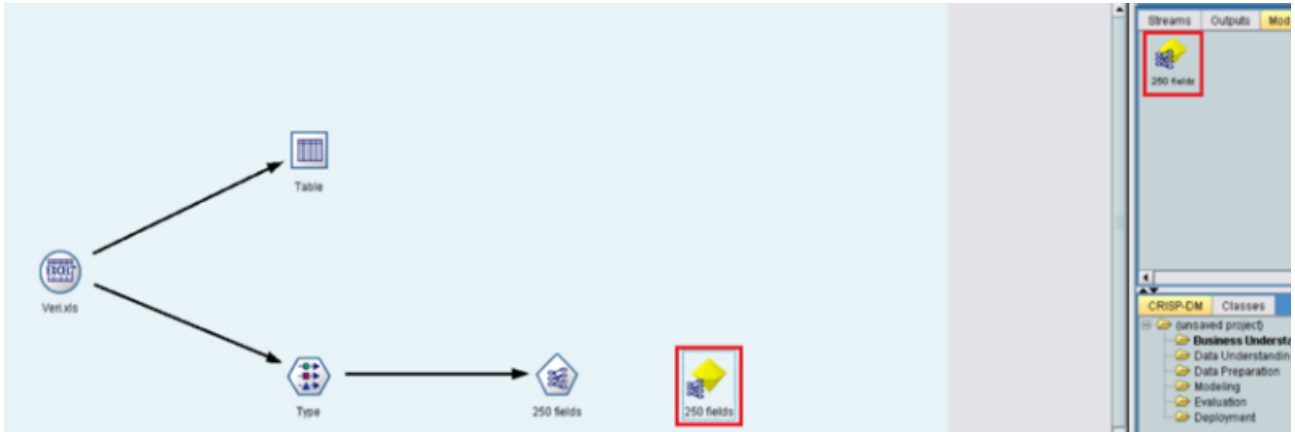
Depolama, üretilen mamul ve yarı mamullerin stoklanmasının dışında; üretimde kullanılan hammaddelerin düzenli olarak işleyişini, zaman tasarrufu ve oluşacak sorunların önlenmesi amacıyla kullanılan gelişmiş bir sistemdir. Depolar, üretimi beslemek, çeşitli birimlerden gelen ürünleri birleştirmek ve yükleri ayırmak gibi işlemleri gerçekleştirir. Depolama işlemlerinde teslim alma, yükleme boşaltma, yerleştirme, stoklama, bakım, ürün montajı ve ambalajlama adımları uygulanır. Aynı zamanda depolar üretim planlarının duraksamadan devam edebilmesi ve hammaddenin gerekli zamanda gerekli yerde bulunması, müşteri siparişlerinin beklenen seviyede ve minimum maliyetle oluşturulması amacıyla kullanılır.

Deponun doğru bir şekilde yönetilmesi, müşterinin ürün beklentisi odaklanılarak optimum depolamanın gerçekleşmesi ile sağlanmaktadır. Gerçekleşecek iş ve depo çeşidi beklenti, amaçların işleyiş sırasını etkilemektedir. Fakat bütün depo çeşitleri için temel oluşturan amaçlar;

- En fazla alan kullanımı,
- En fazla depolama,
- Talepleri hızla karşılamak,
- En az fire,
- Etkin ürün güvenliği,
- Etkin veri güvenliği,
- En az hatalı sevkiyat olarak belirlenmiştir (Arslan, 2019).

4 | UYGULAMA

Depolara gelen siparişlerde ürünlerin birlikte bulunma ilişkilerine bakarak, en uygun yerleşimlerini sağlamak amacı ile yapılan bu çalışmada, yöntem olarak Apriori Algoritması ve uygulama olarak Clementine kullanılmıştır. Clementine’de Apriori Algoritması üzerinde farklı destek ve güven seviyelerinde incelemeler yapılmıştır.



Şekil 2: Sonuçların Elde Edilmesi

4.1|Farklı Destek ve Güven Değerleri için Sonuçların İncelenmesi

Ana ekrana çekilmiş olan çözüme çift tıklayarak siparişlerde birlikte yer alan ürünleri kurallarını görebiliyoruz. Kuralların sıralaması en yüksek güven değerinden en düşük güven değerine doğru yapılmıştır.

- **%3 Minimum Destek ve %60 Minimum Güven Değerleri İçin:**

Çalışmanın bu aşamasında Apriori algoritmasında %3 minimum destek ve %60 minimum güven değerleri için 56 adet kural bulunmuştur. Kuralların sıralaması en yüksek güven değerinden en düşük güven değerine doğru yapılmıştır. Ü4 ve Ü5 ürünlerini seçen toplam 95 sipariş bulunmaktadır. Bu iki ürün ile birlikte Ü7 'nin bulunma oranı: 0.93684 dür. Bu da güven aralığını (confidence) verir. Destek aralığı (support) bu ürünlerin bulunduğu siparişlerin tüm siparişlere oranıdır. Bu

oranımız $95/3000=0.0317$ 'dir (Support: Antecedents ürünlerinin toplam sipariş sayısı içerisindeki oranıdır).

Tablo 1: %3 Minimum Destek ve %60 Minimum Güven Sonuç Değerleri

Consequent	Antecedent	Instances	Support %	Confidence %
Ü7 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.166	93.684
Ü6 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.166	92.631
Ü5 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.066	91.803
Ü7 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	91.057
Ü5 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	90.722
Ü5 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	89.899
Ü7 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	89.691
Ü6 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	87.879
Ü5 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.828
Ü7 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.138
Ü7 = T	Ü3 = T	91	3.033	83.516
Ü7 = T	Ü84 = T	103	3.433	83.495
Ü7 = T	Ü4 = T	121	4.033	81.818
Ü6 = T	Ü5 = T and Ü7 = T	137	4.567	81.752
Ü5 = T	Ü3 = T	91	3.033	81.319
Ü7 = T	Ü88 = T	90	3.0	81.111
Ü6 = T	Ü4 = T	121	4.033	80.165
Ü7 = T	Ü5 = T	173	5.767	79.191
Ü4 = T	Ü88 = T	90	3.0	78.889
Ü6 = T	Ü88 = T	90	3.0	78.889
Ü5 = T	Ü4 = T	121	4.033	78.512
Ü5 = T	Ü88 = T	90	3.0	77.778
Ü5 = T	Ü84 = T	103	3.433	77.670
Ü84 = T	Ü3 = T	91	3.033	76.923
Ü6 = T	Ü3 = T	91	3.033	76.923
Ü4 = T	Ü3 = T	91	3.033	74.725
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü5 = T and Ü7 = T	112	3.733	74.107
Ü6 = T	Ü84 = T	103	3.433	73.786
Ü5 = T	Ü7 = T	188	6.267	72.872
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	71.545
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	71.311
Ü6 = T	Ü5 = T	173	5.767	71.098
Ü4 = T	Ü84 = T	103	3.433	68.932
Ü3 = T	Ü84 = T	103	3.433	67.961
Ü4 = T	Ü6 = T	145	4.833	66.897
Ü3 = T	Ü88 = T	90	3.0	66.667
Ü84 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.167	66.316
Ü84 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	65.979

Ü88 = T	Ü3 = T	91	3.033	65.934
Ü4 = T	Ü5 = T and Ü7 = T	137	4.567	64.964
Ü6 = T	Ü7 = T	188	6.267	64.894
Ü90 = T	Ü88 = T	90	3.0	64.444
Ü90 = T	Ü3 = T	91	3.033	63.736
Ü84 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	63.636
Ü24 = T	Ü88 = T	90	3.0	63.333
Ü84 = T	Ü88 = T	90	3.0	63.333
Ü3 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.167	63.158
Ü3 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	62.887
Ü88 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	62.887
Ü86 = T	Ü88 = T	90	3.0	62.222
Ü86 = T	Ü3 = T	91	3.033	61.538
Ü91 = T	Ü88 = T	90	3.0	61.111
Ü88 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.167	61.053
Ü3 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	60.606
Ü88 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	60.606
Ü86 = T	Ü84 = T	103	3.433	60.194

%3 Minimum Destek ve %65 Minimum Güven Değerleri İçin:

Çalışmanın bu aşamasında Apriori algoritması %3 minimum destek ve %65 minimum güven değerleri için 39 adet kural bulunmuştur. Kuralların sıralaması en yüksek güven değerinden en düşük güven değerine doğru yapılmıştır. Ü84'ün bulunduğu toplam 103 sipariş bulunmaktadır.

Ü84 ile Ü7 'nin siparişlerde birlikte bulunma oranı: 0.83495 dir. Bu da güven aralığını (confidence) verir. Destek aralığı (support) bu ürünlerin bulunduğu siparişlerin tüm siparişlere oranıdır. Bu oranımız $103/3000=0.03433$ 'dür. (Support: Antecedents ürünlerinin toplam sipariş sayısı içerisindeki oranıdır).

Tablo 2: %3 Minimum Destek ve %65 Minimum Güven Sonuç Değerleri

Consequent	Antecedent	Instances	Support %	Confidence %
Ü7 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.167	93.684
Ü6 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.167	92.632
Ü5 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	91.80
Ü7 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	91.057

Ü5 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	90.722
Ü5 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	89.899
Ü7 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	89.691
Ü6 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	87.879
Ü5 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.828
Ü7 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.138
Ü7 = T	Ü3 = T	91	3.033	83.516
Ü7 = T	Ü84 = T	103	3.433	83.495
Ü7 = T	Ü4 = T	121	4.033	81.818
Ü6 = T	Ü5 = T and Ü7 = T	137	4.567	81.752
Ü5 = T	Ü3 = T	91	3.033	81.313
Ü7 = T	Ü88 = T	90	3.0	81.111
Ü6 = T	Ü4 = T	121	4.033	80.165
Ü7 = T	Ü5 = T	173	5.767	79.191
Ü4 = T	Ü88 = T	90	3.0	78.889
Ü6 = T	Ü88 = T	90	3.0	78.889
Ü5 = T	Ü4 = T	121	4.033	78.512
Ü5 = T	Ü88 = T	90	3.0	77.778
Ü5 = T	Ü84 = T	103	3.433	77.670
Ü84 = T	Ü3 = T	91	3.033	76.923
Ü6 = T	Ü3 = T	91	3.033	76.923
Ü4 = T	Ü3 = T	91	3.033	74.725
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü5 = T and Ü7 = T	112	3.733	74.107
Ü6 = T	Ü84 = T	103	3.433	73.786
Ü5 = T	Ü7 = T	188	6.267	72.872
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	71.545
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	71.311
Ü6 = T	Ü5 = T	173	5.767	71.098
Ü4 = T	Ü84 = T	103	3.433	68.932
Ü3 = T	Ü84 = T	103	3.433	67.961
Ü4 = T	Ü6 = T	145	4.833	66.897
Ü3 = T	Ü88 = T	90	3.0	66.667

Ü84 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.167	66.316
Ü84 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	65.979
Ü88 = T	Ü3 = T	91	3.033	65.934

%3 Minimum Destek ve %70 Minimum Güven Değerleri İçin:

Çalışmanın bu aşamasında Apriori algoritması %3 minimum destek ve %70 minimum güven değerleri için 32 adet kural bulunmuştur. Kuralların sıralaması en yüksek güven değerinden en düşük güven değerine doğru yapılmıştır. Ü6 ve Ü7'nin bulunduğu toplam 122 sipariş bulunmaktadır.

Bu iki ürün ile birlikte Ü5 bulunma olasılığı 0.91803 dür. Bu da güven aralığını (confidence) verir. Destek aralığı (support) bu ürünlerin bulunduğu siparişlerin tüm siparişlere oranıdır. Bu oranı $122/3000=0.04067$ 'dir. (Support: Antecedents ürünlerinin toplam sipariş sayısı içerisindeki oranıdır).

Tablo3: %3 Minimum Destek ve %70 Minimum Güven Sonuç Değerleri

Consequent	Antecedent	Instances	Support %	Confidence %
Ü7 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.167	93.684
Ü6 = T	Ü4 = T and Ü5 = T	95	3.167	92.632
Ü5 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	91.803
Ü7 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	91.057
Ü5 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	90.722
Ü5 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	89.899
Ü7 = T	Ü4 = T and Ü6 = T	97	3.233	89.691
Ü6 = T	Ü4 = T and Ü7 = T	99	3.3	87.879
Ü5 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.828
Ü7 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.138
Ü7 = T	Ü3 = T	91	3.033	83.516
Ü7 = T	Ü84 = T	103	3.433	83.495

Ü7 = T	Ü4 = T	121	4.033	81.818
Ü6 = T	Ü5 = T and Ü7 = T	137	4.567	81.752
Ü5 = T	Ü3 = T	91	3.033	81.319
Ü7 = T	Ü88 = T	90	3.0	81.111
Ü6 = T	Ü4 = T	121	4.033	80.165
Ü7 = T	Ü5 = T	173	5.767	79.191
Ü4 = T	Ü88 = T	90	3.0	78.889
Ü6 = T	Ü88 = T	90	3.0	78.889
Ü5 = T	Ü4 = T	121	4.033	78.512
Ü5 = T	Ü88 = T	90	3.0	77.778
Ü5 = T	Ü84 = T	103	3.433	77.670
Ü84 = T	Ü3 = T	91	3.033	76.923
Ü6 = T	Ü3 = T	91	3.033	76.923
Ü4 = T	Ü3 = T	91	3.033	74.725
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü5 = T and Ü7 = T	112	3.733	74.107
Ü6 = T	Ü84 = T	103	3.433	73.786
Ü5 = T	Ü7 = T	188	6.267	72.872
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	71.545
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	71.311
Ü6 = T	Ü5 = T	173	5.767	71.098

Başka bir birlikteliği inceleyecek olursak Ü6, Ü5 ve Ü7 bulunduğu toplam 112 sipariş bulundu. Bu üç ürünün Ü4 ile birlikte bulunma oranı yani güven oranı 0.74107 dir. Destek aralığı (support) $112/3000=0.0373$ 'dür. (Support: Antecedents ürünlerinin toplam sipariş sayısı içerindeki oranıdır).

%4 Minimum Destek ve %70 Minimum Güven Değerleri İçin:

Çalışmanın bu aşamasında Apriori algoritması %3 minimum destek ve %70 minimum güven değerleri için 13 adet kural bulunmuştur. Kuralların sıralaması en yüksek güven değerinden en düşük güven değerine doğru yapılmıştır. Ü6 ve Ü7'nin bulunduğu toplam 122 sipariş bulunmaktadır. Ü4 ün bu iki ürünle birlikte yer alması yani güven aralığı (confidence) 0.71311 dir. Destek aralığı (support) bu ürünlerin bulunduğu siparişlerin tüm siparişlere oranıdır. Support oranı $122/3000=0.04067$ 'dir.

Tablo 4: %4 Minimum Destek ve %70 Minimum Güven Sonuç Değerleri

Consequent	Antecedent	Instances	Support %	Confidence %
Ü5 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	91.803
Ü7 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	91.057
Ü5 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.828
Ü7 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.138
Ü7 = T	Ü4 = T	121	4.033	81.818
Ü6 = T	Ü5 = T and Ü7 = T	137	4.567	81.751
Ü6 = T	Ü4 = T	121	4.033	80.165
Ü7 = T	Ü5 = T	173	5.767	79.191
Ü5 = T	Ü4 = T	121	4.033	78.512
Ü5 = T	Ü7 = T	188	6.267	72.872
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	71.545
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	71.311
Ü6 = T	Ü5 = T	173	5.767	71.098

%4 Minimum Destek ve %60 Minimum Güven Değerleri İçin:

Çalışmanın bu aşamasında Apriori algoritması %4 minimum destek ve %60 minimum güven değerleri için 16 adet kural bulunmuştur. Kuralların sıralaması en yüksek güven değerinden en düşük güven değerine doğru yapılmıştır. Ü5'in bulunduğu toplam 173 sipariş bulunmaktadır. Ü7 nin bu ürünle birlikte yer alması yani güven aralığı (confidence) 0.79191 dir. Destek aralığı (support) bu ürünlerin bulunduğu siparişlerin tüm siparişlere oranıdır. Support oranı $173/3000=0.05767$ 'dir.

Tablo 5: %4 Minimum Destek ve %60 Minimum Güven Sonuç Değerleri

Consequent	Antecedent	Instances	Support %	Confidence %
Ü5 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	91.803
Ü7 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	91.057
Ü5 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.828
Ü7 = T	Ü6 = T	145	4.833	84.138
Ü7 = T	Ü4 = T	121	4.033	81.818
Ü6 = T	Ü5 = T and Ü7 = T	137	4.567	81.752
Ü6 = T	Ü4 = T	121	4.033	80.165
Ü7 = T	Ü5 = T	173	5.767	79.191
Ü5 = T	Ü4 = T	121	4.033	78.512
Ü5 = T	Ü7 = T	188	6.267	72.872
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü5 = T	123	4.100	71.545
Ü4 = T	Ü6 = T and Ü7 = T	122	4.067	71.311
Ü6 = T	Ü5 = T	173	5.767	71.098

Ü4 = T	Ü6 = T	145	4.833	66.897
Ü4 = T	Ü5 = T and Ü7 = T	137	4.567	64.964
Ü6 = T	Ü7 = T	188	6.267	64.894

%5 Minimum Destek ve %50 Minimum Güven Değerleri İçin:

Çalışmanın bu aşamasında Apriori algoritması %5 minimum destek ve %50 minimum güven değerleri için 7 adet kural bulunmuştur. Kuralların sıralaması en yüksek güven değerinden en düşük güven değerine doğru yapılmıştır. Ü46'nın bulunduğu toplam 150 sipariş bulunmaktadır. Ü20 nin bu ürünle birlikte yer alması yani güven aralığı (confidence) 0.54 dür. Destek aralığı (support) bu ürünlerin bulunduğu siparişlerin tüm siparişlere oranıdır. Support oranı $150/3000=0.05$ 'dir.

Tablo 6: %5 Minimum Destek ve %50 Minimum Güven Sonuç Değerleri

Consequent	Antecedent	Support %	Confidence %
Ü7 = T	Ü5 = T	5.767	79.191
Ü5 = T	Ü7 = T	6.267	72.872
Ü6 = T	Ü5 = T	5.767	71.098
Ü6 = T	Ü7 = T	6.267	64.894
Ü4 = T	Ü5 = T	5.767	54.913
Ü20 = T	Ü46 = T	5.0	54.0
Ü4 = T	Ü7 = T	6.267	52.660

4.2|Elde Edilen Sonuçlara Göre Yerleşim Planı

Yapılan çalışmada farklı minimum destek ve minimum güven oranları sonuçları incelenmiştir.

Birliktelik analizi sonuçlarına bakılarak en çok bir arada bulunan ürünler birliktelik sonuçlarının oranına göre bir araya getirilmiştir. %3 destek %70 güven oranı ideal kabul edilerek bu birliktelik sonucunda oluşan kurallara göre giriş çıkışa en yakın olan yerlere en çok kullanılan ve en çok birliktelik veren ürünler yerleştirilmiştir. Arkaya doğru olan raflar için güven ve destek değerleri düşürülerek incelemeler yapılmıştır. İlk önce destek değeri %3'te sabit tutularak güven oranı %50'nin altına indirilerek incelemeler yapıldı. Daha sonra destek oranı 2 ye indirilerek sonuçlar incelendi. Ve birliktelik sonuçlarına göre etkin depo yerleşimi gerçekleştirildi.

Depodaki alanlar 3 ayrı önem düzeyine ayrıldı. Aşağıdaki tabloda bu ayırım görülmektedir.

Yeşil Alan: En çok kullanılan ürünler birlikteliklerine göre yan yana ve karşılıklı olmak üzere yerleştirilmiştir. Ve giriş çıkışa en yakın konumda yer alırlar.

Sarı Alan: Birliktelik sonuçları orta seviye birlikteliği gösteren destek değeri %3 güven değeri %50 ve altındaki ürünlerin yerleşimi yapılmıştır.

Kırmızı Alan: Çok az kullanılan ön kısımlarda yer almaması gereken ürünler yer alır. Destek değeri %2 ve altı güven değeri %20 ve altında ürünler incelenmiştir.

Planı oluştururken harfler ve sayılar kullanıldı Ü harfi ürünü, R harfi koridorun sağ tarafını, L harfi koridorun sol tarafını göstermektedir.

Tablo7: Depo L-R Rafları Üzerine Etkin Ürün(Ü) Yerleşimi

DEPO GİRİŞ-ÇIKIŞ															
01L		01R				02L		02R				03L		03R	
1	Ü46	Ü20	1	1	Ü4	Ü3	1	1	Ü24	Ü90	1				
2	Ü44	Ü1	2	2	Ü5	Ü84	2	2	Ü86	Ü91	2				
3	Ü197	Ü182	3	3	Ü7	Ü88	3	3	Ü28	Ü85	3				
4	Ü70	Ü59	4	4	Ü6	Ü87	4	4	Ü215	Ü89	4				
5	Ü128	Ü16	5	5	Ü218	Ü140	5	5	Ü196	Ü193	5				
6	Ü2	Ü106	6	6	Ü11	Ü219	6	6	Ü170	Ü216	6				
7	Ü19	Ü191	7	7	Ü59	Ü240	7	7	Ü107	Ü177	7				
8	Ü230	Ü122	8	8	Ü132	Ü45	8	8	Ü82	Ü79	8				
9	Ü128	Ü235	9	9	Ü63	Ü26	9	9	Ü224	Ü92	9				
10	Ü80	Ü8	10	10	Ü101	Ü60	10	10	Ü54	Ü26	10				
11	Ü141	Ü40	11	11	Ü78	Ü15	11	11	Ü148	Ü9	11				
12	Ü23	Ü42	12	12	Ü116	Ü25	12	12	Ü10	Ü12	12				
13	Ü41	Ü47	13	13	Ü36	Ü38	13	13	Ü13	Ü14	13				
14	Ü43	Ü48	14	14	Ü37	Ü39	14	14	Ü29	Ü21	14				
15	Ü50	Ü49	15	15	Ü57	Ü58	15	15	Ü35	Ü30	15				
16	Ü17	Ü51	16	16	Ü62	Ü61	16	16	Ü27	Ü65	16				
17	Ü52	Ü18	17	17	Ü24	Ü64	17	17	Ü32	Ü66	17				
18	Ü53	Ü56	18	18	Ü72	Ü71	18	18	Ü31	Ü67	18				

19	Ü55	Ü81	19	19	Ü74	Ü73	19	19	Ü33	Ü68	19
20	Ü22	Ü83	20	20	Ü76	Ü75	20	20	Ü19	Ü69	20
21	Ü100	Ü102	21	21	Ü93	Ü77	21	21	Ü34	Ü110	21
22	Ü103	Ü104	22	22	Ü95	Ü94	22	22	Ü111	Ü112	22
23	Ü105	Ü108	23	23	Ü97	Ü96	23	23	Ü113	Ü114	23
24	Ü109	Ü116	24	24	Ü99	Ü98	24	24	Ü119	Ü118	24
25	Ü123	Ü124	25	25	Ü115	Ü117	25	25	Ü120	Ü121	25
26	Ü133	Ü132	26	26	Ü129	Ü130	26	26	Ü125	126	26
27	Ü134	Ü135	27	27	Ü131	Ü136	27	27	Ü127	Ü128	27
28	Ü149	Ü150	28	28	Ü137	Ü144	28	28	Ü138	Ü139	28
29	Ü151	Ü152	29	29	Ü145	Ü146	29	29	Ü142	Ü143	29
30	Ü159	Ü158	30	30	Ü147	Ü153	30	30	Ü154	Ü155	30
31	Ü161	Ü160	31	31	Ü157	Ü165	31	31	Ü156	Ü166	31
32	Ü162	Ü163	32	32	Ü169	Ü171	32	32	Ü168	Ü167	32
33	Ü164	Ü172	33	33	Ü173	Ü174	33	33	Ü175	Ü176	33
34	Ü179	Ü180	34	34	Ü184	Ü185	34	34	Ü194	Ü178	34
35	Ü183	Ü181	35	35	Ü186	Ü187	35	35	198	Ü195	35
36	Ü189	Ü251	36	36	Ü188	Ü190	36	36	Ü204	Ü199	36
37	Ü200	Ü201	37	37	Ü192	Ü202	37	37	Ü203	Ü205	37
38	Ü207	Ü208	38	38	Ü209	Ü210	38	38	Ü206	Ü211	38
39	Ü212	Ü213	39	39	Ü214	Ü218	39	39	Ü216	Ü217	39
40	Ü224	Ü223	40	40	Ü219	Ü220	40	40	Ü221	Ü222	40
41	Ü225	Ü226	41	41	Ü227	Ü228	41	41	Ü229	Ü230	41
42	Ü231	Ü232	42	42	Ü237	Ü238	42	42	Ü239	Ü240	42
43	Ü233	Ü234	43	43	Ü245	Ü244	43	43	Ü241	Ü242	43
44	Ü235	Ü236	44	44	Ü246	Ü247	44	44	Ü243	Ü250	44
45	Ü248	Ü249	45	45			45	45			45

5|SONUÇ VE ÖNERİLER

Depo yerleşim düzeni işletmelerin sık sık karşılaştığı sorunlar arasında yer almaktadır. Lojistik sektörünün en önemli maliyet noktalarından olan depoların en iyi şekilde yerleşimi sağlanarak verimliliği en yüksek seviyede tutup, maliyeti en aza indirmek amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada ilk olarak literatür araştırmaları yapılarak konuyla ilgili daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Bu araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler ile birlikte analizler yapıldıktan sonra konu ve amaç belirlenmiştir. Depolarda ürünlerin kullanılabilirliği ve birbiriyle ilişkileri incelenerek en etkin şekilde yerleşim yapılmıştır. Eldeki verilerden hareketle problemin analizi yapıldıktan sonra amaca en uygun veri madenciliği modeli ve analizi seçilmiştir. Uygun analiz seçilmezse veri madenciliği uygulamasının başarılı olması düşünülemez. Bu çalışmanın amacı ürünler arası ilişkiyi incelemek olduğundan buna en uygun veri madenciliği tekniği olan birliktelik analizi seçilmiştir. Sepet analizi olarak da bilinen birliktelik analizinin Apriori algoritmasının kullanıldığı bu çalışmada farklı güven ve destek oranları ile elde edilen sonuçlar incelenmiştir. İncelemeler sonucunda %3 destek, %70 güven

düzeyi ideal kabul edilmiştir ve yerleşim düzenini bu oranların verdiği çıktılar temel alarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmada en çok kullanılan ve en çok birlikte seçilen ürünlerin deponun en kolay ulaşılabilir olan yerine depo giriş, çıkışlarına yakın olan konuma gelecek şekilde belirlenerek ideal depo yerleşimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda maliyetler azalmış, deponun verimliliği arttırılmış iş gücü ve zamandan kazanç sağlanmıştır. Depo içindeki karışıklarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Firma içerisindeki diğer bölümlerde de birliktelik kuralları kullanılarak operasyonel süreçlerde daha fazla verim elde edileceği öngörülmektedir. Üretim sektörü dinamik olduğu için analiz belirli aralıklarla yenilenmelidir.

KAYNAKÇA

Akçay, M. A., (2013). Dünya Değerler Anket Verilerinin Veri Madenciliği Yöntemiyle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Alemdar, C. (2019). Doğrudan Satış Sektöründe Veri Madenciliği Teknikleri ile Müşteri Kayıp

Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Alkan, A. (2014). Gezin Satıcı Problemi İçin Veri Madenciliği Tabanlı Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Arslan, E. (2008). EMG İşaretlerinin İncelenmesi ve Veri Madenciliği Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ay, D. (2009). Veri Madenciliği ve Apriori Algoritması ile Süpermarket Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ayberkin, D. ve Özen, Ü. (2019). Apriori Algoritmasının Kullanılmasına Yönelik Bir Yazılım Tasarımı ve Uygulaması: İşkur Verilerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Örnek Çalışma. Dijital Çağda İşletmecilik Dergisi, 2(2), s. 95-102.

Aytaç, M. B. (2013). Doğrudan Pazarlama Aracı Olarak Tele Pazarlama İçin Veri Madenciliği Çözümleri: Banka Müşterileri Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara.

Bal, B.M. (2020). Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımı Seçimi İçin Analitik Hiyerarşik Proses ve Apriori Algoritması Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Bayraktar, D., Bolat, H.B., Fakı, B.M. ve Çelikkol, S.G. (2011). Depo Süreçlerinde Performans Ölçümü ve Değerlendirmesi İçin Bir Model Önerisi, XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu.

Cergibozan, Ç. (2019). Depo Sistemlerinde Sipariş Gruplama Probleminin Modellenmesi ve Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Doğa ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Cömert, S.E. ve Yener F. (2016). Bir Gıda Firması İçin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Depo Yeri Seçimi, Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2(2), s.161-177.

Çataloluk, H. (2012). Gerçek Tıbbi Veriler Üzerinde Veri Madenciliği Yöntemlerini Kullanarak Hastalık Teşhisi, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik.

Çetin, M. (2009). Bir Üretim İşletmesinde Veri Madenciliği Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dayıoğlu, E.G. (2017). Modüler Depo Yönetiminde A* Temelli Yeni Bir Algoritma Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Dede, B. ve Çengel Ö. (2019). Lojistik Hizmetlerde Etkin Depo Yönetimi Analizi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19(37), s.341-352.

Demir, E. ve Dinçer, S. E. (2020). Üretim Sektöründe Veri Madenciliği Uygulamaları, Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi (İŞFAD), 2(1), s. 1-12.

Denizli, Z. (2019). Veri Madenciliği Modelleri ve Örnek Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Erdoğan, Ş.Z. (2004). Veri Madenciliği ve Veri Madenciliğinde Kullanılan K-Means Algoritmasının Veri Tabanında Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Fakı, B. M. (2015). Veri Madenciliği Yöntemlerini Kullanarak Anemi Sınıflandırılmasına Yönelik Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gergin, R.E. ve Peder, İ. (2019). Depo Yeri Seçiminde Kullanılan Başarı Faktörleri ve Yöntemler Üzerine Bir Literatür Araştırması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(9), s. 1062-1070.

Gönüloğlu, S. (2009). Gezin Satıcı Problemi İçin Veri Madenciliği Tabanlı Sezgisel Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Güler, E. (2006). Depo Yönetiminde Bilgi Teknolojileri Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Gülmez, B. (2016). Yapay Sinir Ağlarının Yeni Metasezgisel Algoritmalar ile Eğitimi ve Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Alanında Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Gündüz, S. (2017). Veri Madenciliğinde Kullanılan Birliktelik Analizi ve Market Sepet Analizi: Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Gürbüz, F. (2009). Havacılık Sektöründe Veri Madenciliği ile Farklı Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırmalı Olarak Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Hopbaoglu, F. (2009). Tedarik Zincirlerde ve Lojistik Süreçlerde Depo Tasarımı ve Depo Yönetimi: Kozmetik Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kahraman, N. (2013). E-ticarette Kullanıcı Davranışlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle İncelenmesi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karaaslan, E. (2019). Elektronik Veri tabanlarının Veri madenciliği Yöntemi ile Analize Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karakış, I. (2014). Dağıtım Merkezi Depolarına İlişkin Hiyerarşik Depo Tasarım Metodolojisi ve Konvansiyonel/otomatik Depo Karar Problemine İlişkin Analitik Bir Model, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karasu, B. ve Doğan, O. (2020). Birliktelik Kuralları Madenciliği ve İlgincilik Ölçümleri: Bir Vaka Çalışması, Dijital Çağda İşletmecilik Dergisi, 3(2), s.94-107.

Karlı, H. ve Tanyaş, M. (2020). Lojistik Yönetiminin Dijital Dönüşümü: Akıllı Lojistik Üzerine Sistematik

Literatür Haritalaması, Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 7(2), s. 613-632.

Kumdereli, Ü.C. (2012). Tıp Bilişimi ve Veri Madenciliği Uygulamaları: EEG Sinyallerindeki Epileptiform Aktiviteye Veri Madenciliği Yöntemlerinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Kurt, Ç. ve Erdem, O.A. (2012). Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörlerin Veri Madenciliği Yöntemleriyle İncelenmesi, Politeknik Dergisi, 15(2), s. 111-116.

Mıman, M., Küçük, L., Akırmak, O.O. ve Tatar, Ç. (2014). Artırılmış Gerçeklik İle Depo Sistemleri Tasarımı, III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 15-17 Mayıs 2014, Trabzon.

Olçay, D. (2018). Depolama Sistemlerinin Gelişimi: Depo 4.0 Yol Haritası, Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Özcan, C. (2014). Veri Madenciliğinin Güvenlik Uygulama Alanları ve Veri Madenciliği İle Sahtekârlık Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Özçakar, N., Görener, A. ve Arıkan, M.V. (2012). Depolama Sistemlerinde Sipariş Toplama İşlemlerinin Genetik Algoritmalarla Optimizasyonu, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi, 71, s. 118-144.

Özkes, S. (2003). Veri Madenciliği Modelleri ve Uygulama Alanları, İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi, 3, s. 65-82.

Öztemiz, F. (2017). Apriori Algoritması ile Müşteri Bazlı Market Sepet Analizi ve Ürün Satış Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özyörük, B. ve Ak, S. (2012). Etkin Depo Yerleşiminin Düzenlenmesi İçin Bir Model: Elektronik Firmada Uygulanması, TÜBAV Bilim Dergisi, 5(1), ss.21-29.

Sağnak, M. (2020). Depo Yeri Seçimi: Perakende Sektöründe Melez Çok Kriterli Karar Verme Uygulanması, Journal of Yasar University, 15(59), 615-623.

Savaş, S., Topaloğlu, N. ve Yılmaz, M. (2012). Veri Madenciliği ve Türkiye'deki Uygulama Örnekleri, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 21, s. 1-23.

Şahin, Y. (2009). Depo Operasyonlarının Planlanması İçin Genetik Algoritma Esaslı Bir Model, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Şahin, Y., Kulak, O. (2008). Depo İçi Operasyonların Genetik Algoritmalar ile Yönetilmesi, II. Ulusal Sistem Mühendisliği Kongresi, Denizli.

Şahin, Y.B., Ekmekçi, S. ve Yürekli, M. (2020). Bir Makine Fabrikasında Yarı Mamul Depolama Sistemi için Etkin Raf Yerleşimi Önerisi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi,18, s. 664-674.

Şenyiğit, E. ve Yavuz, İ. (2018). Depo Yönetiminde Parti ve Bölge Sipariş Toplama Stratejilerinin Karşılaştırılması, IV. Uluslararası Kafkasya-Orta Asya Dış Ticaret ve Lojistik Kongresi, Aydın.

Şimşek, U. T. (2006). Veri Madenciliği ve Müşteri İlişkileri Yönetiminde (CRM) Bir Uygulama, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Tuna, G., Tuncel, G. (2012). Depo Yönetiminde Sipariş Toplama Sistemleri: Bir Literatür Araştırması, DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(42), s.15-31.

Tunç, S., Kutlu, B., Zincidi, A. ve Atmaca, E. (2008). Depo Sisteminde Sipariş Toplama Sürecinin İyileştirilmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2, s. 357-364.

Turan, G. (2006). Depo Sistemleri ve Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Yılmaz, B., Dağdeviren, M. ve Akçayol, M. A. (2011). Hızlı Tüketim Malları Depo Yeri Seçimi Problemi İçin Genetik Algoritma ile Bir Çözüm, XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu.