

Yayın Geliş Tarihi: 01.08.2019

Yayın Onay Tarihi: 20.5.2021

DOI No: 10.35343/kosbed.599787

Yüksel YURTAY *

Murat AYANOĞLU **

Tuba KARAGÜL YILDIZ ***

Gösterge Panelinin Üretim Bağlamındaki Karar Süreçlerine Etkisi Üzerine Bir Ampirik Çalışma

*An Empirical Study of the Impact of the Instrument
Panel on Decision Processes in the Context of
Production*

Özet

Üretim sistemleri daha fazla ve daha hızlı üretmeyi hedeflerken yöneticileri de daha hızlı ve doğru karar almaya zorluyor. Bu zorunluluklar her seviyeden yöneticiyi karar almada destek olabilecek yeni arayışlara yönlendirmiştir. Bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeler tedarik zinciri sürecindeki yöneticilerin bilgiye duyulan ihtiyacını arttırmıştır. Aynı zamanda bilgiye hızlı ve doğru şekilde erişimini de gündeme getirmiştir. Bu noktada işletmelerde biriken veriye odaklanılarak doğru sistem alt yapısı ve veri analizi yaklaşımıyla bilgiye duyulan ihtiyaçlar çözümlenebilir. Sonuçlar, gösterge paneli disiplini ile görselleştirilerek karar vericilerin ihtiyaçları karşılanabilir. Bu makale veri madenciliği tekniği ve gösterge paneli aracı ile tedarikçi izleme sürecini kontrol ederek yöneticilere tedarikçi izleme karar destek sistemi sunar. Uygulamada k-means algoritması ve anahtar performans ölçütleri ile veriler analiz edilerek mevcut veriler yapılandırılır. İşletmenin her seviyesinden yöneticiye tedarikçi izleme aşamalarında gösterge paneli ile karar süreçlerinde destek verir.

Anahtar Kelimeler: Gösterge Paneli, Veri Madenciliği, Tedarik Zinciri Yönetimi

Jel Kodları: M10, C89

Abstract

Production systems managers aim to produce more and faster while executing to make faster and more accurate decisions. These requirements prompted managers of all levels to seek new solutions that could support decision-making. Rapid developments in science and technology have revealed the need for managers in the supply chain process. It also increased fast and accurate access to information. At this point, information needs can be solved with the correct system infrastructure and data analysis approach by focusing on the data accumulated in the enterprises. Results can be visualized with dashboard discipline to meet the needs of decision-makers. This article provides a decision tracking system to monitor suppliers by controlling the supplier monitoring process with data mining techniques and a dashboard tool. In practice, the existing data is structured by analyzing the data with the k-means algorithm and key performance criteria. It

* Öğr.Gör.Dr., Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü., ORCID: 0000-0003-1814-3432, e-mail: yyurtay@sakarya.edu.tr,

** Dr.Öğr.Üye. , Sakarya Üniversitesi, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Böl., ORCID: 0000-0002-3796-2102, e-mail: ayan@sakarya.edu.tr,

*** Arş.Gör.Dr., Düzce Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Böl., ORCID: 0000-0002-9382-2606, e-mail: tubakaragul@düzce.edu.tr,

provides support to managers from all levels of the business in the monitoring stages of the supplier with the dashboard in the decision processes.

Keywords: Dashboard, Data Mining, Supply Chain

Jel Codes: M10, C89

Giriş

Bugünün koşullarında imalat yapan işletmeler yönetim kararları verimlilik kültürel değerler ve iletişim yetenekleri gibi çok geniş bir rekabet ortamından etkilenmektedir. Özellikle dağıtılmış büyük imalat organizasyonları birçok tedarikçi ve depo etkileşim halindedir. Bu noktada yeni eğilim bilginin kendi ihtiyaçlarına hızlı ve esnek bir biçimde uyarlanmasını sağlayarak dinamik ve disiplinler arası yeni çalışma alanlarından yararlanmaktadır.

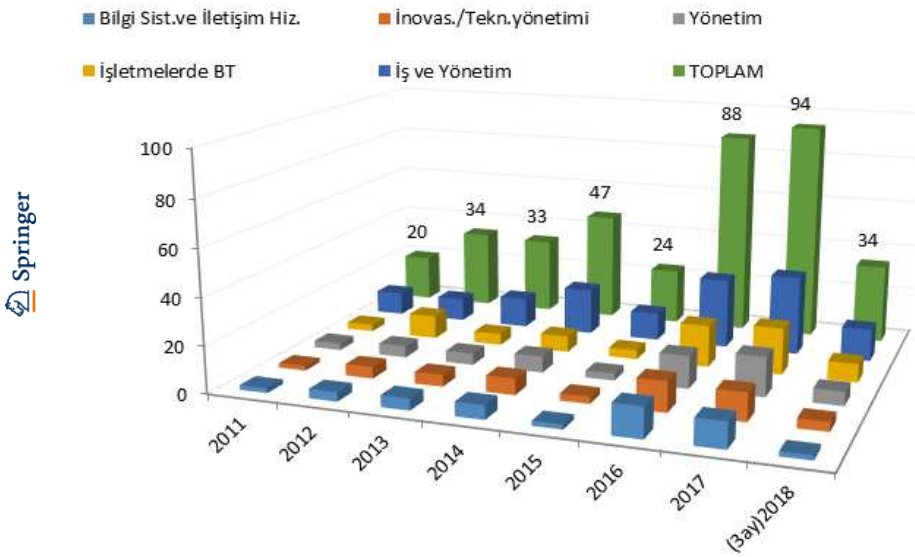
Şekil 1: Gösterge Paneli



Üretim yönetim sistemi hammadde tedarikçisinden müşteriye kadar uzanan bilgi ve malzemenin akışının sağlandığı süreçlerden oluşmaktadır. Teknolojideki baş döndürücü gelişmeler bilgi ve iletişim alanında bugünün üretim yapan işletmelerini değişime zorlamaktadır. Analiz edilen veriye duyulan ihtiyacın artması ve hızla elde edilen bilginin paylaşılması kullanılmakta olan bilgi sistemleri kurumsal kaynak planlama sürecini ve tedarik zinciri yönetim sistemlerini sorgulanır hale getirmiştir. Bugün üretim sistemlerinde gerçek verilerin analizi ve anlık olarak sunumu ilgi çekici bir niş alan olarak değerlendiriliyor. Üretim sistemleri dün sadece operasyonel süreçlerin devamlılığı üzerine veriye odaklanırken bugünün işletmeleri operasyonel, taktik veya stratejik seviyede anlık doğru ve analiz edilmiş verinin paylaşımına ihtiyaç duyar. Bu ihtiyacın bir sonucu olarak işletme verileri üzerinden bilgiye dayalı iş analitiği karar destek süreçleri gündemimizi meşgul etmektedir. Aynı zamanda firmanın performansını detaylı bir şekilde anlamasını ve geleceğe yönelik neler yapılabileceğini belirlemenizi sağlayarak

rekabet avantajı elde etmenize yardımcı olur. Özellikle işletme analitiğinde olduğu gibi işletmelerin bilgi teknolojileriyle ilgili her çalışmada üretim sistemlerine tam olarak bütünleşmesi önemli konulardan biri olarak kabul edilmektedir. Bir ayrıntı olarak stratejik bilgi sistemi planlaması klasik işletmelerin gereksiniminden farklıdır. Örnek olarak tedarik zinciri yönetimi bilgi sistemi çerçevesi stratejik amaçlarını da içermelidir. Bugün etkin iletişim sağlamak süreç dönüşümünü gerçekleştiren ve bilgi sistemlerini kullanan işletmeler arasında çok önemlidir. Özellikle işbirliği içindeki işletmelerin yeteneklerindeki farklılık bilgi teknolojisi olanaklı tedarik zinciri yönetimine geçişteki direnç ve düşük düzey tedarik zinciri bütünleşmesi bilgi teknolojileri kullanımında engel olarak gözükmemektedir (Chopra and Meindl, 2007). Kullanılan tedarik zinciri yönetim sistemlerinin değişen müşteri gereksinimlerine göre geliştirilmesi ve etkin bilgi sisteminin oluşturulmasında üst yönetimin desteği çok önemlidir. İşletme içi iletişimde bölümlerin karşılıklı bilgi paylaşımı ve tedarikçilerin katılımı etkin bir tedarik zincirinin belirleyici noktalarıdır (Chopra and Meindl, 2007).

Şekil 2: “Gösterge paneli” Yayın Sayıları (Springer)



Her geçen gün artan tedarikçi, üretici ve müşteri bütünleşmesi işletmelerin bilgi sistemlerini ve biriken verilerini efektif kullanabilmesi rekabet gücünün artmasında önemli faktörlerden birisidir. İyi geliştirilmiş tedarik zinciri bütünleşmesi verimliliği ürün kalitesini önemli ölçüde artırabilir ve sonunda müşteri memnuniyetini karlılığını artırabilir (Pattnaik et.al., 2009). Üretici, tedarikçi ve müşteri bütünleşmesinin önemli araçlarından birisi de şekil 1’de örneği verilen gösterge panelidir. Kullanılmaya başlanması ile gösterge paneli terimi otomotiv sektörü başta olmak üzere ulaşım araçlarından ve esinlenilmiş ve dashboard ismiyle bilinir hale gelmiştir (Yigitbasioglu, Velcu, 2011). Çoğunlukla dijital olarak tasarlanmakta ve hemen her alanda kullanımı artmaktadır. Bugün dijital olarak gösterge panelleri veri madenciliği ve yeni bilimsel yaklaşımları ve çözümleri içinde barındırmaya başlamıştır (BI) (Lempinen, 2012).

Çoğunlukla veri madenciliği teknikleri trendleri tahmin ederken ve veri korelasyonlarını görselleştirirken kullanılır (Peral et.al., 2017). Bilinen anlamıyla dijital gösterge panelleri kullanıcıların kararlarını iyileştirmek için tüm hiyerarşi düzeylerinde kullanıcılara kolaylık sağlayarak kritik işletme faaliyetlerini izlemek analiz etmek optimize etmek için karar desteği sağlarlar (James, 2012).

Yöneticiler iyileştirme alanlarını anlık süreç bilgilerini riskleri ve eğilimleri gerçek zamanlı olarak kolaylıkla görebilmek isterler. Artan ilgisiyle gösterge paneli bu noktada önemli bir ihtiyacı karşılamaktadır. Gösterge panelleri yöneticilerin doğru karar alma sürecini desteklerken karmaşık verilerin basit ön yüzlerini oluştururlar. Biriken operasyonel verilerinin yeni bilimsel ve teknolojik yaklaşımlarla yorumlanarak basit ve hızlı bir şekilde sunan gelişmiş yazılımlardır.

Artan rekabetin gösterge paneli kullanımını gösteren en etkili çıktılardan biride günlük yaşam içerisinde gösterge paneli çözüm sağlayıcılarının artmasından anlaşılıyor. Şekil 2’de, “dashboard” anahtar başlığıyla uluslararası bir dergide yayınlanan makaleler üzerinden yaptığımız araştırmada ortaya çıkarılan çalışmaların son 2 yılda yaklaşık 3 katını geçtiği görülmektedir. Detayda bilgi alanlarına göre dağılımı verilmiştir. Araştırma yayın hazırlığı vb. nedenlerden dolayı kesin olan 2018 yılı ilk 3 ay dikkate alınarak paylaşılmıştır.

İşletme ihtiyaçlarına göre gösterge panelleri genellikle stratejik, taktiksel ve operasyonel olmak üzere üç seviyede tasarlanmaktadır (Gröger et.al., 2016). Stratejik gösterge panelleri temel kurumsal sağlık göstergelerini toplar. Stratejik seviyede yöneticilerin genel görünümde tehditlere tedbir almasına ve fırsatları yakalamasına destek olan bir seviyedir. Taktiksel göstergeler veri trendlerine (ne, neden, nasıl) ilişkin ayrıntılı veri analizleri sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Analitik göstergeler verileri zaman zemininde ölçmeye özel önem veren araçlardır. Operasyonel göstergeler temel performans göstergelerine (KPI= key performance indicators) odaklanır. Atölye zemininde öncesi ve sonrası ile üretim işlem seviyeleri hakkında bilgiler içerir. KPI’lar işletmenin her seviyesinde karar vericilerin ihtiyaç duyduğu performans metriklerine (satış, satınalma, finans vb.) bağlı olarak değişir. Operasyonel seviye işletmenin gerçek zamanlı işlemlerinin izlendiği seviyedir. Belirlenen ihtiyaçların KPI olarak tanımlanmasıyla birlikte gösterge paneli amaca dönük olarak dikkatli bir şekilde tasarlanmalıdır. Çünkü hem veri hem de ara yüz olarak iyi tasarlanmış bir gösterge paneli problemlerin çözümünü oluşturan verilerin en efektif görsel ifadesidir. Dolayısıyla gösterge panelinin veri işleme aşamasında kullanılan yeni yöntemler ve gerçek zamanlı bilgiyi sağlama tedarik zinciri yönetimi için önemini arttırmıştır. Ayrıca beklenen amaca dönük ve doğru şekilde yapılandırılırsa kullanılan üretim sistemi raporlarını gereksiz kılabilir. Ek olarak gösterge paneli üzerinde veri madenciliği için hazırlanan veri dosyaları raporlanarak üretim süreçlerinin iyileştirilmesinde destek sağlanabilir. Veri madenciliği için hazırlanan veri dosyaları tavsiye temelli optimizasyon eylem önerilerini dinamik bir şekilde oluşturarak proaktif optimizasyonu mümkün kılar (Gröger et.al., 2016). Hazırlanan veri dosyaları işletmenin belirli bir amaca yönelik en kıymetli verilerinin düzenli bir şekilde bir arada tutulmasına ve görselleştirilmesine olanak tanır.

Karar vericilerin hızlı ve doğru karar alma ihtiyacı veri madenciliği ve istatistiksel yöntemlerini yoğun bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bir başka noktada işletmelere göre ihtiyaçların farklılaşması verinin güvenliği ve paylaşımı mevcut üretim sistem mimarisi üzerinde çözümü zorlaştırmaktadır. Bu durum operasyonel seviyede üretim sistemleri üzerinde çalışanlara biriken verinin analizinde kolaylıkla sonuca gidecek çözümler bulmaktır. Genel hedef mevcut sistem üzerinde üretim operasyonlarının performansını ve çevikliğini önemli ölçüde artırmak için çok büyük miktarda veriden faydalanmaktır (Gröger et.al., 2016).

İşletmeler açısından veri madenciliği teknikleri kullanılarak rekabet unsurlarını daha iyi tanımlayabilecekleri ve başarılı bir başa çıkma stratejileri geliştirebilecekleri ortaya çıkarılmıştır (Collins et.al., 2010). Genellikle veri madenciliği teknikleri trendleri tahmin ederken ve veri korelasyonlarını görselleştirirken kullanıldığı bilinmektedir (Peral et.al., 2017). Özellikle, mevcut üretim verileri üzerinde bilgi edinme, öğrenme ve güncellemeyi desteklemek için özel bir sisteme ihtiyaç duymuşlardır (Choudhary et.al., 2011). Verinin yoğun olarak işlendiği üretim sistemlerindeki bilgiye duyulan ihtiyaçlar ancak biriken verilerin analizi ile karşılanabileceği ifade edilmektedir (Banerjee et.al., 2013). Özellikle tedarik zinciri süreçlerinde veri madenciliği teknikleri ile analiz edilmesine olan ilgi her geçen gün artmakta ve desteklenmektedir (Lau et.al., 2009). Uygulama alanlarında çoğunlukla başvuru lojistik regresyon, sinir ağları, karar ağaçları, kümeleme ve sınıflandırmaya dayanan tahmin yöntemleridir. Üretim sistemleri özelinde ürün, malzeme, tedarikçi vb. verilerin kümelenmesi süreçlerinde ortaya çıkan problemleri çözmeyi kolaylaştıracağı gibi verimliliği de arttıracaktır. Yöneticilerin veri analizi tekniklerini kullanma istek ve girişimleri, üretimde verimliliği artırma bağlamında kilit bir yapı taşı olarak görülmektedir (Olson and Shi, 2006). Veri madenciliği tekniklerinden k-means, lojistik yönetim süreçlerinde kullanılarak çalışanların daha uygun görev dağılımlarını gerçekleştirebilmektedir (Faliu et.al., 2013). Farklı sektörlerdeki üretim alanlarında gerçek veriler kullanarak kümeleme algoritmaları ile bir çok çözüm gerçekleştirilmiştir (Fahad et.al., 2014). Operasyonel verilerin analizini kullanarak tedarik zinciri planlaması ve performans kabiliyetlerinin artırılması rekabet edebilme gücünü de arttıracaktır (Chae et.al., 2014). Yakın bir gelecekte veri madenciliğinin ve ilgili teknolojilerin her alanda yararlarının anlaşılmasından sonra herhangi bir sınıflandırma görüşüne yönelik kısıtlama olmaksızın çözümlerin birbirini desteklemesinden faydalanılacaktır (Olson, 2015).

Yeni teknolojilerin ve bilimsel yaklaşımların mevcut sistemlerle birlikte kullanılması veriye hızlı erişim ve sistemde yaşanan performans düşüklüğü gibi zorluklar farklı fiziksel ortamlarda çalışmayı gündeme getirmiştir (Chaudhuri et.al., 2001). Aynı zamanda biriken verilerin yapılandırılması bütünleştirilmesi ve analiz edilmesi önemli teknik zorlukları beraberinde getirmektedir (Ren et.al., 2014). Bugün finans sektöründe teknolojik yaklaşımların uygulanması ve ihtiyaçların karşılanmasında ETL(Extract, Transform, Load) kullanıldığı bilinmektedir. Bu teknolojik yaklaşım teknik hizmet ve karar verme desteğini gerçekleştiren iş analitiği projelerinde önemli bir rol oynamaktadır (Jun et.al., 2009). Bugün farklı kaynaklardan elde edilen verinin analizi için ETL nitelikli bir çözüm olarak görülmektedir. (Liu, 2010). Çalışmamızda Üretim sistemleri için gösterge paneline ETL ile birlikte analitik bir veri tabanı tasarlamak ihtiyaçların

karşılanması noktasında iyi bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak mevcut üretim sistemleri üzerindeki veri ve iş yükü trafiği arttırılmadan, analitik veri tabanı yardımıyla bilgiye dönüşen veriler paylaşılabilir. Dolayısıyla üretim sistemlerinde her seviyeden çalışan problemlere hızlı tepki vermek süreç durumunu ve performansı gerçek zamanlı olarak izleyebilmelidir (Tokolaa et.al., 2011).

Tedarikçi seçimi ve değerlendirme aşaması satın alma süreçlerinin kritik bir adımıdır. Amaç potansiyeli yüksek kaliteli tedarikçileri belirlemek ve işletme için en değerli olanı bulabilmektir. Değerli ve doğru tedarikçiler satın alma maliyetlerini düşürür rekabet gücünü ve müşteri memnuniyetini artırır. Bu noktada karar vericiler, tedarikçi seçimin zor ve uzun bir süreç olmasından dolayı ellerindeki pek çok tedarikçiyi ya azaltmaya ya da sınıflamaya çalışmaktadırlar. Çalışmamız tedarikçi seçiminde karar vericilere veri analizi ve gösterge paneli yaklaşımı ile hızlı ve doğru karar alabilmelerini sağlamaktır. Bu çalışmada mevcut sistem üzerindeki tedarikçi verileri karar vericilerin ihtiyaçlarına göre düzenlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan veriler karar vericinin isteklerine göre tedarikçi hayat eğrisi gösterge paneli olarak düzenlenmiş ve paylaşılmıştır. Makalenin ilk bölümde bir işletmenin üretim sistemine ait biriken verileri düzenlenerek veri madenciliği algoritması k-means ile tedarikçi verileri sınıflandırılmıştır. İkinci bölümde işlenen veriler tedarikçilerin hayat eğrisi olarak görselleştirilmiş ve gösterge paneli uygulaması paylaşılmıştır. Son bölümde sonuç değerlendirme ve gelecekteki çalışmalara vurgu yapılmıştır.

1. Yöntem

Hızlı karar alınması gereken üretim süreçlerinde farklı fiziki ortamlarda analitik verinin üretilmesi ve raporlanması bilgiye duyulan ihtiyacın önündeki engelleri kaldıracaktır. Çalışmamız bu engellere çözüm olabilecek bir uygulamayı paylaşmaktadır. Uygulama ile tedarikçilerin izlemesi ve değerlendirilmesi ihtiyaçlarını karşılamak üzere satın alma bölümü için geliştirilmiştir. Öncelikle mevcut tedarikçi verileri veri madenciliği kümeleme algoritmalarından k-means yardımıyla iyi(A), orta(B), zayıf(C) olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada anahtar performans göstergeleri kalite, fiyat, teslimat ve memnuniyet olarak, karar vericiler ile birlikte belirlenmiştir. İş hedeflerini birleştirmede kullanılan anahtar performans göstergeleri aynı zamanda veri madenciliği süreçlerine de anahtar veri alanları olarak kullanılmıştır. Bu ölçütlere kaynak oluşturan veri dosyaları mevcut sistem üzerinden okunarak ve düzenlenerek analitik veri dosyaları oluşturulmuştur şekil 3.

Şekil 3: Tedarikçi Değerlendirme Tablosu

Tedarikçi performans değerlendirme raporu 6 aylık [tzyZIVELLA]							
Şirket Kod	A/S	Malz.Tipi/Kodu	Kalite	Fiyat	Teslim	Memnuniyet	
ZIVELLA	Alış	ÇE_4510	75	45	95	90	
ZIVELLA	Alış	OF_1000	65	75	45	65	
ZIVELLA	Alış	AE_4500	55	65	90	55	
ZIVELLA	Alış	BE_0000	95	55	75	95	
ZIVELLA	Alış	CİL0000	45	65	65	45	
ZIVELLA	Alış	KE_1414	75	55	55	75	
ZIVELLA	Alış	KE_6000	65	95	95	65	
ZIVELLA	Alış	KUL3366	55	45	65	55	
ZIVELLA	Alış	KUL4180	95	65	55	95	
ZIVELLA	Alış	PA_5459	45	55	65	45	
ZIVELLA	Alış	RA_1391	90	95	45	75	

Karar vericiler anahtar performans göstergelerinin seçiminde kalite başlığı altında tedarik edilen ürünlerin kalite standartlarının kontrolü önemli görülürken fiyat başlığı en avantajlı fiyat teklif veren tedarikçi teslimat başlığı altında teslim zamanına ve standartlara uyum memnuniyet başlığı altında uzun dönemli stratejik ilişkiler kurma ihtiyacı dikkat çekici bir şekilde öne çıkmıştır.

Mevcut ERP sistemi üzerindeki tedarikçi dosyaları performans göstergelerini destekleyen veri dosyaları olarak ayrılmış ve gözden geçirilmiştir. Ardından veri madenciliği sürecinin veri ön işleme süreci gerçekleştirilerek gereksiz gürültülü ve eksik veriler giderilmiştir. Bu çalışmada anahtar performans göstergelerine temel oluşturan veriler mevcut ERP sistemi veri tabanından analitik veri tabanına(ETL) tanımlanmış bir dosya formatı ve ilişkisi ile aktarılır. İstenilen sıklıkta güncellenebilen analitik veri tabanı karar vericiler için çok boyutlu sorgulama karmaşık analizler ve bilgi çıkarımları için uygun bir zemin oluşturur. Bugün, istatistikte kullanılan frekans, varyans gibi yöntemlerin aksine veri madenciliğinde seçilen veriler belirli bir amaç doğrultusunda kümeleme, sınıflama, birliktelik vb. yöntemler kullanılarak tanımlama, tahmin ve açıklama için daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Bu tercihler aynı zamanda, biriken verilerin analizi ve veri tabanı sistemlerinin gelişmesi noktasında, uzmanları yeni arayışlara yönlendirmiştir. Bu aşamada karar vericilerin amacı her zaman gerçek veriye dayanan yüksek doğruluk oranına sahip bilgiye sahip olmaktır. Çalışmamızda, uygun tedarikçi kümelerini bulmak için veri madenciliği tekniklerinden k-means algoritması tercih edilmiştir. Performans göstergelerinin kümelenebilmesinde matematiksel modelin amaca uygun olarak k-means algoritması tarafından karşılanıyor olması ve uygulamadaki kolaylığı algoritma seçiminde belirleyici ölçütler olmuştur. Algoritmanın bir diğer avantajı da anahtar performans göstergelerine ait veriler üzerinden en değerli tedarikçilerin ortaya çıkarılmasıdır. Bu çıkarımın nihai ürün üzerindeki etkileri ayrıca çalışılması gereken bir nokta olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme ölçülebilir anlamda kalitede belirleyici olursa nihai ürün kalitesi üzerinde önemli ayraç olarak kullanılabilir.

Kümeleme probleminin çözümünde kullanılan ve temel mantık n adet veri nesnesinden oluşan bir veri kümesini (X) giriş parametresi olarak verilen k ($k \leq n$) adet kümeye bölmek olan bir sınıflandırma yöntemidir (Vincent et.al., 2018).

Yöntem, verilerin benzerliklerine göre sınıflandırılması ve homojen alt gruplara ayrılmasında hiyerarşik olmayan bir yapıya sahiptir. K-means ile veriler üzerinde belirlenmiş ölçütlere göre birbirleriyle ilişkili olan göreceli homojen gruplar oluşturulur. Herhangi bir sınıf bilgisi olmadan veriler belirlenmiş k adet kümeye dönüştürülür. Bu yinelemeli işlemler kümelere atanan noktaların küme merkezine olan uzaklığının kareleri toplamının minimize edilmesidir.

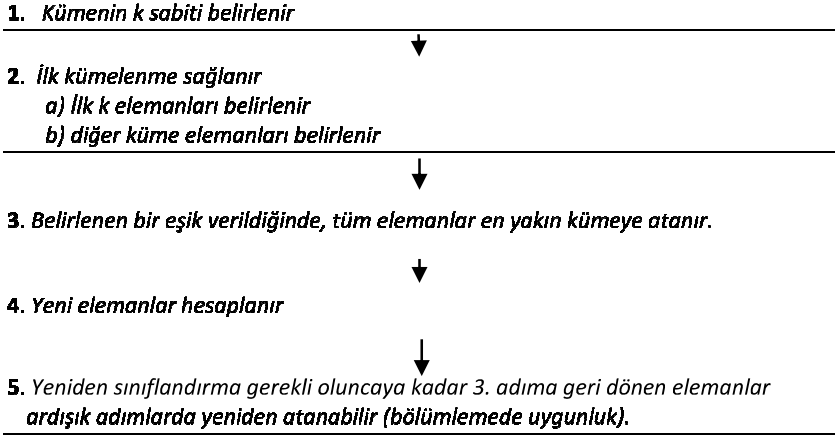
$$\text{Öklid uzaklığı} , D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - y_{kj})^2} \quad (1)$$

D_{ij} = i ve j noktaları arasındaki uzaklık

x_{ki} = j değişkeni için x_k noktası

Her küme kendi merkezi ile temsil edilir. Dolayısıyla benzer özellikler taşıyan veriler aynı küme ile tanımlanırken benzerliği en az özelliklere sahip veriler ayrı kümeler de tanımlanmaktadır. K küme sayısı veriyi tanıyan ve bu noktada çalışan karar vericilerin belirlemesinde en uygun yaklaşım olacaktır. Aksi durumda deneme ile bulunması yöntemin zayıf noktasını oluşturur. Algoritmanın işlem adımları Şekil 4’de verilmiştir.

Şekil 4: K-means Algoritması İşlem Adımları



Çalışmamızda karar vericilerin ihtiyaçlarına ve performans göstergelerinin aldığı değerlere göre tedarikçilerin kümelene sayısı $k=3$ olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen uygulama, sınırlı sayıdaki veriler ve ahp, fuzzy gibi yöntemler yerine mevcut üretim sistemi üzerindeki işlem gören tüm veriler ile modellenmiştir. Çalışmamız özellikle mevcut veriler ve yöneticilerin ihtiyaçları ön planda tutularak gerçek zamanlı tedarikçi izleme için bir gösterge paneli modeli tasarlanmıştır. Anahtar performans ölçütleri başlığında tedarikçiler kümeleme algoritmaları ile sınıflanarak ve analiz edilerek tedarikçi hayat eğrisi gösterge paneli başlığı altında paylaşılacaktır. Her işletmenin performans göstergelerini farklı belirleyebileceği göz önüne alındığında ağırlıklı ortalama formülü uygulanabilir ve değiştirilebilir bir çözüm olarak kararlaştırılmıştır. Formülde tedarikçi hayat eğrisi için, her performans gösterge ağırlığı esnek biçimde belirlenebilecektir. Ek olarak her bir tedarikçi için anahtar performans ölçütleri ağırlıklı ortalama değerleri seçilen tedarikçinin işletme için önemini vurgular.

Tablo 1: Ağırlıklı Ortalama

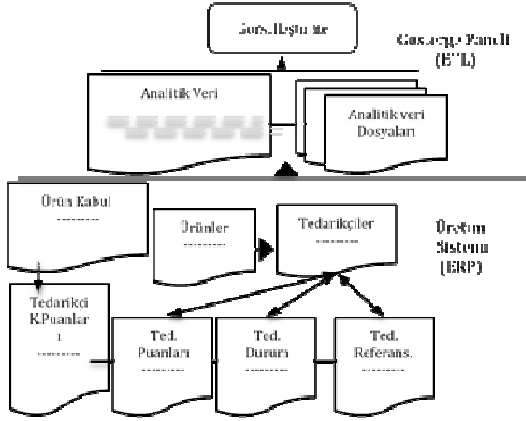
$$\text{Ağırlıklı Ort.} = (A_1P_1 + A_2P_2 + A_3P_3 + A_4P_4) / (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$$

KPI	Kalite	Fiyat	Teslim	Memnuniyet
Ağırlık %	28	34	22	16
Puan (1-10)	8	7	9	6
Ağırlıklı Ortalama Puanı			7,56	

Tedarikçi puanlama ve örnek ağırlıklı hesaplama puanları tablo 1 verilmiştir. Elde edilen her bir ağırlıklı ortalama değer tabloda saklanır.

Formülde A_1 nihai ürün içerisindeki kalite ağırlıklı performans göstergesinin sayısal değeridir. A_2 fiyat KPI göstergesinin sayısal değerini gösterir. Malzemenin aldığı puanlar 1 ve 10 üzerinden P_1, P_2, P_3, P_4 şeklinde değerlendirilerek gösterilmiştir. Her bir ağırlık değerinin aldığı puan çarpımlarının toplamı tüm ağırlık değerleri toplamına oranıdır.

Şekil 5: Tedarikçi Varlık İlişki Diyagramı

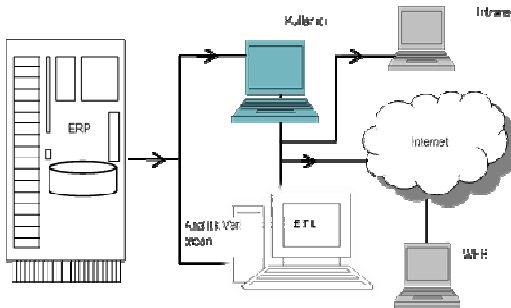


Uygulamada tedarikçi toplam ağırlıklı ortalama puanı performans göstergeleri üzerinden hesaplanarak bulunur. Elde edilen tedarikçi ve malzeme puanları gerçek zamanlı olarak her seviyeden karar vericilere yetki seviyesinde paylaşılabilir.

Tedarikçilerin değerlendirileceği döneme ait kayıtların düzenlenmiş son hali ve ETL ilişkisel veri tabanı Şekil 5 verilmiştir.

Kümeleme algoritmasının uygulanması için analitik veri tabanı üzerindeki veriler göstergeler için bir dosya üzerinde bir araya getirilmiştir. Tedarikçi sayısının 184 olduğu dosya üzerinde algoritma uygulanmış ve tedarikçi sayıları 74, 63 ve 47 olarak A,B ve C sınıflarına ayrılmıştır. Tedarikçi hayat eğrisi teslimatı yapılan tüm malzemelerde alınan anahtar performans gösterge puanları üzerinden değerlendirilerek görselleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, tedarikçinin gerçek zamanlı olarak son durumunun bir göstergesidir.

Şekil 6: Sistem Mimarisi

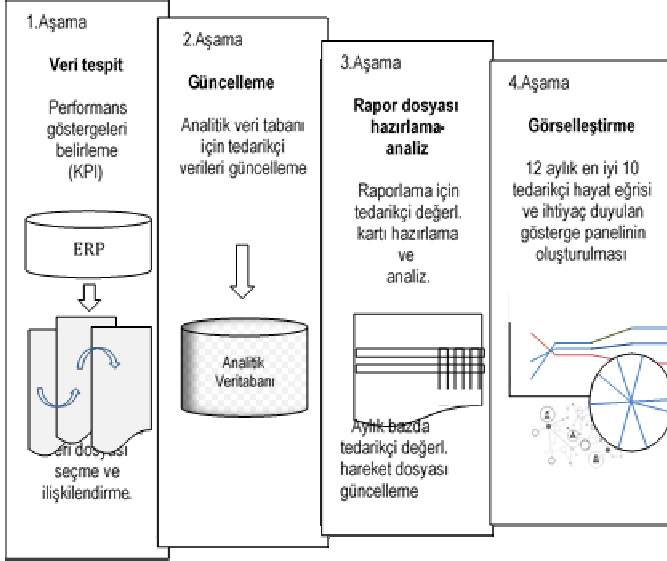


2. Uygulama

Uygulama alanı ERP sistemi kullanan bir mobilya üreticisidir. Çalışma şekil 6'da verildiği şekliyle dört aşamada planlanarak gerçekleştirilmiştir.

Ortaya çıkarılan gösterge paneli modeli uygulaması mevcut sistem ile bütünleştirilmesi şekil 7'de verilen sistem mimarisi ile sağlanmıştır. Uygulamada, mevcut ERP sistemi korunarak ara kodlamalar ile gösterge paneli bütünleştirilmesi tamamlanmıştır. Böylece işlem gören veriler anahtar performans göstergelerine ait tanımlamalar değişmediği sürece otomatik olarak güncellenir.

Şekil 7: Uygulama Geliştirme Süreci



Analitik veri tabanı, bir servis bilgisayarı olarak kullanıcılara hizmet ve veri analizi çözümleri amacıyla tasarlanmıştır. Uygulamanın tüm gösterge panelleri işletme içi bilgi sistemi (intranet) üzerinden paylaşılmaktadır.

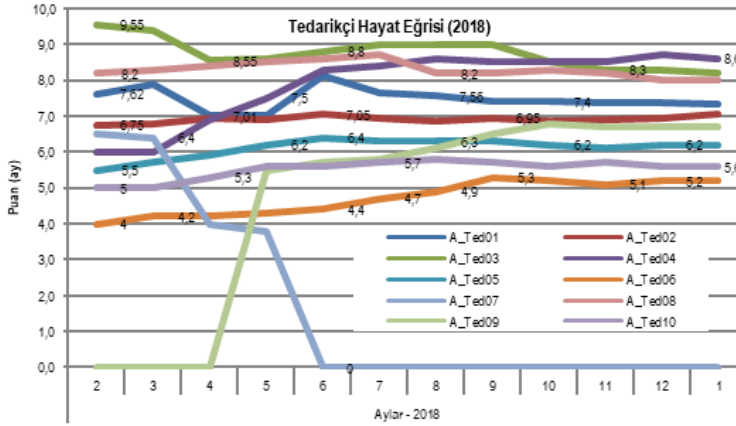
Analitik veri tabanı üretilen verinin yönetimini ve analizini mevcut sistemden bağımsızlığı nedeniyle kolaylaştırmıştır. Şekil 5'de analitik veri tabanının mevcut sistemdeki tedarikçi verileri üzerindeki ilişkisini gösteren yeni bir tablo olarak tanımlanmıştır. Böylece her seviyeden yönetici bilgiye ulaşabilir ve sorgulayabilir durumdadır. Mevcut işletme verileri dağıtık büyük hacimli ve gürültülü veriler ise gösterge paneli karar destek uygulaması için verilerin ön işlemden geçirilmesi gerekir. Ön işlemden eksik verilerin tamamlanması düzenlenmesi ve düzeltilmesi sürecidir. Çalışma ek bir yöntem veya algoritmaya ihtiyaç duyabilir. Ek olarak ETL sisteminde ortaya çıkarılan veriler değerlendirme için anahtar performans verilerine dönüştürülmüştür.

Bölüm yöneticisi özelinde karar vericinin aradığı malzemeyi hangi tedarikçiden temin edebileceği problemi üzerinden çözüme gidilmiştir. Bu çözümde K-means algoritması malzeme bazında tedarikçi kalite performans değerlendirmesi üzerinden çalıştırılmıştır.

Elde edilen tedarikçi sınıfları temini istenen malzeme için söz konusu tedarikçileri elde etme de büyük kolaylık sağlamıştır. Karar vericinin belirlediği anahtar performans ölçütleri tedarikçilerin sınıflanmasıyla birlikte gösterge panelleri için uygun bir zemin oluşturmuştur. Bu sınıflandırılmış ve düzenlenmiş veriler karar vericilerin istediği formatta işletme içi bilgi ağı üzerinden paylaşılabilir. Bu noktada özel olarak verilerin istenen görselleştirme formları ile gerçek zamanlı olarak gösterge paneline dönüştürülmüştür.

Sınıflandırılmış tedarikçilerin ağırlıklı ortalama puanları zaman zemininde, tedarikçi hayat eğrisi ismiyle görselleştirilir. Tedarikçi hayat eğrisi için ERP sistemi verileri kullanılarak bir yol haritasıyla birlikte verilerin analiz süreci sistematik hale getirilmiştir. Anahtar performans göstergeleri üzerindeki tüm istatistikler işletmenin tedarikçilerine özel değerlendirmeleridir. Gösterge çalışanların eğitimine bilişsel uyumuna ve yönetici beklentilerine göre belirlenmeye çalışılmıştır. “Tedarikçi hayat eğrisi” tedarikçiyi karar vericilere gerçek zamanlı olarak her noktadan izleme ve kontrol kabiliyeti kazandırmıştır.

Şekil 8: A Sınıfı, Tedarikçi Hayat Eğrisi



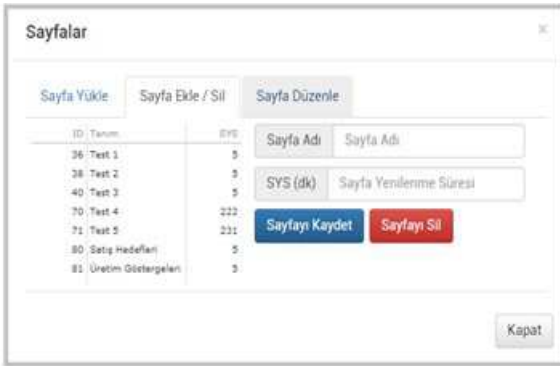
Şekil 8’de A grubunda yer alan ilk 10 tedarikçinin hayat eğrisi paylaşılmıştır.

Gösterge aynı zamanda stratejik olarak belirlenen tedarikçilerin performans temelli ölçütlere dayalı göstergesidir. Gösterge 12 aylık bir dönem üzerinde 4 temel performans ölçütlerinin tedarikçi bazında hayat çizgisini göstermektedir. Hızlı bir şekilde tedarikçilerin belirlenen dönemdeki(ay) malzeme teslimatları(verileri) incelenerek değerlendirmeler yapılabilir. Dolayısıyla dönemsel dalgalanmalar görülebilir ve değerlendirmeler yapılabilir. Tedarikçilerin bazıları için performans değerlerinde dalgalanmalar olsa da tedarikçi kalmaya devam etmişlerdir. Ek olarak uygulama üzerinde işletmenin karar süreçlerine destek olacak farklı ek göstergelerinde önü açılmıştır. Ayrıca istenildiğinde göstergeler ve arka plandaki veriler farklı formatlarda raporlanarak dışa aktarımı yapılabilir. Ortaya çıkarılan göstergeler operasyonel verinin tekrar organizasyonu ile iş analitiği anlayışıyla esnek bir biçimde tasarlanmıştır.

Çözüm olarak iş analitiği sistemleri kuruluşlara değer katar ve rekabet avantajı sağlarlar. Sistemler faydalı bilgiler sağlayan ve karar vermeyi destekleyen teknoloji ve veri altyapısını veri analizi yeteneklerini ve iş süreçlerini içerir (Rivera and Shanks,2015). Çalışmamız ile veri analizi ve gösterge paneli uygulamasını kullanarak tedarikçi değerlendirmesine farklı bir bakış açısı getirmektedir. Yaklaşım benzer bir süreç izlenerek ve ek çalışma yapılarak diğer bölümlerde modellenebilir durumdadır.

Gösterge panelinde hayat eğrisinin tedarikçinin gerçek durumunu en iyi şekilde görüntülenmesi rekabet düzeyi artan pazarlarda işletmeyi güçlü kılacaktır. Gelecekte işletme için güvenilir ve kaliteli malzemeler sunacak bir tedarikçinin güvence altına alınması demektir. Aynı zamanda gösterge panelleri müşteriye kadar uzanan ürün ve hizmetlerin güvencesi olan esnek bir karar destek uygulamasıdır. Gösterge panelinin kullanılabilirliğini ve değişimlere tepkisini arttırabilmek için kullanıcıya ait tanımlama modülleri oluşturulmuştur.

Şekil 9: Gösterge Paneli Ayarlar



Tanımlama kısmında verinin gösterim özelliklerinin yanı sıra arama sorgulama gibi birçok seçenek ekranda tanımlanmıştır. Tanımlanan hesap ve yetki sınırlarında çalışanlar göstergelere hem web ortamından erişebilir. Gerekliğinde her seviyede çalışan için iletişim ve bilgilendirmeye dayalı her mesaj bu ekranlardan yönetilebilir. İşletmenin üretim yapılması birden fazla ve dağınık olması durumunda göstergeler ayrı ayrı tanımlanarak izlenebilir paylaştırılabilir. Her gösterge gerektiğinde düzenlenerek tekrar kullanılabilir. Gösterge panelleri, bölüm bazında yetkilendirilmiştir. Gösterge panelinde performans gösterge tanımlama işlemi uygulama üzerinde bir kez tanımlanır. Tamamlandığında mevcut ERP sistemi ile ek olarak yapılandırılan gösterge paneli teknik olarak birbirine bağlanmış olur. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan göstergeler içinde bölüme özel kodlamaların bir kez yapılandırılarak gösterge paneli uygulamasına tanımlanmasını gerektirir. Gerçekleştirilen uygulama istemci-sunucu mimarisi ile çalışır. Sunucu tarafı analitik veri işleme güncelleme ve görselleştirme katmanını içerir. İstemci yani kullanıcı erişim katmanı web browser olarak çalışılmıştır. Web üzerinden kullanılabilen gösterge panelinde sürecin mevcut durumu süresi ve kalitesi gibi ihtiyaç duyulan bilgilere erişimi kolaylaştırır. Özellikle stratejik ve taktik seviyedeki çalışanların olaylara hızlı tepki vermesi ve çözüm üretmesi noktasında süreci iyileştiren bir karar destek uygulamasıdır.

Sonuç

Bu çalışma satın alma bölümü özelinde üretim yapan bir işletmenin mevcut bilgi yönetimine değer katmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda gerçek zamanlı ve doğruluğu yüksek bilgi ediniminin önünü açmaktır. Çalışma ile tedarik zinciri sürecinde faaliyet gösteren işletmelerin yönetici kararlarını güçlendirmektir. Mevcut sisteme ek olarak gösterge paneli her seviyede iletişimi arttırırken karar almada önemli bir destek aracı haline gelmiştir. Şekil 8'de verilen tedarikçi hayat eğrisinde stratejik ve taktik seviyedeki yöneticilerin karar almalarını destekleyerek tedarikçi kontrolünü kolaylaştırmıştır. Elde edilen sonuçlar ve göstergeler mevcut sistemle ilişkilendirilmiştir. Verinin organizasyonu ve rafine edilebilmesi için yeni bir analitik veri tabanı gerçek zamanlı olarak tasarlanmış ve paylaşılmıştır. Tedarikçiler çalışma modelinin kullanımından sonra uzun vadeli işbirliği ve disiplini noktasında kalifiye olmuştur.

Gelecekte yapılacak çalışmalar ile önerilen modelin imalat, satış vb. bölümlere uyarlama yoluna gidilecektir. Yeni bölümlerde yapılacak çalışmalarda ortaya çıkacak veri yetersizliği durumunda veri çoğaltma teknikleri kullanılabilir. Her seviyede karar vericilerin süreçlerini iyileştirmek amacıyla görselleştirme ve bilişsel uyuma odaklanılacaktır. Gösterge paneli, uygulama alanındaki aktivitelerden ve değişen ihtiyaçlardan etkilendiğinden geri bildirimlere ve izlenmeye ihtiyaç duymaktadır. Geliştirilen sistemin en az orta ölçekte işletmelerde, tedarik zinciri yönetimine ait bir uygulama ile yönetebiliyor olması gerek ve yeter koşuldur. Sistemin farklı sektör ve ölçekteki işletmelere uyarlanarak aynı katkıyı sağlaması için ek analize ihtiyaç duyar.

Gözlemlerimiz gösterge paneli uygulamasının mevcut sistemdeki operasyonel veriler üzerindeki işlem yüküne olumsuz bir etkisi olmamıştır.

Kaynakça

- Banerjee, Arindam., Bandyopadhyay, Tathagata., Acharya, Prachi. (2013). "Data analytics: Hyped up aspirations or true potential?". *The Journal for Decision Makers*, 38(4), 1-11.
- Chaudhuri, Surajit., Dayal, Umeshwar., Ganti, Venkatesh. (2001) "Database technology for decision support systems". *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 34(12), 48-55.
- Chae, Bongsug., Olson, David., Sheu, Chwen. (2014). "The impact of supply chain analytics on operational performance: A resource- based view". *International Journal of Production Research*, 52(16),4695-4710.
- Choudhary, Alok., Harding, Jennifer., Lin, Hsiao-Kang., Tiwari, Manoj K., Shankar, Rawi. (2011). "Knowledge discovery and data mining integrated (KOATING) Moderators

for collaborative projects". *International Journal of Production Research*, 49(23), 7029-7057.

Chopra, Sunil., Meindl, Peter. (2007). "Supply Chain Management: Strategy, Planning & Operations(6)". Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, Usa.

Collins, James D., Worthington, William J., Reyes, Pedro M., Romero, Marisabel. (2010). "Knowledge management, supply chain technologies, and firm performance". *Management Research Review*, 33(10), 947-960.

Gröger, Christoph., Stach, Christoph., Mitschang, Bernhard., Westkämper, Engelbert. (2016). "A mobile dashboard for analytics-based information provisioning on the shop floor". *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 29(12), 1335-1354.

Fahad, Adil., Alshatri, Najlaa., Tari, Zahir., Alamri, Abdullah., Khalil, Ibrahim., Zomaya, Albert Y. (2014). "A Survey of Clustering Algorithms for Big Data: Taxonomy and Empirical Analysis". *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 2(3), 267-279.

Faliu, Yi., Moon, Inkyu. (2013). "Extended K-Means Algorithm". 5th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, 26-27 August, Hangzhou, China.

James, Tony. (2012). "Smart Factories.". *Engineering & Technology*, 7(6), 64-67.

Jun, Tank., Kai, Cui., Yu, Feng., Gang, Tong. (2009). "The Research & Application of ETL Tool in Business Intelligence Project". *International Forum on Information Technology and Applications*, Chengdu, China.

Lau, Henry, Ho, George, Zhao, Yu. Chung, Sai Ho. (2009). "Development of a process mining system for supporting knowledge discovery in a supply chain network". *International Journal of Production Economics*, 122(1), 176-187.

Lempinen, Heikki. (2012). "Constructing a Design Framework for Performance Dashboards". *Nordic Contributions in IS Research, SCIS*, 109-130.

Liu, Luhao. (2010). "Supply Chain Integration through Business Intelligence". *International Conference on Management and Service Science*, Wuhan, China.

Olson, David L. (2015). "A Review of Supply Chain Data Mining Publications". *Journal of Supply Chain Management Science*, 1(1), 215-955.

Olson, David L., Shi, Yong. (2006). *Introduction to Business Data Mining*, 1st ed. London England, McGraw Hill Higher Education, Usa.

- Pattnaik, Sarojrani., Sutar, Mihir Kumar., Govindan, Kannan. (2009). "Supply Chain Integration in relation to Manufacturing Industries". IEEE International Conference on Computers & Industrial Engineering, Troyes, France.
- Peral, Jesus., Mate, Alejandro., Macro, Manuel. (2017). "Application of Data Mining techniques to identify relevant Key Performance Indicators". Computer Standards & Interfaces, 54(2), 76-85.
- Ren, Xiangyang., Liu, Yanhua., Guo, Yanan. (2014). "Fuzzy evaluation on supply chain competitiveness based on membership degree transformation new algorithm". Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 6(2), 139-144.
- Rivera, Santiago., Shanks, Graeme. (2015). "A Dashboard to Support Management of Business Analytics Capabilities". Journal of decision systems, 24(1), 76-84.
- Tokolaa, Henri., Grögerb, Christoph., Järvenpääc, Eeva., Niemi, Esko. (2011). "Designing manufacturing dashboards on the basis of a Key Performance Indicator survey". 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems, Budapest, Hungary.
- Vincent, Olufunke Rebecca., Makinde, Ayodeji Samuel., Salako, O.S., Oluwafemi, O.D. (2018). "A self-adaptive k-means classifier for business incentive in a fashion design environment". Applied computing and informatics, 14(1), 88-97.
- Yigitbasioglu, Ogan M., Velcu, Oana. (2011). "A review of dashboards in performance management: Implications for design and research.". International Journal of Accounting Information Systems, 13(1), 41-59.

