

ISSN 1302-6739
e-ISSN 1308-6979

DOĞUŞ
ÜNİVERSİTESİ
DERGİSİ
JOURNAL

CİLT / VOLUME : 19

SAYI / NUMBER : 1

2018
OCAK
JANUARY

DOĞUŞ ÜNİVERSİTESİ DERGİSİ

DOĞUŞ UNIVERSITY JOURNAL

| Altı ayda bir yayımlanır | Published bi-annually | ISSN 1302-6739; e-ISSN 1308-6979 |

Sahibi / Owner

Doğuş Üniversitesi Adına Rektör Abdullah DİNÇKOL

Yayın Kurulu Başkanı / Editor in Chief

Cevat GERİN, Doğuş Üniversitesi

Editörler / Editors

Ali Ekber AKGÜN, Gebze Teknik Üniversitesi
Ahmet İNCEKARA, İstanbul Üniversitesi
Recep KÖK, Dokuz Eylül Üniversitesi
Selahattin SARI, Beykent Üniversitesi

Yardımcı Editörler / Associate Editors

Irmak AKSOY, Doğuş Üniversitesi
Suna GÖNÜLTAŞ, Doğuş Üniversitesi
Fulya ÖZAKSOY, Doğuş Üniversitesi
Ali PIŞKİN, Doğuş Üniversitesi

Danışma Kurulu / Advisory Board:

Ramazan AKTAŞ, TOBB Ekonomi ve Tek. Üniversitesi
Lütfihak ALPKAN, İstanbul Teknik Üniversitesi
Richard A. AJAYI, Central Florida Üniversitesi
Alpay FİLİZTEKİN, Sabancı Üniversitesi
Jamaluddin HUSAIN, Purdue University Calumet
Gürhan KÖK, Koç Üniversitesi
Mesut KUMRU, Doğuş Üniversitesi

Ertan OKTAY, Doğuş Üniversitesi
Benan Zeki ORBAY, İstanbul Bilgi Üniversitesi
Selçuk ÖZGEDİZ, Dünya Bankası
Deniz PARLAK, Doğuş Üniversitesi
Halil SEYİDOĞLU, Doğuş Üniversitesi
Ramazan TAŞDURMAZ, Doğuş Üniversitesi
Gönül YENERSOY, Doğuş Üniversitesi

İndeks ve Abstrakt Bilgisi

EconLit (Journal of Economic Literature), 2007-
Türkiye Makaleler Bibliyografyası, 2000-2013)
DOAJ (Directory of Open Access Journals), 2000-
ULAKBİM Sosyal ve Beşeri Bilimler Veri Tabanı, 2002-
ASOS (Sosyal Bilimler İndeksi), 2006-
Open Academic Journals Index (OAJI) 2015-

Indexing and Abstracting

EconLit (Journal of Economic Literature) 2007-
Bibliography of Articles in Turkish Periodicals, 2000-2013.
DOAJ (Directory of Open Access Journals), 2000-
ULAKBİM Social Sciences and Humanities Database, 2002-
Akademia Social Sciences Index (ASOS Index), 2006-
Open Academic Journals Index (OAJI)

Listeleyeni Diğer Kaynaklar ve Servisler

EBSCOhost Academic Search Complete, 2010-
OpenAIRE, 2000-
BASE, 2000-

Other Sources and Services

EBSCOhost Academic Search Complete, 2010-
OpenAIRE, 2000-
BASE, 2000-

Doğuş Üniversitesi Dergisi (ISSN 1302-6739; e-ISSN 1308-6979), Doğuş Üniversitesi'nin yayın organıdır. Dergi; iktisat, işletme ve finans konularında özgün Türkçe ve İngilizce bilimsel makaleler yayımlar. Diğer disiplinlerden bu alanlarla ilgili çalışmalar da değerlendirilmeye alınır. *Doğuş Üniversitesi Dergisi* hakemli bir dergidir ve 2000 yılından itibaren yılda iki kez, Ocak ve Temmuz aylarında yayımlanır. Derginin Ocak 2013 (cilt 14, sayı 1) sayısından itibaren basılı (ISSN 1302-6739) sürümü durdurulmuştur. Yayımlanan yazılarda belirtilen düşünce ve görüşlerden yazar(lar)ı sorumludur.

Doğuş University Journal (ISSN 1302-6739; e-ISSN 1308-6979) is published by Doğuş University, which is a referred bi-annual and blind peer-review. It has been published since the year of 2000 (only e-journal as of January 2013). The journal publishes original Turkish or English articles on the subjects of economics, business and finance. The submissions, which are in other disciplines but related to these fields, are also accepted for review. The author(s) is (are) the sole responsible for the opinions and views stated in the articles.

Yönetim Yeri / Head Office: Zemet Sokak, No: 21, Acıbadem, 34722, Kadıköy, İstanbul.

Telefon / Telephone: +90 216 444 79 97 - **Faks / Fax:** +90 216 544 55 32

E-Posta / E-mail: journal@dogus.edu.tr, **URL :** <http://journal.dogus.edu.tr>

ISSN 1302-6739
e-ISSN 1308-6979

DOĞUŞ
ÜNİVERSİTESİ
DERGİSİ
JOURNAL

CİLT / VOLUME : 19

SAYI / NUMBER : 1

2018
OCAK
JANUARY

DOĞUŞ ÜNİVERSİTESİ DERGİSİ
DOĞUŞ UNIVERSITY JOURNAL
Yayımlayan / Publisher: Doğuş Üniversitesi

Cilt / Volume: 19 Sayı / Number: 1 Ocak / January 2018

İçindekiler / Contents

Editörden / From the Editor	iii
Türkiye’de Vergi Gelirleri ile Ekonomik Kalkınma Arasındaki İlişki: Frekans Alanı Nedensellik Analizi/ The Relationship between Tax Revenue and Economic Development in Turkey: Frequency Domain Causality Analysis	
Mehmet Vahit EREN, Ayşe ERGİN ÜNAL, Halil İbrahim AYDIN	1-18
Fractional Supersymmetric iso(1,1) / Kesirsel Süpersimetrik iso(1,1)	
Yasemen UÇAN, Reşat KÖŞKER, Özge HIDIRLAR.....	19-22
Belirsizlik Altında Çevre Bilinçli Tedarikçi Seçimi Probleminin İncelenmesi/ Investigating Environmentally Conscious Supplier Selection Problem under Uncertainty	
Vildan ÖZKIR	23-37
Yeni Ürün Geliştirme Takımlarında Güven ve Takım Öğrenmesi / Team Trust and Team Learning in New Product Development Teams	
Volkan POLAT, Gary S. LYNN, Onur EMRE	39-57
Employees Technology Usage Adaptation Impact on Companies’ Logistics Service Performance/ Çalışanların Teknoloji Kullanım Adaptasyonunun Firmaların Lojistik Servis Performansına Etkisi	
A. Zafer ACAR, Pınar GÜROL.....	59-68

Order Picking Problem in a Warehouse with Bi-Objective Genetic Algorithm Approach: Case Study/ <i>İki Amaçlı Genetik Algoritma Yaklaşımı ile Bir Depoda Sipariş Toplama Problemi: Vaka Çalışması</i>	
Şafak KIRIŞ, Derya DELİKTAŞ, Özden ÜSTÜN	69-77
Supply Chain Optimization Studies: A Literature Review and Classification / <i>Tedarik Zinciri Optimizasyon Çalışmaları: Literatür Araştırması ve Sınıflama</i>	
Yasemin KOCAOĞLU, Alev TAŞKIN GÜMÜŞ, Batuhan KOCAOĞLU	79-98
The Impact of Carbon Emissions Policies on Reverse Supply Chain Network Design/ <i>Karbon Emisyon Politikalarının Tersine Tedarik Zincir Ağı Tasarımı Üzerindeki Etkileri</i>	
Bandar A. ALKHAYYAL, Surendra M. GUPTA	99-111
Yazarlara Bilgiler / Information for Authors	113

Editörden / *From the Editor*

Değerli Araştırmacılar, Değerli Okurlar:

Dergimizin bu sayısında, 19-20 Ekim 2017 tarihlerinde Doğuş Üniversitesi'nin ev sahipliğinde gerçekleştirilen 'The 15th International Logistics and Supply Chain Congress (LMSCM)' isimli konferansta sunulan ve dergimizin hakem değerlendirme sürecinden geçirilmiş dört seçili makale yayımlanmıştır.

Bu vesile ile Doğuş Üniversitesi Dergisi'nin, kurullarında yer alan, hakemlik yapan ve yazı göndererek katkıda bulunan tüm paydaşlarımıza teşekkür ederiz.

Cevat GERNİ
Yayın Kurulu Başkanı

Distinguished Researchers and Readers:

In this issue of Dogus University Journal, four selected articles are published by passing through a peer review process, which were presented at the '15th International Logistics and Supply Chain Congress (LMSCM)' hosted by Dogus University on October 19-20, 2017.

On this opportunity, we are delighted to thank all our stakeholders who joined our journal's boards, contributed as referees, and sent articles.

*Cevat GERNİ
Editor in Chief*

Türkiye’de Vergi Gelirleri ile Ekonomik Kalkınma Arasındaki İlişki: Frekans Alanı Nedensellik Analizi

The Relationship between Tax Revenue and Economic Development in Turkey: Frequency Domain Causality Analysis

Mehmet Vahit EREN⁽¹⁾, Ayşe ERGİN ÜNAL⁽²⁾, Halil İbrahim AYDIN⁽³⁾

ÖZ: Çalışmanın amacı, Türkiye’de 1975-2013 dönemine ait yıllık verilerle vergi gelirleri ile kalkınma arasındaki ilişkinin varlığını araştırmakla beraber söz konusu ilişkinin yönünü farklı ekonometrik testlerle analiz etmektir. Hacker ve Hatemi nedensellik testi bulgularına göre, dolaylı vergi gelirlerinden kalkınmaya doğru tek yönlü; Breitung ve Caldalon frekans alanı nedensellik testi ise toplam vergi gelirlerinden kalkınmaya, dolaysız vergi gelirlerinden kalkınmaya ve kalkınmadan dolaylı vergi gelirlerine doğru tek yönlü ilişkiler tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Kalkınma, Vergi Gelirleri, Frekans Alanı Nedensellik Testi, Türkiye.

Abstract: The aim of the study is to investigate the existence of the relationship between tax revenues and development in Turkey for the period 1975-2013 and analyze the direction of the relationship with different econometric tests. According to Hacker and Hatemi causality test findings, unilateal relationship were observed towards development from indirect tax revenues, The Breitung and Caldalon frequency domain causality test, however, it was ascertained unilateal relationships towards development from total tax revenues; and towards development from direct tax revenues; and there also is unilateal relationship towards indirect tax revenues from development.

Keywords: Economic Development, Tax Revenue, Frequency Domain Causality Test, Turkey.

Jel Classifications: H20, O10.

1. Giriş

İnsanlığın var olduğu günden bugüne, insanlar gereksinimlerini karşılayabilmek amacıyla üretim yapmakta; ürün çeşitliliği sağlayarak diğer toplumlarla ticari faaliyetlerde bulunmaktadır (Derya, 2015:97). Ekonomik büyüme ve kalkınmanın sağlanması, hemen hemen tüm ülkelerde önem ihtiva eden bir konu olmasına karşın, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ön plana çıkan asıl iktisadi hedeflerden birisi olmaktadır. Ancak, gelişmiş ülkeler belirli bir büyüme trendini korumak amacıyla bir çaba içine girerken, gelişmekte olan ülkeler ise belirli bir büyüme düzeyine ulaşma ve bunun yanı sıra ekonomik kalkınmanın gerçekleşmesi için emek sarf etme sürecine girmektedir. Ekonomik büyüme ve kalkınma sürecini gerçekleştirmenin farklı yolları olmakla birlikte, kaleme aldığımız çalışmada inceleme konusu olan temel husus, vergi

⁽¹⁾Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü; mvahieteren@gmail.com

⁽²⁾Ömer Halisdemir Üniversitesi, İİBF, Bankacılık ve Finans Bölümü; ayseergin1985@gmail.com

⁽³⁾Batman Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü; hiaydin@gmail.com

Geliş/Received: 06-12-2016, Kabul/Accepted: 04-12-2017

gelirleri üzerinden iktisadi büyüme ve kalkınmanın sağlanması şeklindedir (Demircan, 2003: 97).

Vergi gelirlerinin önemi ülkeden ülkeye değişmekle beraber, devletin kamusal hizmetleri gerçekleştirebilmesi için vergi toplama ihtiyacı bulunmaktadır. Devlet, eğitim, sağlık, ekonomik büyüme ve kalkınma, devlet yatırımları, sosyal güvenlik gibi yaşam standartlarını belirleyen etmenleri yerine getirmek amacıyla elde ettiği vergi gelirlerini kullanmaktadır. Ekonomik kalkınma, bütün ülkeler için önem arz etmekte beraber, gelişmekte olan ülkelerde daha fazla öneme sahiptir. Bu amacın gerçekleştirilmesi, başka şekillerde de mümkün olmaktadır; ancak, bu çalışmada kaynak dağılımı ve yatırım düzeyini belirleme noktasında belirleyici olan verginin bir araç olarak kullanılmasıdır.

Çalışmada, Türkiye'nin vergi gelirleri ile iktisadi kalkınması arasındaki ilişki, farklı nedensellik testleriyle analiz edilmektedir. Literatürde konuyla ilgili birçok çalışma mevcutken, çalışmamızda Hacker ve Hatemi (değişkene ait tüm seri için tek istatistik değeri veren) nedensellik testi ile kısa, orta ve uzun dönemde test istatistiklerinin birbirinden ayrı frekanslara ayrıştırılmasına imkan veren Breitung ve Candelon (2006) frekans alanı nedensellik analizi uygulanmaktadır. İki tekniğin bir arada kullanılması ile daha önce yapılmış tekniklerinden farklı bir kıyaslama yapmak mümkün olacaktır.

Çalışmanın teorik çerçevesini ortaya koyan giriş bölümünün ardından vergi, ekonomik büyüme ve kalkınma arasındaki ilişkiye yönelik olarak literatür taraması tahlil edilmektedir. Sonrasında ise, çalışmada uygulanan yöntem ve göstergeler belirlenmekte ve Türkiye için 1975-2013 tarihleri arasında vergi gelirleri ile ekonomik kalkınma arasındaki nedensellik testlerine ilişkin bulgular gözler önüne serilmektedir. Çalışmanın son kısmı, sonuç ve önerilerin kaleme alınması ile nihai haline ulaşmaktadır.

2. Vergi ile Ekonomik Kalkınma İlişkisi: Teorik Bir Bakış

Devletlerin esas fonksiyonlarını ifa etmek için gelire gereksinim duymaları sonucunda vergi toplama gerekliliği gün yüzüne çıkmıştır. Vergileme konusu, tarihsel serüven içinde kamu hizmetleri için gerekli finansmanı oluşturmanın yanı sıra, tasarrufu ve iktisadi büyümeyi teşvik, kaynak dağılımını revize etme şeklinde diğer sosyal ve ekonomik hedefler için de kullanılmaya başlanmıştır (Temiz, 2008: 2).

Vergi olgusu, en yalın ve en temel hali ile devletin kamusal giderlerini karşılamak amacıyla toplumu oluşturan birey ve kurumlardan ödeme durumları bağlamında bedelsiz ve zorla aldığı ekonomik değerler olarak açıklanmaktadır (Erdoğan, 2012: 3).

Değişik vergilerin iktisadi büyüme üzerinde çeşitli etkileri söz konusu olabilmektedir. Bu noktada vergilerin seviyesi kadar yapısının da ekonomik büyüme bakımından önem arz edeceği söylenebilmektedir. Vergiler dolaylı ve dolaysız şeklinde tasnif edilmektedir (Turan, 2008: 18).

Dolaysız vergiler, en yalın hali ile *“birey ve kurumların belirli bir zaman dilimi içinde edindikleri bireysel gelir, servet ve kurum kazancından ortaya çıkan, mükellefleri beyan usulüne göre önceden belli olan ve vergi yükü, vergiyi ödeyen bireyde sabit kalan, dolayısıyla ödeme gücü esas alınarak toplanan subjektif vergiler”* şeklinde

tanımlanmaktadır. Dolaylı vergiler ise, elde edilen gelir, servet ve kazancın, tüketim, üretim, satış ve dış ticaret aracılığıyla kullanımından gün yüzüne çıkan, mal ve hizmetlerin fiyatı içine dahil edilen, vergi yükü ileri ya da geri yansıtılabilen, dolayısıyla vergi yüküne üstlenecek son bireyin belli olmamasından ve bütün işlemleri hedef alması nedeniyle ödeme gücü göz önünde bulundurulmadan konulan objektif vergiler olarak ifade edilmektedir (Yılmaz, 2012: 4). Kısaca, gelir ve servet üzerinden alınan vergiler dolaysız vergiler şeklinde açıklanırken, bireylerin tükettiği mal ve hizmetler üzerinden alınan vergiler ise dolaylı vergiler olarak özetlenebilmektedir (Feyzullah, 2013: 41-43). Kurumlar vergisi, gelir vergisi, motorlu taşıtlar vergisi, veraset ve intikal vergisi ve emlak vergisi dolaylı vergilere; KDV ile özel tüketim vergisi, dolaylı vergilere örnek olarak verilebilir (Temiz, 2008: 3; Erdoğan, 2012: 11).

Kalkınma olgusunu açıklayabilmek için ilk olarak gelir ve büyüme olguları hakkında bilgi vermek gerekmektedir. Bir ülke vatandaşlarının belirli bir dönem (genellikle bir yıl) içerisinde üretmiş oldukları her türlü nihai mal ve hizmetin parasal olarak ifade edilmesine o ülkenin Gayri Safi Milli Hasılası (GSMH) denilmektedir. GSMH’den vergi ve amortismanların düşürülmesi ile Milli Gelir (MG) elde edilmektedir. Aynı fiyatlarla hesaplanan iki dönem arasındaki MG artış yüzdesi, yıllık ekonomik büyümeyi vermektedir (Kutlar ve Doğanoglu, 2007: 5). Ekonomik kalkınma ise insanların hayat standartlarını, özgürlüklerini yükselterek, tüm insanların yaşam kalitesinin artırılması süreci olarak açıklanmaktadır (Todaro and Smith, 2012: 5).

Vergiler bir ülke ekonomisinde üretilen mal ve hizmetlerin düzeyini, üretim faktörlerinin gelir ve fiyatlarını doğrudan veya dolaylı olarak etkilemesi söz konusu olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde vergi konusunun kalkınma aracı olarak, tasarruf seviyesinin belirlenmesinde ve kaynak dağılımı üzerindeki etkisi mümkün olmaktadır (Abdiyeva ve Baygonuşova, 2016: 59). Vergi yapısının ekonomik kalkınma seviyesinin önemli bir göstergesi olduğu belirtilmektedir. Dolaysız vergilerin toplam vergi gelirlerine oranı kalkınma serüveninin başlarında yüksek olmakta; geçiş toplumu düzeyinde azalmakta; modern toplum düzeyinde ise tekrar artış göstermektedir. Diğer yandan, vergi idaresi etkin bir şekilde işlemeyen geçiş toplumu aşamasında olan ülkelerde, dolaysız vergilerin toplanmasında ve denetiminde sorunların olması, dolaylı vergilerin payını artırmaktadır. Böylelikle dolaylı vergilerin toplam vergilere oranı; geçiş toplumu düzeyinde, dolaysız vergilerden yüksek duruma gelmektedir (Cural ve Çevik, 2015: 132).

Vergilerin birçok ekonomik süreç üzerinden kalkınma serüvenini etkilemesi söz konusu olmaktadır. Bunlar vergilerin (Durkaya ve Ceylan, 2006);

- Tasarruf üzerindeki etkisi
- Yatırımlar üzerindeki etkisi
- Finansal piyasalar üzerindeki etkisi
- Emek arzı üzerindeki etkisi
- Enflasyonist ve deflasyonist süreç üzerindeki etkileri şeklinde tasnif edilmektedir.

Devletin önem ihtiva eden finansman kaynaklarından birisi olan vergiler, ekonomideki çeşitli göstergeler üzerinde de birtakım etkiler oluşturma gücüne sahip olmaktadır. Bu bağlamda, vergilerin etki alanında bulunan göstergeler arasında başta

iktisadi büyüme olmak üzere mikro ve makro seviyede çok sayıda faktör söz konusu olmaktadır. İktisat literatüründe artan vergilerin, tüketim, tasarruf ve yatırım davranışları da dâhil olmak üzere ekonomik birtakım bileşenleri değiştirerek büyümeye etki edeceği düşünülmektedir (Erdoğan, 2012: 69; Mucuk ve Alptekin, 2008: 160).

Vergileme konusu, iktisadi büyüme noktasında iki kilit fonksiyon üstlenmektedir. Bunlardan ilki, özel tüketimin yükselmesini engelleyerek yatırımlar için gerekli olan kaynakların artmasını temin etmektir. Bu bağlamda, yabancı sermaye gözardı edilerek, ekonomide yer alan karar mercilerinin yatırımlarını ve gelecekteki tüketimlerini artırmak adına bugünkü tüketimden ne kadar azaltmak istedikleri, vergileme amaçları ile gözlemlenebilmektedir. Diğer işlevi ise ekonomideki kaynakları özel sektörden devlete doğru aktarabilme olarak karşımıza çıkmaktadır (Fezullah, 2013: 55).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sağlıklı ve etkin bir vergi temelini kurulumasına istinaden üretimin artırılmasında ve büyümenin yönlendirilmesinde etkili maliye politikalarının uygulanması mümkün olmaktadır. Bu bağlamda, etkin bir vergi politikası salt ekonomik büyümenin sağlanmasına değil, bununla beraber ülke ekonomilerinin yönlendirilmesine de katkı sunmaktadır (Demircan, 2003: 107).

Ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesi bazı önem arz eden harcamaların yapılması şartına bağlı olmaktadır. Bahse konu harcamaların ideal ve devamlı olabilmesi için ise finansman kaynaklarının yeterli ve güvenilir olması gerekmektedir. Kamu harcamaları ismi verilen söz konusu harcamaların karşılanmasında devlet tarafından en çok başvurulan finansal kaynak vergiler olarak karşımıza çıkmaktadır (Paksoy ve Bakan, 2010: 155).

3. Literatür

Maliye politikası araçlarından biri olan vergi, kamu gelirlerinin büyük çoğunluğunu oluşturan bir kalem olup, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kalkınma ile ekonomik büyümedeki rolüyle birçok çalışmaya konu olmaktadır. Söz konusu çalışmalarda vergi oranlarının ekonomik şartları ne yönde değiştirdiği ve oluşan yeni şartların ise uygulanan ekonomi politikalarının etkinliğini ne yönde etkilediği incelenmektedir. Vergileme ve bu bağlamda uygulanan politikaların etkileri ile ilgili çalışmaların, Solow (1956) ile başladığı bilinmektedir. Buradan Solow' un geliştirdiği Neo-klasik büyüme modelinin varsayımlarından çıkarım yapılmakta olup, prodüktivite büyümesinin sabit iken, vergi politikalarının da etkilenmeyeceği sonucu çıkarılmaktadır (Kibritçioğlu, 1998: 8). Ekonomik büyüme ve vergilemenin ülke ekonomileri üzerindeki etkilerinin incelendiği ampirik çalışmalar incelendiğinde farklı birçok ekonometrik yöntem ve değişkenin kullanıldığı görülmektedir.

Leibfritz, Thornton ve Bibbee (1997)'nin OECD ülkeleri üzerine yaptıkları çalışmalarında vergi oranlarındaki ortalama yüzde onluk bir artışın büyümeyi ½ puan azalttığını tespit etmiş olmakla beraber vergi hesaplamalarında bir takım noksanlıkların bulunduğu vurgu yapmışlardır. Benzer şekilde Lee ve Gordon (2005) çalışmalarında 1970-1997 yılları arasında 70 ülkenin vergi ve GSYİH verilerini kullanarak, ekonomik büyüme ve kurumlar vergisi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve artan kurumlar vergisi oranının ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Yine 2005 yılında Anastassiou ve Dritsaki tarafından Granger

nedensellik ve hata düzeltme modeli kullanılarak Yunanistan ekonomisi üzerine vergi gelirleri ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. 1965-2002 verileri kullanılarak yapılan analizde büyüme ve vergi gelirleri arasında nedensel bir bağın bulunduğu tespit edilmiştir. Benzer bir sonuç Temiz (2008)’ in çalışmasında da tespit edilmiştir. Türkiye ekonomisinin 1960-2006 dönemlerinde vergi gelirleri ve ekonomik büyüme oranlarının incelendiği çalışmada Johansen eşbütünleşme testi kullanılarak uzun dönemli ilişki irdelenmiş, kısa dönem ilişkiyi saptamak adına hata düzeltme modeli tercih edilmiş olup, bulgular, toplam vergi gelirleri ile iktisadi büyüme arasındaki nedenselliğe vurgu yapmıştır. Daha yakın bir tarih olan 2014 yılında da vergi oranlarının ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşan bir diğer çalışma da Saqib, Ali, Riaz, F., Anwar ve Aslam’a aittir. Pakistan üzerine yapılan çalışma 1973-2010 yıllarını kapsamakta olup, ARDL Sınır testi ile yapılan analizde vergi oranlarının satışlar ve yatırımlar üzerindeki olumsuz etkilerine vurgu yapılarak ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Yine 2014 yılında Macek OECD ülkeleri üzerine yaptığı çalışmasında Mankiw, Romer ve Weil’in Neoklasik büyüme modeline dayanarak içinde vergi oranlarının da bulunduğu ekonomik büyümenin etkileyenlerini, 2000-2011 periyodu için incelemiş ve vergi oranları yüksekliğinin ekonomik büyümeyi yavaşlatacağı bulgusuna ulaşmıştır.

Ekonomik büyüme ve vergi oranları arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığı yönünde çalışmalarda literatürde mevcuttur. Mendoza, Milesi-Ferretti ve Asea (1997)’nin 18 OECD ülkesi ve Rebelo- Easterly (1993)’nin gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ekonomileri üzerine yaptıkları çalışmaları buna örnek teşkil etmektedir. Hatta daha eski döneme gidildiğinde 1983 yılında Katz, Mahler ve Franz 22 gelişmiş ülke üzerine yaptığı çalışmalarında verginin tasarrufları azaltmasına rağmen, ekonomik büyüme ve yatırımları etkilemediği sonucuna ulaşmışlardır.

Türkiye üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; Mucuk ve Alptekin (2008)’in çalışmalarında 1975-2006 dönemi Türkiye verilerini kullanarak Koentegrasyon ve Granger nedensellik testleri vasıtasıyla dolaylı ve dolaysız vergiler ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yazarların Koentegrasyon testi bulguları kullanılan değişkenlerin hareketlerindeki birlikteliğe vurgu yaparken nedensellik testi bulguları ise dolaysız vergiler ile büyüme arasında tek yönlü bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Benzer şekilde Göçer, Mercan, Bulut ve Dam (2010), ekonomik büyüme ve vergi gelirleri arasındaki ilişkiyi sınır testi yaklaşımıyla araştırmış olup 1924-2009 yılları arasındaki verileri kullanmışlardır. Bulgularına göre, uzun dönem analizinde vergiler ile iktisadi büyüme arasında pozitif yönlü ve bir ilişki bulunurken, kısa dönemde ise her iki vergi türünün de iktisadi büyümeyi pozitif olarak etkilediği belirtilmiştir. Mangır ve Ertuğrul’un (2012) çalışmalarında Türkiye’de vergi yükü ve iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi 1988– 2011 yılları için araştırmışlardır. Çalışma bulguları ışığında vergi yükü ile GSYH arasında eş bütünleşme bulunmuş, ARDL uygulama sonuçlarına göre ise uzun ve kısa dönemde vergi yükü ile GSYH arasında istatistiksel olarak negatif ilişki tespit edilmiştir. Ekonomik kalkınma ve vergi arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda mevcut olup, Chelliah (1989)’ın çalışması buna örnek teşkil etmektedir. Yazar, iktisadi kalkınmayla beraber toplam vergi gelirleri içinde dolaylı vergilerin payının azaldığı, dolaysız vergi oranının ise yükseldiği sonucuna ulaşmıştır. Tosun ve Abizadeh (2005), OECD ülkelerinde 1980-1999 dönemi için iktisadi kalkınma değişkeni olarak da kullanılabilen kişi başına düşen gelirin vergi yapısı üzerindeki etkilerini sınıamıştır. Çalışmanın sonucuna göre,

kalkınmanın vergi yapısı için etkisinin yüksekliği belirlenmiş, kişi başına gelir gelirin artmasıyla dolaysız vergilerin toplam vergi gelirleri içindeki payının yükselirken, dolaylı vergilerin toplam vergi gelirleri içindeki payının azaldığı görülmüştür. Cural ve Çevik (2015)' in çalışmasında ise yazarlar, ekonomik kalkınmanın vergi yapısı üzerindeki etkilerini uzun dönem regresyon analizleri ile 1924-2013 dönemleri arasında yapısal kırılma testlerini de uygulayarak analiz etmiş olup, yine uzun dönemde kalkınma sürecinde dolaysız vergilerin arttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Tablo 1: Vergiler, Ekonomik Büyüme ve Kalkınmaya İlişkin Literatür Özeti

Vergi - Ekonomik Büyüme Üzerine			
Yazar(lar)	Uygulanan ülke	Yöntem ve değişkenler	Sonuç ve Bulgular
Leibfritz vd. 1997	OECD	<ul style="list-style-type: none"> • Ücretler • İşsizlik oranları • Vergi oranları • Tasarruflar • Nominal faiz oranları 	Vergi oranlarındaki ortalama yüzde onluk bir artış, büyümeyi ½ puan azaltmıştır.
Lee and Gordon 2005	70 seçilmiş ülke	Panel yöntemi <ul style="list-style-type: none"> • Gayrisafi yurtiçi hasıladaki yüzde değişim • Vergi oranları (kurumlar ve gelir vergisi oranları) (1970-1997 verileri) 	Kurumlar vergisi, ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilemiştir.
Anastassiou and Dritsaki 2005	Yunanistan	Granger Nedensellik Testi, Hata düzeltme Modeli(VECM) <ul style="list-style-type: none"> • Gelir Vergisi • Yurtiçi Tasarruf Oranları • Ekonomik Büyüme Oranları • Toplam Vergi Gelirleri (1965-2002 yılları arası) 	Büyüme ve vergi gelirleri arasında çift yönlü bir ilişki bulunmuştur.
Mucuk ve Alptekin 2008	Türkiye	VAR Analizi, <ul style="list-style-type: none"> • Dolaylı Vergiler/GSMH • Dolaysız Vergiler/GSMH • GSMH (1975 – 2006 yıllık veriler) 	Dolaysız vergiler kanalından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişki vardır.
Temiz 2008	Türkiye	Johansen Eşbütünleşme Testi, VECM <ul style="list-style-type: none"> • Toplam Vergi Gelirleri • GSMH • Dolaylı, Dolaysız Vergi Gelirleri 	Büyüme oranı ile dolaylı vergiler arasında nedenselliğin olmadığı;

			dolaysız vergi gelirleri ile büyüme arasında ise çift yönlü bir nedensellik görülmüştür.
Göçer vd. 2010	Türkiye	Sınır Testi <ul style="list-style-type: none"> • Cari fiyatlarla gayrisafi yurtiçi hâsıla • Cari fiyatlarla dolaylı vergi gelirleri • Cari fiyatlarla dolaysız vergi gelirleri 	Dolaylı ve dolaysız vergi gelirleriyle ekonomik büyüme arasında eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu ve tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür.
Mangır ve Ertuğrul 2012	Türkiye	ARDL Sınır Testi, sınır testi eş bütünleşme <ul style="list-style-type: none"> • Vergi yükü • GSYİH 	Uzun ve kısa dönemde vergi yükü ile GSYH arasında istatistiksel olarak negatif ilişki tespit edilmiştir.
Saqib vd. 2014	Pakistan	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı <ul style="list-style-type: none"> • Gayri Safi Yurtiçi Hasıla • Vergi oranları (tüketim ve gelir vergileri) (1973-2010 yılları arası) 	Vergilerin satış ve yatırımları olumsuz etkilemesi dolayısıyla ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemiştir.
Macek 2014	OECD Ülkeleri	Panel, <ul style="list-style-type: none"> • GSYİH • Vergi Oranları • Beşeri Sermaye • Yatırım Oranları 	Vergi oranlarındaki artışın ekonomik büyümeyi yavaşlatmıştır.
Vergi - Kalkınma Üzerine			
Chelliah 1989	Hindistan	Regresyon analizi, <ul style="list-style-type: none"> • Tarım dışı dolaysız vergi gelirlerinin toplam vergi gelirleri içindeki payı • Kişi başına düşen gelir • Tarım dışı dolaysız vergi gelirlerinin milli gelir içindeki payı • Gümrük vergisi gelirlerinin toplam vergi gelirlerinden aldığı pay 	Ekonomik kalkınma ile dolaysız vergi gelirleri arasında doğru orantılı, dolaylı vergi gelirleri arasında ise ters orantılı bir ilişki bulunmuştur.

		<ul style="list-style-type: none"> • İhracatın milli gelirden aldığı pay • Gümrük vergisi gelirlerinin milli gelirden aldığı pay 	
Tosun ve Abizadeh 2005	OECD	Panel, <ul style="list-style-type: none"> • Kişisel vergiler • Kurumlar vergisi • Sosyal güvenlik • Maaş vergisi • Emlak vergisi • Mal ve hizmetler üzerinden alınan vergiler • Dış ticaret vergisi • Kişi başına düşen gelir 	Ekonomik kalkınma ile dolaysız vergi gelirleri arasında doğru orantılı, dolaylı vergi gelirleri arasında ise ters orantılı bir ilişki bulunmuştur.
Cural ve Çevik 2015	Türkiye	Uzun dönem regresyon analizleri ve yapısal kırılma testleri <ul style="list-style-type: none"> • Vergi gelir değişkenleri • Kişi Başına Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (KBGSYH) (1924-2013 yıllık veriler) 	Uzun dönemde kalkınma sürecinde dolaysız vergilerde artış

4. Ekonometrik Analiz

Çalışmanın bu bölümünde veri seti, ekonometrik model, metodoloji ve analiz sonuçlarına ilişkin açıklamalara yer verilmektedir.

4.1. Ekonometrik Model ve Veri Seti

Hazırlanan bu çalışma ile Türkiye için 1975-2013 tarihleri arasında oluşturulan yıllık veriler analize dahil edilmiştir. Açıklayıcı değişken olarak vergi gelirlerine ait veriler Kalkınma Bakanlığı, bağımlı değişken olarak kalkınmayı temsilen analize dahil edilen kişi başına düşen reel milli gelir verisi ise Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Çalışma çerçevesinde bağımlı gösterge olarak kişi başına düşen reel milli gelir (KBDG), bağımsız gösterge olarak ise toplam vergi gelirleri (VG), dolaysız vergi gelirleri (DSVG) ve dolaylı vergi gelirleri (DVG) kullanılmıştır. Ele alınan vergi gelirlerine ait seriler, GSYİH deflatörüne (1998=100) bölünerek reel hale getirilip, daha sonra logaritması alınarak model kurulmuştur. Söz konusu kurulan model aşağıdaki gibidir:

$$LKBDG_t = \beta_0 + \beta_1LVG_t + \beta_2LDSVG_t + \beta_3LDVG_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

4.2. Metodoloji

Bu çalışma, vergi gelirlerinin ekonomik kalkınma üzerindeki etkisini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda zaman serisi analizi gerçekleştirilmiş olup, nedensellik testleri ile model tahmin edilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında, serilerin durağanlık mertebelerinin tespit edilmesi amacıyla Ng-Perron birim kök testi uygulanmıştır. İkinci aşamada, nedensellik testleri

yapılmış, bu çerçevede Hacker ve Hatemi ile Breitung ve Canderon frekans alanı nedensellik testleri uygulanarak elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Hacker ve Hatemi nedensellik testi, ele alınan dönemi bir bütün olarak ele almakta ve her ekonomide görülebilen konjonktürel dalgalanmaları göz önüne almamaktadır. Bu nedenle, Breitung ve Candelon tarafından ilerletilen frekans alanı nedensellik testi uygulanmıştır. Söz konusu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran özellik, farklı nedensellik testleriyle ilişkinin analiz edilmeye çalışılmasıdır.

Birim kök testleri, ekonometrik analizlerin yapılabilmesi için uygulanması gereken testlerdir. Serilerin durağan olup olmadıklarının tespiti, zaman serisi çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Zaman serisi analizlerinde en sık kullanılan birim kök testleri ADF (Augmented Dickey-Fuller), PP (Phillips-Perron), KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin) ve Ng-Perron birim kök testidir.

İktisadi zaman serilerinin genellikle birim köklü olduğu bir başka deyişle durağan olmadığı bilinmektedir. Durağan olmayan serilerle yapılması muhtemel analizlerin sonuçları yanıltıcı olabilmektedir. Buradan hareketle, değişkenlerin durağanlık mertebelerinin tespit edilebilmesi için Ng-Perron birim kök testi uygulanmıştır.

Ampirik çalışmalarda sıkça kullanılan ADF, PP ve KPSS birim kök testleri, özellikle de küçük örneklerde düşük bir güce sahiptir. Bahse konu kısıt, söz konusu testlerin sonuçlarının güvenilirliğini azaltmaktadır. ADF, PP ve KPSS birim kök testlerinin düşük güç sorununa karşılık, Dickey Fuller GLS (ERS), ERS Point Optimal testi ve Ng-Perron testi gibi yeni birim kök sınamaları gün yüzüne çıkartılmıştır (Yıldırım vd., 2015:94). Ng-Perron birim kök testi, özellikle PP testlerinde meydana gelen hata teriminin boyut dağılımı çarpıklığını düzeltmek için M testleri olarak geliştirilen birim kök testi (Sevüktekin ve Çınar, 2014:380) olup, 4 farklı test istatistiği geliştirerek ADF ve PP testlerinin kısıtlarını ortadan kaldırmayı hedeflemiştir (Yıldırım vd., 2015:94). Bu testler, Phillips-Perron (PP) testleri olarak bilinen Z_α ve Z_t testlerinin modifiye edilmiş hali olan MZ_α ve MZ_t testleri, Bhargava tarafından geliştirilen birim kök testinin modifiye edilmiş hali olan MSB testi ve ADF-GLS testinin modifiye edilmiş hali olan MPT testidir. Ng-Perron birim kök testinde kullanılan MZ_α , MZ_t , MSB ve MPT test istatistikleri aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanabilmektedir (Hepsağ, 2009:70):

$$MZ_\alpha = Z_\alpha + (T/2)(\hat{\phi}_1 - 1)^2 \quad (2)$$

$$MSB = \left(T^{-2} \sum_{t=1}^T Y_{t-1}^2 / S^2 \right)^{1/2} \quad (3)$$

$$MZ_t = MSB \times MZ_\alpha \quad (4)$$

$$MPT = \left(\bar{c} T^{-2} \sum_{t=1}^T Y_{t-1}^2 - \bar{c} T^{-1} Y_T^2 \right) / S_{AR}^2 \quad (5)$$

Ng-Perron birim kök testinde hesaplanan MZ_α ve MZ_t testleri ile MSB ve MPT testleri birim kökün varlığının sınanması aşamasında temel hipotezler bakımından değişiklikler göstermektedir. MZ_α ve MZ_t testlerinde sıfır hipotez birim kökün varlığını açıklarken MSB ve MPT testlerinde ise sıfır hipotez birim kökün yokluğunu

açıklamaktadır. Bu bağlamda $MZ\alpha$ ve MZt test istatistiklerinin Ng-Perron (2001) tarafından hesaplanan kritik değerlerden küçük olması, temel hipotezin reddedilememesini, büyük olması temel hipotezin kabul edilmesini (birim kökün reddedilmesini) sağlamaktadır. Ancak MSB ve MPT test istatistiklerinin kritik değerlerden küçük olması durumunda temel hipotez reddedilmektedir (Altıntaş ve Koçbulut, 2014:50).

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerinin analizi için ise birçok test geliştirilmiştir. Çalışmanın analizinde, temelinde Toda-Yamamoto testi olan Hacker ve Hatemi nedensellik testi (2006) ve nedensellik ilişkilerini dönemlere ayırarak test eden Breitung ve Candelon (2006)'a ait frekans alanı nedensellik testi kullanılmaktadır.

Granger nedensellik testinde, serilerin durağan olması gibi bir şart bulunmamaktadır. Ayrıca birim köklü olan değişkenlerin aralarında eşbütünlüşme ilişkisi olması durumunda VAR değil VECM modeller üzerinden Granger nedensellik testi yapılmaktadır. Toda-Yamamoto nedensellik testinde bu iki durum önemli değildir. TY nedensellik testinde önemli olan, VAR modelin gecikme uzunluğu (k) ve ele alınan değişkenlerin en büyük durağanlık derecesidir (d_{\max}). Bu iki değer belirlendikten sonra $(k + d_{\max})$ boyutunda bir VAR model kurularak, TY testi gerçekleştirilmektedir. TY nedensellik testinde aşağıdaki VAR modeli dikkate alınır (Yılancı, 2015:13):

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p+d \max} \alpha_{1(i+d)} Y_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d \max} \alpha_{2(i+d)} X_{t-(i+d)} + \varepsilon_{1t} \quad (6)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+d \max} \beta_{1(i+d)} Y_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d \max} \beta_{2(i+d)} X_{t-(i+d)} + \varepsilon_{2t} \quad (7)$$

Hacker ve Hatemi testinde değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin analiz edilmesi için TY testi uygulanmakta ancak kritik değerler, hataların olası normal dağılmamasına karşın bootstrap ile elde edilmektedir. Bu testte, iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisi aşağıdaki gecikmeli VAR modeli kullanarak test edilir:

$$y_t = \alpha + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t \quad (8)$$

Burada y_t , 2×1 boyutundaki değişken vektörü, A ise parametre vektörüdür.

Ayrıca Hacker -Hatemi (2006), Toda-Yamamoto (1995) veya Dolado-Lütkepohl (1996) VAR modellerinin tahmininde optimal gecikme uzunluğunun en iyi HQ ve SIC bilgi kriterleri ile belirlenebileceğini, iki kriterin bazı durumlarda farklı gecikme uzunluğu belirtmesinden ötürü iki bilgi kriterini birlikte analiz eden Hatemi -J (2003) (HJC) bilgi kriteri ile optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerektiği ifade etmişlerdir. HJC bilgi kriterinin formülasyonu denklem (9)'da gösterilmektedir.

$$HJC = \ln \left(\left| \hat{\Omega} \right| + j \left(\frac{n^2 \ln T + 2n^2 \ln(\ln T)}{2T} \right) \right), j = 0, \dots, k. \quad (9)$$

$|\Omega|$, j gecikme uzunluğu ile tahmin edilen VAR modelinin hata terimlerinin varyans-kovaryans matrisini, n modeldeki denklem sayısını, T gözlem sayısını belirtmektedir. Optimal gecikme uzunluğu belirlendikten sonra sıfır hipotezinin analizi için gerçekleştirilecek TY-VAR analizi $(j+d_{\max})$ denklemi $Y=DZ+\delta$ şeklinde ifade edilirse;

$Y=(y_1, y_2, y_3, \dots, y_T)(n \times T)$ matrisi,

$\hat{D} = (\hat{\alpha}, \hat{A}_1, \hat{A}_2, \hat{A}_j, \dots, \hat{A}_{j+d_{\max}})(n \times (1+n(j+d_{\max})))$ matrisi;

$$\begin{pmatrix} 1 \\ y_t \\ y_{t-1} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{t-j-d_{\max}+1} \end{pmatrix} ((1+n(j+d_{\max}))x1) \text{ matrisi, } t=1, \dots, T,$$

$Z = (Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_{T-1})(1+n(j+d_{\max}))xT$ matrisi. $\delta=(\hat{u}_1, \hat{u}_2, \hat{u}_3, \dots, \hat{u}_T)(n \times T)$ matrisidir.

Kısıtsız regresyonun hata terimleri $(n \times T)$ δU matrisi tahmin edilir. $S_u = \delta U \delta U' / T$ şeklinde hesaplanır. $\beta = \text{vec}(\alpha, A_1, \dots, A_j, 0_{n \times d_{\max}})$, $\beta = \text{vec}(D)$, vec sütün-yığılma operatörünü belirtmektedir. $0_{n \times d_{\max}}$ n satır, $n(d_{\max})$ sütünlü sıfır matrisini göstermektedir. Toda Yamamoto'nun modifiye edilmiş MWald testi denklem 10'da belirtilmektedir.

$$MWald = (C \hat{\beta}) [C((ZZ)^{-1} \otimes S_u)C]^{-1} (C \hat{\beta}) \quad (10)$$

\otimes Kronecker çarpımını ve C kısıtları içeren $j \times n(1+n(j+d_{\max}))$ boyutundaki gösterge fonksiyonu matrisini göstermektedir. C 'nin her bir j satırı β katsayısının sıfıra eşit olup olmadığı kısıtlamasıyla ilişkilidir. TY-VAR analizinde Granger nedenselliğin araştırıldığı sıfır hipotezi $H_0 = C\beta = 0$ şeklinde test edilmektedir. Hacker ve Hatemi (2006) TY Granger nedensellik analizinin tablo kritik değerlerini hem bootstrap simülasyonu ile daha etkin bir şekilde elde etmesi hem de modelde ARCH etkisinin var olup olmadığını Engle (1982)'nin geliştirdiği otoregresif şartlı değişen varyans (ARCH) testi ile test etmesi, nedensellik bulgularının daha etkin olmasını sağlamaktadır (Değer ve Pata, 2017:38).

Çalışmaya dahil edilen göstergeler arasındaki etkileşimi salt bir test istatistiği için inceleyen geleneksel nedensellik testlerinden farklı olarak, frekans alanı metodu zaman içerisindeki farklı frekanslar için söz konusu testleri gerçekleştirmektedir. Bu noktada tüm periyot için geleneksel doğrusal nedensellik testleri, doğrusal olmayan asimetric nedensellik testleri ise genişleme ve daralma dönemlerindeki nedensellikleri irdelemektedir. Frekans alanı nedensellik testi daha farklı olarak tüm periyodu baz alarak kısa, orta ve uzun dönem şeklindeki bir ayrımla nedensellik ilişkisini incelemektedir (Bayat vd., 2015: 13).

Granger (1969) ya da Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testleri analiz edilen tüm periyot için bir değerlendirme yapmakta ve tek bir istatistik hesaplamaktadır. Breitung ve Candelon (2006) tarafından geliştirilen frekans alanı (frequency domain) nedensellik testi kısa ve uzun dönemde makro ekonomik değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarabilmektedir. Burada nedensellik test istatistiklerinin, farklı frekanslara ayrıştırılmasına imkan veren Breitung ve Candelon (2006) nedensellik analizi kullanılmaktadır. Tablo 4'te görüldüğü gibi, uzun dönem frekanslarını 0.01 ve 0.05 oluştururken, orta dönem 1.00-1.50 ve kısa dönem frekanslarını ise 2.00-2.50 oluşturmaktadır (Taş vd., 2016:11).

İki değişkenli vektör otoregresif model kullanan Breitung ve Candelon (2006) ise otoregresif parametreler üzerinde doğrusal bir hipoteze dayanan tek bir test prosedürü önermiştir. Böylece test prosedürü çok boyutlu sistemleri ve eşbütünlüğe ilişkilerini inceleyebilecek şekilde genelleştirilebilecektir.

Breitung ve Candelon (2006) ε_t 'yi beyaz gürültü olarak varsaymaktadır ve $E(\varepsilon_t) = 0$ ve $E(\varepsilon_t, \varepsilon_t') = \Sigma$ şeklindedir. Burada Σ pozitif tanımlıdır. G 'yi Cholesky ayrıştırmasının aşağı üçgen matris olarak tanımlarsak $G'G = \Sigma^{-1}$ ki $E(\eta_t \eta_t') = I$ ve $\eta_t = G\varepsilon_t'$ şeklindedir. Eğer sistem durağan ise, bu durumda $\phi(L) = \Theta(L)^{-1}$ ve $\psi(L) = \phi(L)G^{-1}$ şeklindedir. MA gösterimi ise;

$$z_t = \phi(L)\varepsilon_t = \begin{pmatrix} \phi_{11}(L) & \phi_{12}(L) \\ \phi_{21}(L) & \phi_{22}(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \psi_{11}(L) & \psi_{12}(L) \\ \psi_{21}(L) & \psi_{22}(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{pmatrix} \quad (11)$$

Bunu x_t 'nin spektral yoğunluğunun gösterimi için kullanabiliriz;

$$f_x(\omega) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \left| \psi_{11}(e^{-i\omega}) \right|^2 + \left| \psi_{12}(e^{-i\omega}) \right|^2 \right\} \quad (12)$$

Breitung ve Candelon (2006) $M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ 'nın nedensellik etkisini $\left| \psi_{12}(e^{-i\omega}) \right|^2 = 0$ için keşfetmektedir. Sıfır hipotezi VAR katsayılarındaki doğrusal

kısıtlamalara eşittir. $\psi(L) = \Theta(L)^{-1}G^{-1}$ ve $\psi_{12}(L) = -\frac{g^{22}\Theta_{12}(L)}{|\Theta(L)|} G^{-1}$ 'nin düşük

diagonal elemanı olarak g^{22} ve $\Theta(L)$ 'nin belirleyicisi olarak $|\Theta(L)|$ $y\omega$ frekansında x 'in nedenseli değildir.

$$\left| \Theta_{12}(e^{-i\omega}) \right| = \left| \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) - \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \sin(k\omega) i \right| = 0 \quad (13)$$

$\theta_{12,k}$ ile Θ_k 'nin (1,2) elemanını göstermektedir. Bunun için $\left| \Theta_{12}(e^{-i\omega}) \right| = 0$ için,

$$\sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) = 0$$

$$\sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \sin(k\omega) = 0$$
(14)

Breitung ve Condelon (2006) doğrusal kısıtlamalar ve $\alpha_j = \theta_{11,j}$ ve $\beta_j = \theta_{12,j}$ 'yi denklem (14)'e uygulamıştır. Sonrasında x_t için VAR denklemi aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$x_t = \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_{1t}$$
(15)

ve sıfır hipotezi $M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ $\beta = [\beta_1, \dots, \beta_p]'$ ile doğrusal kısıtlamaya eşit olacaktır.

$$H_0 = R(\omega)\beta = 0$$
(16)

ve

$$R(\omega) = \begin{pmatrix} \cos(\omega) & \cos(2\omega) & \dots & \cos(p\omega) \\ \sin(\omega) & \sin(2\omega) & \dots & \sin(p\omega) \end{pmatrix}$$
(17)

$\omega \in (0, \pi)$ için nedensellik ölçüsü geleneksel F testi ile test edilebilmektedir. Test prosedürü (2, T-2p) serbestlik derecesi ile F dağılımına sahiptir (Bayat vd, 2013:79-81).

4.3. Analiz Sonuçları

Çalışmada, vergi gelirleri ile kalkınma arasındaki ilişkinin test edilebilmesi için ilk olarak iktisat literatüründe sıkça karşılaşılan Ng-Perron birim kök testleri yapılmıştır.

Tablo 2. Ng-Perron Birim Kök Testi Sonuçları

	Değişkenler	MZa	MZt	MSB	MPT
Düzye	LKBDG	1.67051	1.56425	0.93639	69.7656
1.Fark	LKBDG	-17.8428*	-2.98009*	0.16702*	1.39778*
Düzye	LVG	1.62840	1.46970	0.90254	64.8291
1.Fark	LVG	-18.3009*	-3.02415*	0.16525*	1.34169*
Düzye	LDSVG	0.85583	0.54262	0.63403	31.2114
1.Fark	LDSVG	-5.8810***	-1.6890***	0.28720	4.24490***
Düzye	LDVG	1.29830	1.08970	0.83933	53.8158
1.Fark	LDVG	-18.4545*	-3.03222*	0.16431*	1.34714*

Not: *, ** ve *** değerleri sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyelerinde anlamlılığını göstermektedir. Ng-Perron birim kök testi gecikme uzunluğu Akaike Bilgi kriteri

(AIC) kullanılarak $T^{1/3}=3$ olarak belirlenmiştir. Birim Kök testlerine ait kritik değerler Ng ve Peron (2001) Tablo 1'den alınmıştır.

Ng-Perron birim kök testi sonuçlarına göre, yapılan tüm testlerde değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadıkları; birinci farkları alındığında [I(1)] MSB testinde LDSVG değişkeni dışındaki bütün değişkenlerin tamamının tüm testler için durağan hale geldikleri görülmektedir.

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerinin analizi için Hacker ve Hatemi ile Breitung ve Candelon frekans alanı nedensellik testi uygulanmıştır.

Tablo 3. Hacker ve Hatemi-J Nedensellik Testi Sonuçları (2006)

	Test İstatistiği	Kritik Değerler		
		%1	%5	%10
LKBDG \neq LVG	0.675	7.565	4.299	2.937
LVG \neq LKBDG	3.019	8.033	4.465	3.034
LKBDG \neq LDSVG	0.834	7.751	4.267	2.906
LDSVG \neq LKBDG	0.632	8.171	4.228	2.956
LKBDG \neq LDVG	0.014	7.353	4.249	2.940
LDVG \neq LKBDG	7.730**	8.243	4.430	3.032

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde birinci değişkenden, ikincisine doğru bir nedensellik ilişkisinin varlığını göstermektedir. Kritik değerler, bootstrap kullanılarak 10000 yinleme ile elde edilmiştir.

Hacker ve Hatemi-J nedensellik testi sonuçlarına göre, dolaylı vergilerin kişi başına düşen reel milli gelirin nedeni olmadığı temel hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Başka bir deyişle, dolaylı vergilerden kalkınmaya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Diğer değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerine bakıldığında ise, test istatistik değeri kritik değerlerden küçük olduğu için temel hipotez reddedilmemekte olup, nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Bu aşamaya kadar yapılan nedensellik testleri, çalışmada ele alınan dönemi bir bütün olarak değerlendirilmekte ve neredeyse tüm ekonomilerde görülmesi muhtemel olan konjonktürel dalgalanmaları göz ardı etmektedir. Bu nedenle, Breitung ve Candelon tarafından geliştirilen frekans alanı nedensellik testi uygulanmıştır.

Tablo 4. Breitung ve Candelon Frekans Alanı Nedensellik Test Sonuçları (2006)

ω_i	Uzun dönem		Orta Dönem		Kısa Dönem	
	0.01	0.05	1.00	1.50	2.0	2.50
LKBDG \nRightarrow LVG	0.976	0.981	0.803	0.172	0.222	0.282
LVG \nRightarrow LKBDG	0.954	0.940	2.836*	0.024	4.209*	0.067
LKBDG \nRightarrow LDSVG	1.343	1.337	1.130	0.455	2.141	0.210
LDSVG \nRightarrow LKBDG	1.523	1.519	2.274	0.779	6.272*	0.168
LKBDG \nRightarrow LDVG	2.879*	2.879*	0.208	0.852	0.454	0.201
LDVG \nRightarrow LKBDG	0.715	0.713	1.292	1.212	1.199	0.086

Not: (2, T-2p) serbestlik derecesi ile F tablo değeri yaklaşık %10 önem düzeyinde 2.45'tir. 0 ve π $\omega \in (0, \pi)$ arasında yer alan her frekans alanı (ω_i) için.

Frekans nedensellik testi sonuçlarına göre, toplam vergi gelirlerinin kişi başına düşen reel milli gelirin nedeni olmadığı temel hipotezi reddedilmektedir. Başka bir ifadeyle, toplam vergi gelirlerinden kalkınmaya doğru tek yönlü orta ve kısa dönemde nedensellik vardır. Dolaysız vergi gelirlerinin kişi başına düşen reel milli gelirin nedeni olmadığı temel hipotezi reddedilmekte olup, dolaysız vergi gelirlerinden kalkınmaya doğru tek yönlü kısa dönemde nedensellik tespit edilmiştir. Kişi başına düşen reel milli gelirin dolaylı vergi gelirlerinin nedeni olmadığı temel hipotezi reddedilmektedir. Dolaysız vergi gelirlerinden kalkınmaya doğru tek yönlü uzun dönemde nedensellik ilişkisi mevcuttur.

5. Sonuç

Çalışmada, Türkiye’ye ait 1975-2013 dönemine ait yıllık verileri kullanılarak vergi gelirlerinin kalkınmaya olan etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma, farklı nedensellik testleri ile analiz edilmiştir. Söz konusu testleri yapmadan önce, serilerin birim kök içerip içermediklerinin analizi sınanmıştır. Bu sınıma, Ng-Perron birim kök testleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Birim kök testi sonuçlarına göre, ele alınan değişkenler düzey değerlerinde birim kök içerdiğinden, birinci farkları alınarak birim kök sorunundan kurtarılmıştır.

Gelişmiş testlerden biri olan Hacker ve Hatemi nedensellik testi uygulanmış; dolaylı vergi gelirlerinden kalkınmaya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Son olarak, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerini dönemlere ayırarak araştıran Breitung ve Candelon frekans alanı nedensellik testi gerçekleştirilmiş; toplam vergi gelirlerinden kalkınmaya kısa ve orta dönemde, dolaysız vergi gelirlerinden kalkınmaya kısa dönemde ve kalkınmadan dolaylı vergi gelirlerine uzun dönemde tek yönlü ilişkiler görülmüştür. Bu sonuçlar, literatürdeki Anastassiou ve Dritsaki (2005); Mucuk ve Alptekin (2008); Cural ve Çevik (2015); Göçer vd.

(2010)'nin çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçların, yazın taramasındaki çalışmalarla farklılık göstermesine, çalışmada kullanılan dönemin ve değişkenlerin farklı olması, farklı ekonometrik testlerin ya da modellerin kullanılması, modelde farklı değişken kullanımı gibi nedenlerin yol açtığı söylenebilir.

Literatürdeki uygulamalı çalışmalara bakıldığında, vergi oranlarındaki artış ile büyüme arasında ters yönlü, kalkınma ile dolaysız vergi gelirleri arasında pozitif, dolaylı vergi gelirleri arasında ise ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu sonuçlar, vergi politikası açısından önem arz etmektedir. Nitekim, vergi gelirlerinin artırılması için vergi artışlarının daha çok dolaylı vergiler üzerinden yapılması, vergilerin büyüme frenleyici etkisini önemli boyutta azaltacaktır.

Özetle, Türkiye'de kısa dönemde dolaysız vergilerin kalkınma süreci üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu ve ilerleyen süreçlerde (orta ve uzun dönemde) bu etkinin ortadan kalktığı görülmektedir. Uzun dönemde kişi başına düşen gelir ile dolaylı vergi gelirleri arasında ilişkinin bulunması ise, kalkınma sürecinin dolaylı vergilerin daha ağırlıklı olduğu bir vergi yapısına şekil verdiğini göstermektedir. Kalkınmanın bir süreç olduğu gerçeğinden yola çıkarak dolaylı vergilerin önem arz ettiğini belirtmek mümkündür. Son zamanlarda uygulanan vergi politikasının yukarıda belirtilen sonuçlara benzer bulgular verdiği görülmektedir. Ayrıca, dolaysız vergi oranlarının düşürülmesi, vergilendirmenin uzun dönem kalkınma üzerindeki olumsuz etkisini kısmen azaltması beklenmelidir.

6. Referanslar

- Abdiyeva, R. ve Baygonuşova, D. (2016). Geçiş Ekonomilerinde Vergi Gelirleri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Kırgızistan Örneği. *Akademik Bakış Dergisi*, (53), 59-71.
- Altıntaş, H. ve Koçbulut, Ö. (2014). Türkiye'de Elektrik Tüketiminin Dinamikleri ve Ekonomik Büyüme: Sınır Testi ve Nedensellik Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (43), 37-65.
- Anastassiou, T. ve Dritsaki, C. (2005). Tax Revenues and Economic Growth: An Empirical Investigation for Greece Using Causality Analysis. *Journal of Social Sciences*, 1 (2), 99-104.
- Bayat, T., Şahbaz, A. ve Akçacı, T. (2013). Petrol Fiyatlarının Dış Ticaret Açığı Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (42), 67-90.
- Bayat, T., Özcan, B. ve Taş, Ş. (2015). Türkiye'de Döviz Kuru Geçiş Etkisinin Asimetrik Nedensellik Testleri ile Analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10(2), 7-30.
- Breitung, J. ve Candelon, B. (2006). Testing for Short and Lon Run Causality: A Frequency-Domain Approach. *Journal of Econometrics*, 132(2), 363-378.
- Chelliah, R. J. (1986). Changes in Tax Revenue Structure: A Case Study of India. *Changes Tax Revenue Structure, Proceeding of the 42nd Congress of the International Institute of Public Finance*, Athens, pp.153-165.
- Cural M. ve Çevik, N. K. (2015). Ekonomik Kalkınmanın Vergi Yapısı Üzerindeki Etkisi: 1924-2013 Dönemi Türkiye Örneği. *Amme İdaresi Dergisi*, 48(3), 127-158.

- Değer, M. K. ve Pata, U. K. (2017). Türkiye’de Dış Ticaret ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişkilerin Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Testleriyle Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 18(1), 31-44.
- Demircan, E. S. (2003). Vergilendirmenin Ekonomik Büyüme ve Kalkınmaya Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (21), 97-116.
- Derya, H. (2015). Almanya ve Japonya’nın Sanayileşme Sürecinde Korumacı Politikaların Önemi. *Akademik Bakış Dergisi*, (48), 97-117.
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio statistics For Autoregressive Time Series with A Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Dolado, J.J. ve Lutkepohl, H. (1996). Making Wald Test Work for Cointegrated VAR Systems. *Econometric Theory*, 15(4) , 369-386.
- Durkaya, M. ve Ceylan, S. (2006). Vergi Gelirleri ve Ekonomik Büyüme. *Maliye Dergisi*, (150), 79-89.
- Dünya Bankası. Erişim Adresi <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>
- Erdoğan, E. (2012). *Vergi Gelirleri ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği (1998-2011 Dönemi)*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Muğla.
- Feyzullah, M. (2013). *Kamu Harcamaları ve Vergi Gelirleri Arasındaki İlişki: 1980 Sonrası Türkiye Örneği*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Konya.
- Göçer, İ., Mercan, M., Bulut, Ş., ve Dam, M. M. (2010). Ekonomik Büyüme İle Vergi Gelirleri Arasındaki İlişki: Sınır Testi Yaklaşımı. *Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, (28), 97-110.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations By Econometric Models And Cross-Spectral Methods. *Econometrica*, 37(1), pp. 424-438.
- Hacker, R. S. ve Hatemi-J, A. (2006). Tests for Causality Between Integrated Variables Using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application. *Applied Economics*, 38(13), 1489-1500.
- Hepsağ, A. (2009). Finansal Liberalizasyon Politikalarının Geçerliliğinin McKinnon Tamamlayıcılık Hipotezi Çerçevesinde Sınanması: Türkiye Örneği. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 3(1), 63-80.
- Kalkınma Bakanlığı. Kamu Finansmanı. Erişim Adresi <http://www.kalkinma.gov.tr/Pages/EkonomikSosyalGostergeler.aspx>
- Katz, C. J., Mahler, V. A. & Franz, M. G. (1983). The Impact Of Taxes On Growth And Distribution In Developed Capitalist Countries: A Cross-National Study. *American Political Science Review*, 77(4), 871-886.
- Kibritçioğlu, A. (1998). İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri. *AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 53(1-4), 207-230.
- Kutlar, A. ve Doğanoglu, F. (2007). *Kalkınma Sorunu*. Ankara: Orion Yayınevi.
- Kwiatkowski, D. Phillips, P. C. B., Schmidt, P. ve Shin, Y. (1992). Testing The Null Hypothesis of Stationarity Against The Alternative of A Unit Root. *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Lee, Y. ve Gordon, R. H. (2005). Tax Structure and Economic Growth. *Journal of Public Economics*, 89(5-6), 1027-1043.
- Leibfritz, W., Thornton, J. ve Bibbee, A. (1997). *Taxation and Economic Performance*. OECD Economics Department Working Papers, No. 176

- Macek, R. (2014). The Impact of Taxation on Economic Growth: Case Study of OECD Countries. *Review Of Economic Perspectives – Národohospodárský Obzor*, 14(4), 309–328.
- Mangır, F. ve Ertuğrul, H. M. (2012). Vergi Yükü ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: 1988-2011 Türkiye örneği. *Maliye Dergisi*, (162), 256-265.
- Mendoza, E., Milesi-Ferretti, G. M. ve Asea, P. (1997). On the Effectiveness of Tax Policy in Altering Long-Run Growth: Harberger's Superneutrality Conjecture. *Journal of Public Economics* 66, 99-126
- Mucuk, M. ve Alptekin, V. (2008). Türkiye'de Vergi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: VAR Analizi (1975 - 2006). *Maliye Dergisi*, (155), 159-174.
- Ng, S. ve Perron, P. (2001). Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power. *Econometrica*, (69), 1529–1554.
- Paksoy, S. ve Bakan, S. (2010). Türkiye'de Uygulanan Vergi Politikaları ve Ekonomik Büyüme Üzerine Etkileri: (1980 Sonrası). *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(32), 150-170.
- Phillips, P.C.B. ve Perron, P. (1988). Testing for A Unit Root in time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Saqib, S., Ali, T., Riaz, M. F., Anwar, S. ve Aslam, A. (2014). Taxation Effects on Economic Activity in Pakistan. *Journal of Finance and Economics*, 2(6), 215-219.
- Sevüktekin, M. ve Çınar, M. (2014). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi*, Bursa: Dora Yayıncılık.
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Taş, S., Ağır, H. ve İğde, G. (2016). İhracat ve Ekonomik Büyümenin Nedensellik Analizi: Türkiye Örneği. *EconWorld2016*, Barcelona, Spain.
- Temiz, D. (2008). Türkiye'de Vergi Gelirleri Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi 1960-2006 Dönemi. 2. *Ulusal İktisat Kongresi, DEÜ İzmir İktisat Kongresi*, İzmir.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions With Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66(2), 225-250.
- Todaro, M. P. ve Smith, S. C. (2012). *Economic Development*, 11. Edition, USA: Addison-Wesley.
- Tosun, S. ve Abizadeh, S. (2005). Economic Growth and Tax Components: An Analysis of Tax Changes in OECD. *Applied Economics*, 37, 2251–2263.
- Turan, T. (2008). Maliye Politikası Araçlarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri: Bir Literatür İncelemesi. *Sayıştay Dergisi*, (69), 17-35.
- William, E. ve Rebelo, S. (1993). Fiscal Policy and Economic Growth: An Empirical Investigation. *Journal of Monetary Economics*, 32(3), 417-45.
- Yılancı, Veli (2015). *Zaman Serileri Analizi*. Sakarya Ekonometri Seminerleri Ders Notları, Sakarya.
- Yıldırım, S., Ertuğrul, H. M. ve Soyaş, U. (2015). Türkiye'de Aylık İstihdam Serisinin Durağanlığı: Geleneksel, Yapısal Kırılmalı ve Mevsimsel Birim Kök Test Uygulamaları. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(4), 91-102.
- Yılmaz, G. S. (2012). Türkiye'de Dolaylı Vergilerin Politik Ekonomisi:1950-2011 Dönemi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı, Aydın.

Fractional Supersymmetric iso(1,1)

Kesirsel Süpersimetrik iso(1,1)

Yasemen UÇAN⁽¹⁾, Reşat KÖŞKER⁽²⁾, Özge HIDIRLAR⁽³⁾

ABSTRACT: In this study, fractional supersymmetric iso(1,1) based on the permutation groups S_3 , is obtained in the Hopf algebra formulation. This algebra is denoted by $U_3^2(\text{iso}(1,1))$.

Key words: Poincaré, Fractional supersymmetric, Superalgebra, Semidirect product.

Jel Classifications: C02, C60, C10

ÖZ: Bu çalışmada, S_3 permütasyon grupları üzerine kurulmuş kesirsel süpersimetrik iso(1,1) cebri, Hopf cebri formülasyonunda elde edilmiştir. Bu cebir $U_3^2(\text{iso}(1,1))$ ile gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poincaré, Kesirsel süpersimetrik, Süpercebir, Yaridirekt çarpım.

1. Introduction

Lie algebras, Lie groups and their representations are very important in mathematical physics and engineering literature (Wang, Han, Yu, Zheng, 2012; Vilenkin, Klimyk, 1991; De Witt, 1992; Kostant, 1997). In these studies, we can see the applications of the symmetries. Supersymmetry has been a popular work area for nearly 27 years. The supersymmetries are associated with Z_2 -graded algebra (or S_2 -graded algebra) where θ is a grassmann number which satisfies $\theta = \bar{\theta}$, $\theta^2 = 0$ (De Witt, 1992; Kostant, 1997). Fractional supersymmetric algebras are generalized form of supersymmetric Lie algebras. Fractional supersymmetric algebras are associated with Z_n -graded algebra (or S_n -graded algebra) where $\theta = \bar{\theta}$, $\theta^n = 0$, $n = 3, 4, \dots$. There are lots of generalizations of fractional supersymmetric algebras (Rausch deTraubenberg, Slupinski, 1997; Kerner, 1992; Ahmedov, Dayi, 1999; Ahn, Bernard, Leclair, 1990; Ahmedov, Dayi, 2000; Ahmedov, Dayi, 1999; Ahmedov, Yildiz, Ucan, 2001).

In this study, using the method of Ahmedov, Yildiz and Ucan, 2001, we obtain fractional supersymmetric iso(1,1) algebra. For this purpose, after the overview of fractional supersymmetric algebra in section-2, we give fractional supersymmetric iso(1,1) algebra denoted by $U_3^2(\text{iso}(1,1))$ in section-3.

2. On Fractional Superalgebras

⁽¹⁾ Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Mathematical Engineering, İstanbul, Turkey; ucan@yildiz.edu.tr

⁽²⁾ Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Mathematical Engineering, İstanbul, Turkey; kosker@yildiz.edu.tr

⁽³⁾ Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Mathematical Engineering, İstanbul, Turkey; ozgehirdilar@gmail.com

Let $U(\mathfrak{g})$ be the universal enveloping algebra of a Lie algebra \mathfrak{g} generated by X_j , $j=1,2,\dots,\dim(\mathfrak{g})$ with

$$[X_i, X_j] = \sum_{k=1}^{\dim(\mathfrak{g})} c_{ij}^k X_k \quad (1)$$

where c_{ij}^k are the structure constants of the Lie algebra \mathfrak{g} . The Hopf algebra structure of $U(\mathfrak{g})$ is given by the co-multiplication $\Delta: U(\mathfrak{g}) \rightarrow U(\mathfrak{g}) \otimes U(\mathfrak{g})$, co-unit $\varepsilon: U(\mathfrak{g}) \rightarrow \mathbb{C}$ and antipode $S: U(\mathfrak{g}) \rightarrow U(\mathfrak{g})$

$$\Delta(X_j) = X_j \otimes 1 + 1 \otimes X_j, \quad \varepsilon(X_j) = 0, \quad S(X_j) = -X_j \quad (2)$$

We can extend the Hopf algebra $U(\mathfrak{g})$ by adding elements Q_α , $\alpha = 1, \dots, N$ and K with relations

$$\{Q_\alpha Q_\beta, Q_\gamma\} = b_{\alpha\beta\gamma}^j X_j \quad (3)$$

$$[Q_\alpha, X_j] = a_{\alpha\beta}^j Q_\beta \quad (4)$$

and

$$KQ_\alpha = qQ_\alpha K, \quad q^3 = 1, \quad K^3 = 1. \quad (5)$$

where

$$\{Q_\alpha, Q_\beta, Q_\gamma\} = Q_\alpha \{Q_\beta, Q_\gamma\} + Q_\beta \{Q_\alpha, Q_\gamma\} + Q_\gamma \{Q_\alpha, Q_\beta\} \quad (6)$$

is the S_3 invariant form. This algebra, which we denote by $U_3^N(\mathfrak{g})$, can also be equipped with a Hopf algebra structure by defining

$$\Delta(Q_\alpha) = Q_\alpha \otimes 1 + K \otimes Q_\alpha, \quad \Delta(K) = K \otimes K \quad (7)$$

$$\varepsilon(Q_j) = 0, \quad \varepsilon(K) = 1 \quad (8)$$

$$S(Q_j) = -K^2 Q_j, \quad S(K) = K^2 \quad (9)$$

For structure constants $b_{\alpha\beta\gamma}^j$ and $a_{\alpha\beta}^j$, we have to derive identities involving the commutator and S_3 invariant form.

$$[A, [B, C]] + [C, [A, B]] + [B, [C, A]] = 0 \quad (10)$$

$$[A, \{B, C, D\}] + \{[B, A], C, D\} + \{B, [C, A], D\} + \{B, C, [D, A]\} = 0 \quad (11)$$

and

$$[A, \{B, C, D\}] + [B, \{A, C, D\}] + [C, \{B, A, D\}] + [D, \{B, C, A\}] = 0 \quad (12)$$

The relation (10) is the usual Jacobi identity. Inserting

$$A = X_i, \quad B = X_j, \quad C = Q_\alpha \quad (13)$$

into (10) and using (4) and (1) we get

$$\sum_{\sigma=1}^N (a_{\alpha\sigma}^i a_{\sigma\beta}^j - a_{\alpha\sigma}^j a_{\sigma\beta}^i) = \sum_{k=1}^{\dim(\mathfrak{g})} c_{ij}^k a_{\alpha\beta}^k \quad (14)$$

It is obtained the following relations from (11-12) and restrictions on the structure constants as given in Ahmedov, Yildiz, Ucan, 2001.

$$\sum_{\sigma=1}^N \left(a_{\alpha\sigma}^k b_{\sigma\beta\gamma}^i + a_{\beta\sigma}^k b_{\sigma\alpha\gamma}^i + a_{\gamma\sigma}^k b_{\sigma\beta\alpha}^i \right) = \sum_{j=1}^{\dim(g)} c_{jk}^i b_{\alpha\beta\gamma}^j \quad (15)$$

$$\sum_{k=1}^{\dim(g)} \left(b_{\alpha\beta\gamma}^k a_{\sigma\tau}^k + b_{\sigma\alpha\beta}^k a_{\gamma\tau}^k + b_{\gamma\sigma\alpha}^k a_{\beta\tau}^k + b_{\beta\gamma\sigma}^k a_{\alpha\tau}^k \right) = 0 \quad (16)$$

3. Fractional Supersymmetric iso(1,1)

ISO(1,1) group is given as $ISO(1,1) = SO(1,1) \rtimes T^2$ where $SO(1,1)$ group is matrix group of transforms preserving invariant of $x_1^2 - x_2^2 = 1$ quadratic form and T^2 is translation group in \mathbb{R}^2 space (Vilenkin, Klimyk, 1991).

iso(1,1) algebra of commutation relations are given as follows;

$$[P_+, H] = P_+, \quad [P_-, H] = -P_-, \quad [P_+, P_-] = 0 \quad (17)$$

We use X_1, X_2 and X_3 representations instead of P_+, P_- and H respectively.

From the commutation relations, we have

$$[X_1, X_2] = 0 \quad [X_1, X_3] = X_1 \quad [X_2, X_3] = -X_2 \quad (18)$$

For the algebra iso(1,1), we have the following structure constants

$$C_{13}^1 = 1, \quad C_{23}^2 = -1 \quad (19)$$

Here we consider $N = 2$ fractional super generalization of iso(1,1) at $n = 3$ (that is $q^3 = 1$)

From the relation (14) we have

$$a^1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad a^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad a^3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

The condition (15) and (16) imply

$$b_{111}^1 = 3b_{112}^1 = 3b_{112}^2 = -b_{111}^2$$

$$b_{222}^1 = 3b_{122}^1 = -3b_{122}^2 = b_{222}^2$$

$$b_{112}^1 = -b_{122}^1$$

$$b_{112}^2 = b_{122}^2$$

with all other structure coefficients $b_{\alpha\beta\gamma}^j$ being zero. Choosing that

$b_{111}^1 = 1$ we get the fractional super algebra given by

$$[Q_1, X_1] = 0 \quad [Q_2, X_1] = 0 \quad [Q_1, X_3] = Q_2$$

$$[Q_1, X_2] = 0 \quad [Q_2, X_2] = 0 \quad [Q_2, X_3] = Q_1$$

$$\{Q_1, Q_1, Q_1\} = X_1 - X_2 \quad \{Q_1, Q_1, Q_2\} = \frac{1}{3}X_1 + \frac{1}{3}X_2$$

$$\{Q_2, Q_2, Q_2\} = -X_1 - X_2 \quad \{Q_1, Q_2, Q_2\} = -\frac{1}{3}X_1 + \frac{1}{3}X_2$$

4. Conclusion

Two dimensional Fractional Supersymmetric $iso(1,1)$ algebra is obtained by using the method in Ahmedov, Yildiz and Ucan, 2001. It can be seen that the results obtained here are consistent with the results of Raush deTraubenberg, 2004 and Goze, Raush deTraubenberg and Tanasa, 2007.

5. References

- Ahmedov H and Dayi Ö. F. (1999)...Two dimensional fractional supersymmetry from the quantum Poincare group at roots of unity, *J.Phys.A*, V.32, 6247-625.
- Ahmedov H and Dayi Ö. F. (2000)..Non-abeian fractional supersymmetry in two dimensions,*Mod.Phys.Lett.A*, V.15, No.29 ,1801-18111.
- Ahmedov, H. and Dayi, Ö. F. (1999). $SL_q(2, \mathbb{R})$ at roots of unity. *J. Phys. A: Math. Gen.* 32 1895-1907.
- Ahmedov, H., Yildiz, A. and Ucan, Y. (2001). Fractional Super Lie Algebras and Groups, *J. Phys. A: Math. Gen.* 34 6413-6423.
- Ahn C, Bernard D. and Leclair A. (1990). Fractional supersymmetries in perturbed coset CFT.s and intrgrable soliton theory, *Nucl.Phys.B*, 409.
- De Witt B. (1992) *Supermanifolds(Cambridge Monographs on Mathematical Physics)*, 428. Cambridge University Press; 2th Edition, Cambridge.
- Goze M., Raush deTraubenberg M. and Tanasa A. J. (2007), Poincaré and $sl(2)$ algebras of order 3, *Math. Phys.*, 48, 093507.
- Kerner R. (1992), Z_3 -graded algebras and the cubic root of the supersymmetry translations, *J. Math. Phys.* 33,403.
- Kostant B. (1997). *Graded manifolds, graded Lie theory and prequantization Lecture Notes in Mathematics*,177. Springer, Berlin.
- Raush de Traubenberg M. (2004) Four Dimensional Cubic Supersymmetry, *Proceedings of institute of Mathematics of NAS of Ukraine*, 50 part 2, 578-585.
- Rausch de Traubenberg M. and Slupinski M. J.(1997) Fractional supersymmetry and groups,*Mod. Phys. Lett.A*, 39, 3051.
- Rausch de Traubenberg M. and Slupinski M. J.(2000), Fractional supersymmetry and Fth-roots of representations,*J. Math. Phys.*, 41, 4556.
- Vilenkin N. Ya. and Klimyk A. U. (1991). *Representations of Lie Groups and Special Functions*, Kluwer, Academic, Dordrecht.
- Wang X., Han D., Yu C. And Zheng Z. (2012). The geometric structure of unit dual quaternion with application in kinematic control. *J. Math. Anal. Appl.* 389 1352–1364.

Belirsizlik Altında Çevre Bilinçli Tedarikçi Seçimi Probleminin İncelenmesi

Investigating Environmentally Conscious Supplier Selection Problem under Uncertainty

Vildan ÖZKIR⁽¹⁾

ÖZ: Sürdürülebilir tedarik zincirleri, toplumun güncel gereksinimlerini gelecek nesillerin kaynaklarını tehlikeye atmadan ulaşılabilir kılmayı hedeflemektedir. Kalkınmayı sürdürülebilir kılmmanın yolu, tedarik zincirinde akışı gerçekleşen tüm kaynaklara kapalı bir döngü içinde gerçekleşme yeteneği kazandırılmasını sağlamaktan geçmektedir. Burada öncelikli kaynaklar, kıt olan ve yaşamı sürdürülebilir kılan çevresel kaynaklardır. Çevre bilinçli sistemler kurmak suretiyle, tedarik zincirindeki müşteriler ve işletmeler bu kaynakların sürdürülebilirliği konusunda katkı sağlayabilmektedir. Bu çalışma, yeşil tedarik zincirinde tedarikçi seçimi gerçekleştiren bir firmanın değerlendirmesi gereken kriterler incelenmiş olup, otomotiv sektöründe üretim yapan bir firma için tedarikçi değerlendirmesi ve analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, sürdürülebilir tedarik zincirinde tedarikçi seçimi yaparken çevreci kriterlerin etki düzeyinin otomotiv sektöründe oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Bulanık Karar Verme, Çevreci Tedarikçi Seçimi, Sürdürülebilirlik, TOPSIS.

Abstract: The main concern of sustainable supply chains is to enable present generation to reach their needs and aspirations without compromising the ability of future generations to meet their needs. Closing the loop in a supply chain, including the resources in the forward and reverse flow, is a prerequisite for sustainable supply chains and sustainable development. Here, the primary resources are scarce resources, which have environmental and economic value. By constructing environmentally conscious systems, customers and firms in a supply chain can contribute to sustainable practice. This study investigates the evaluation criteria for environmentally conscious supplier selection problem. Supplier evaluation and analysis is carried out for a company engaged in production in the automotive industry. The results indicate that the environmental criteria have considerable effect on the final decision while evaluating the performance of green suppliers in the automotive sector.

Keywords: Fuzzy decision making, Environmentally conscious supplier selection, sustainability, TOPSIS.

JEL Classifications: C630

1. Giriş

Tedarik zinciri yönetimi; müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde malların doğru zamanda, doğru yerde, doğru miktarda bulunması ve toplam sistem maliyetinin düşürülmesi için tüm tedarik zinciri taraflarının -başta yan sanayi, üretim tesisi, depo, dağıtıcı ve satıcı olmak üzere - etkili entegrasyonu amaçlamaktadır. Son yıllarda rekabet

⁽¹⁾Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34349 İstanbul.
Geliş/Received: 19-04-2016, Kabul/Accepted: 18-12-2017

koşullarının güçleşmesi, küreselleşme, teknolojinin hızlı gelişimi, lojistik ağların karmaşıklığının artması ve ürün yaşam döngüsünün kısalması gibi gelişmeler işletmelerin tedarik zinciri stratejilerini yeniden gözden geçirmelerini gerektirmiştir (Beamon, 1999). Sürdürülebilir kalkınma kavramı ile öne çıkan insan ve çevre merkezli yaklaşımlar, tedarik zinciri tasarımını ve yönetimini büyük ölçüde etkilemiştir. Ekonomik kalkınmanın ancak sosyal ve çevresel kalkınma değerleri gözetilerek sürdürülebilir kılınabileceği düşüncesi tüm dünyada kabul görmüştür. Bu kapsamda, Avrupa Birliği (AB) başta olmak üzere, Amerika ve Japonya'da kanuni düzenlemeler ve yönetmelikler oluşturulmaktadır. Örneğin, AB, 2003 yılı itibarıyla, elektrikli ve elektronik ekipman üretiminde kullanılan tehlikeli maddelerin kullanımını kısıtlayan ROHS direktifi (2002/95/EC) ve bu ekipmanların/donanımların toplanmasını ve geri dönüştürülmesini öneren WEEE Direktifi (2002/96/EC) ile elektronik pazarı için sürdürülebilirliği teşvik etmektedir. Bu direktifler, ürünün yaşam çevrimi boyunca tasarımından kontrollü imhasına veya yeniden değerlendirilmesine yönelik olarak elektrikli ve elektronik ekipmanlardan doğan atıkları azaltmak; doğal kaynakların tüketimini azaltmak, oluşabilecek atık ve kirliliği azaltmak üzere önleyici çalışmalar yapmak ve üreticileri, satıcıları, distribütörleri ve geri dönüşüm tesislerini ürünlerinin çevresel etkileri ve bunların sonuçları konusunda bilinçlendirmeyi amaçlamaktadır.

Türkiye'nin Avrupa Birliği tam üyelik müzakerelerine 2005 yılı itibarıyla başlaması ile belirlenen 35 müktesebat başlığından biri de çevredir. Bu kapsamda, AB'nin çevre ile ilgili direktifleri hızla uyumlandırma çalışmaları yapılmaktadır. Devlet tarafından belirlenen sınırlamalar ve düzenlemelere uyum sağlamak için işletmeler büyük çaba sarf etmektedir. Ayrıca, rekabetçi pazar şartlarında, çevre duyarlılığını benimsemiş işletmeler müşterilerinin sadakatini kazanmaktadır.

Büyükoçkan ve Vardaloğlu (t.y.), temel nedeni ne olursa olsun, şirketlerin kendilerine ait bir çevresel strateji belirlemek ve yeşil tedarik zinciri uygulamalarına geçmek zorunda olduğunu belirtmiştir. Çevre bilincinin artmasıyla birlikte, müşteriler satın aldıkları ürün ve/veya servisi; düşük fiyat, yüksek kalite, kısa teslimat süresine ilaveten tüm bunları çevresel bir sorumluluk ile yapabilen tedarikçilerden sağlamayı tercih etmektedir. Noci (1997) şirketlerin etkili çevre yönetimi inşa etmeleri gerektiği ve müşteri ile tedarikçi arasındaki ilişkinin entegre olması gerektiği üzerinde durmuştur. Aslında karşılıklı işbirliği ilişkileri geliştikçe, şirketler tedarikçileri ile birlikte çevre bilinçli ürünlerin üretilmesinin olurlu olacağı düşüncesini savunmuş ve tüm gereklilikleri yaptıkları takdirde şirketlerin elde edecekleri kazanımları açıklamıştır. Avrupa Birliği düzenlemeleri kapsamındaki uygulamaları incelemek suretiyle, Nronom ve Osibanjo (2008) Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu kapsamında gelişmekte olan ülkelerde ömrünü tamamlamış elektronik ürünlerin yönetiminde karşılaşılan problemleri incelemiştir. Waite, Cox ve Tudor (2015) İngiltere'de atık toplama konusunda AB uygulamaları ve hedeflerine ulaşma derecelerinin analizini yapmış, hedeflere ulaşmak için toplama hizmetinde yapısal değişiklikler yapılmasını önermiştir. Çevre bilinçli uygulamalardan biri de, Pacheco-Blanco ve Bastante-Ceca (2016) tarafından çalışılan ve yakın zamanda önem kazanan sürdürülebilir tüketim içinde yeşil tedarik konusudur. Pacheco-Blanco ve Bastante-Ceca (2016) çalışmalarında, yüksek öğretim kurumlarının sürdürülebilir tüketime pratik ve teorik anlamda nasıl katkıda bulunabileceği araştırmıştır.

Bu çalışmanın temel hedefi, çevre bilinçli tedarik zinciri yönetimi aşamasında zincirin önemli bir bileşeni olan tedarikçilerin değerlendirilmesi için temel kriterleri özetle-

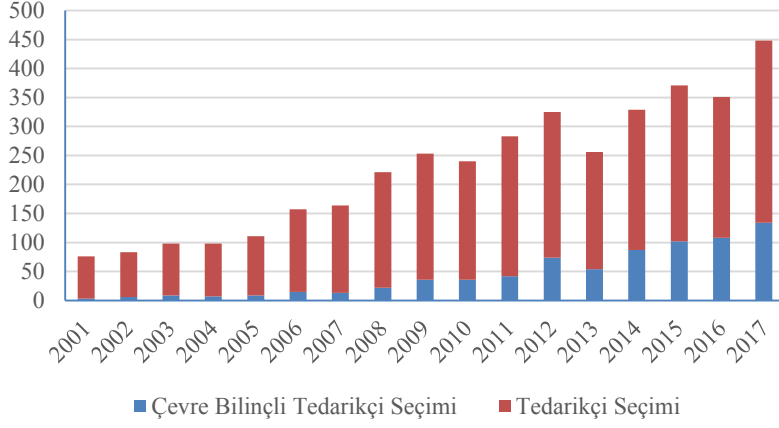
mek suretiyle, bir tedarikçi seçimi probleminde özellikle çevre bilincini ön plana çıkaran kriterlerin önemini ortaya koymak ve değerlendirme kararına nasıl katkıda bulunduğunu gerçek bir uygulama ile göstermektir. Çalışmanın ikinci bölümünde çevre bilinçli (yeşil) tedarikçi seçimi problemi incelenmekte ve ilgili literatür araştırması sunulmaktadır. Üçüncü bölümde, bu tip seçim problemlerinde alternatiflerin ekseriyetle sınırlı ve sayılabilir miktarda olması dolayısıyla, literatürde sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) tekniğinin metodolojisi açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde, otomotiv sektöründe üretim yapan bir firma için çevre bilinçli tedarikçi belirleme çalışması sunulmaktadır. Son olarak, çalışmanın sonuçları, değerlendirmeler ve yorumlar sunulmaktadır.

2. Çevre Bilinçli Tedarikçi Seçimi Problemi

İş dünyasındaki rekabet her geçen gün artmakta, müşteri öncelikleri değişmekte ve tedarik fonksiyonunun başarı göstergelerine yeni bileşenler eklenmektedir. Bu nedenle, tedarikçi seçimi problemi zorlaşmakta ve sistematik yaklaşımlara olan ihtiyaç artmaktadır. Bu noktada, birincil amaçlar olan ihtiyaç duyulan malzemenin doğru miktarda ve doğru zamanda planlanan yerde hazır bulunmasına ilaveten, genel kalite gereksinimleri, belirli teknik gereksinimler ve finansal dayanıklılıkları konusunda müşteri tatmini sağlayacak unsurları bulundurmaları gerekliliğidir.

Tedarikçi seçimi problemi, çok sayıda kriteri kapsayan ve genellikle alternatiflerin sayılabilir miktarda olduğu bir karar verme problemlerindedir. Literatürde klasik tedarikçi seçimi problemlerini inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Tedarikçi seçimi için literatürde kullanılan yöntemlerden bazıları şunlardır: Bayes Ağ Modeli (Hosseini ve Barker, 2016), PROMETHEE (Dulmin ve Mininno, 2003), Veri zarflama analizi (Braglia ve Petroni, 2000; Wu, 2009; Toloo ve Ertay, 2014; Karsak and Dursun, 2014; Dobos ve Vörösmarty, 2014), Analitik Hiyerarşi Prosesi (Akarte vd., 2001; Liu ve Hai, 2005; Chen vd., 2006; Veni vd., 2012), Analitik Ağ Prosesi (Lin vd., 2010; Gencer ve Gürpınar, 2007), Bulanık Kalite Fonksiyonu Açılımı (Dai ve Blackhurst, 2012), çok amaçlı programlama (Zhu, 2004). Detaylı ve geniş bir literatür araştırması için Wetzstein vd. (2016) tarafından 1995 ve 2015 yılları arasında yayınlanan 221 çalışmanın yer aldığı literatür araştırmasını incelenmelidir.

İşletmeler, çevre bilinçli tedarik zincirinden en yüksek yararı sağlamak için, buldukları zincirinin tüm üyelerini bu yeşil zincire entegre edebilmeli ve zinciri katılacak bileşenlerin çevre bilinçli iş yapma kabiliyetini değerlendirmelidir. Literatürde tedarikçi seçimi için yapılan çalışmaların sayısı ile kıyaslandığında, çevre bilinçli tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi konusundaki çalışmaların sayısı görece olarak azdır. Literatürde karar bilimi kapsamında yayınlanan dergilerde, tedarikçi seçimi ve çevre bilinçli (yeşil) tedarikçi seçimi anahtar kelimeleri ile aramalar gerçekleştirilerek Şekil 1'de verilen yayın sayıları bu durumu açık bir şekilde göstermektedir.



Şekil 1. 2001-2017 yılları arasında literatürde yayınlanan yayınlar

Yeşil tedarikçi seçerken dikkat edilmesi gereken etkenler; firmanın ihtiyaçlarını uygun fiyat, kalite ve hizmet düzeyi ile sürekli bir şekilde karşılarken, bunları çevreye duyarlı bir şekilde, çevre bilinçli uygulamaları gerçekleştirebilecek özelliklere ve isteğe sahip olmasıdır. Seçim sırasında her firma için öncelikler farklı olabilir. Bu nedenle seçim sırasında ortak kriterler kullanılarak objektif bir şekilde tedarikçi performansları değerlendirilmelidir. Noci (1997) yeşil tedarikçi seçimi için; şirketlerin yerine getirebileceği uygulanabilir yeşil stratejiler bulmanın, tedarikçiler tarafından çevre koruma performansının değerlendirilmesi için operasyon ölçüm metodu tanımlamanın, tedarikçi seçimi için en etkili yöntemi belirlemenin ve tedarikçilerin şirketin çevre koruma stratejilerini takip edebileceklerinden emin olma gerekliliğinin önemini vurgulamıştır. Yazar, yeşil ürün tedarikçileri seçim kriterlerini ve çevre performans indekslerini 4 başlık altında toplamıştır. Bunlar; tedarikçilerin güncel çevre etkinliği, tedarikçilerin yeşil kapasiteleri, tedarikçilerin yeşil imajı ve son olarak ekonomik yönden performans süreci değerlendirilmesidir. Handfield vd. (2002), Fortune 500 şirketlerinin tedarik zinciri yöneticileri ile yaptıkları çalışmada, üzerinde fikir birliğine varılan bir kriterler listesi oluşturmuştur. Humphreys vd. (2003), geleneksel tedarikçi seçimi proseslerinin sadece kalite, esneklik vb. kriterlere dikkat ettiğini; ancak, çevre baskısının artması ile birçok işletmenin tedarikçilerinin çevre performanslarını değerlendirmeye başladıklarını belirtmiştir. Kannan vd. (2013) en iyi çevre bilinçli tedarikçilerin bir sıralamasını bulmak ve değerlendirmek için, çevresel ve ekonomik kriterleri göz önünde bulundurarak, bulanık çok ölçütlü fayda teorisi ile çok amaçlı programlamanın birleştiği bütünlük bir yaklaşım sunmuştur. Sivakumar vd. (2015) AHP ve Taguchi kayıp fonksiyonu ile yeşil tedarikçi değerlendirmesi ve seçimi çalışması sunmuştur. Igarashi vd. (2015) tedarikçi seçimi probleminde çevre kriterlerinin eklenmesinin ve yeşil tedarikçi seçimi probleminin karmaşıklığının satın alma üzerindeki etkilerini incelemiştir. Banaeian vd. (2016) gıda tarımı endüstrisinde yeşil tedarikçi seçimi problemini incelemiş, belirsizlik altında karar verme metodlarından Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR ve GRA yöntemlerini kullanarak gerçek bir uygulamada tedarik zinciri performanslarını değerlendirmek için kullanmıştır. Rezaei vd. (2016) klasik ve çevresel kriterler ile bütünlük tedarikçi seçim yaşam döngüsü yaklaşımı sunmuştur. Rezaei vd. (2016) önerdikleri 3 aşamalı tedarikçi seçimi metodolojisini gıda zinciri için uygulamak suretiyle, metodoloji, karar ve yönetsel uygulamaların birbiri üzerindeki etkilerini tartışmıştır. Awashi ve Govindan (2016) yeşil tedarikçi

geliştirme programlarını değerlendirmek için bulanık nominal grup tekniği ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan VIKOR'u kullanmıştır. Dweiri vd. (2016) Pakistan'da otomotiv sektöründe yeşil tedarikçi seçimi problemini çözmek üzere, Analitik hiyerarşi prosesi yöntemini kullanmıştır. Literatürde, yeşil tedarikçi seçimi için kullanılan diğer yöntemler ise, DEMATEL (Hsu vd. 2013), bulanık kümeleme (Heidarzade vd. 2016), Bulanık c-means ve VIKOR (Akman, 2015), Sistem dinamiği (Orji ve Wei, 2015), DEA (Dobos ve Vörösmarty, 2014), Bulanık analitik ağ prosesi (Galankashi vd. 2015), Bulanık Aksiyomatik Tasarım (Kannan vd. 2015)'dir.

3. Bulanık Topsis Metodolojisi

Çok kriterli karar verme problemlerinde ilk adım alternatifler kümesinin ve alternatiflerin değerlendirileceği karar kriterleri kümesinin belirlenmesidir. Bu, kritik bir adım olmasına rağmen, formülasyonu standart bir modelleme prosedürü ile kolayca yapılamaz (Triantaphyllou, 2000). Çok kriterli karar verme problemleriyle ilgilenirken karşımıza çıkan diğer bir kritik adım ise, uygun verilerin tahmin edilmesidir. Sıklıkla, çok kriterli karar verme problemlerinde veriler net olarak elde edilememektedir. Bu durum, her bir karar kriterinin önemini ve alternatiflerin bu kriterlere göre performansını değerlendirmek için nitel değerlendirmeleri içeren uzman görüşünü ön plana çıkarmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri, bu nitel değerlendirmeleri elde edebilen ve işleyebilen prosedürler önermektedir.

Bulanık mantık, 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından önerilen belirsizliği açıklama kabiliyeti yüksek olan bir teoridir. Bulanık küme teorisi ile, her bir elemanı 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip süreklilik arz eden bir üyelik fonksiyonu ile tanımlanır. Teori, matematiksel optimizasyon, karar destek metotları gibi pek çok uygulamalı matematik alanında kullanılmaktadır. Üçgensel bir bulanık sayı, a^L , a^M ve a^U sayılarının oluşturduğu bir üçlü dizim $\tilde{a} = [a^L, a^M, a^U]$ şeklinde gösterilmekte ve Denklem (1)'de gösterilen üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{a}}$ ile ifade edilmektedir.

$$\mu_{\tilde{a}} = \begin{cases} 0 & x < a^L \\ \frac{x - a^L}{a^M - a^L} & a^L \leq x \leq a^M \\ \frac{a^U - x}{a^U - a^M} & a^M \leq x \leq a^U \\ 0 & x > a^U \end{cases} \quad (1)$$

Yüksek belirsizlik içeren karar çevrelerinde, karar vericiler karar vermekten veya kesin yargılarla hareket etmekten çekinir. Bu nedenle, bu belirsizliği karar analizi çalışmalarının içine dahil etmek amacıyla, karar vericinin değerlendirmeler ya da muhtemel sonuçlar ile ilgili kesin yargı oluşturmak yerine, çeşitli risk ifadeleri ile değerlendirme yapmasına izin verilir. Karar vericilerden alınan dilsel değerlendirmelerin bulanık ölçeklere dönüştürülmesi için literatürde çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu çalışmada nitel verilerin sayısallaştırılması için, Tablo 1'de verilen Wang ve Elhag (2006) tarafından önerilen bulanık dilsel değerlendirme ölçeği kullanılmıştır.

Adım 1: Alternatifler kümesinin ve karar kriterleri kümesinin belirlenmesi

Adım 2: Karar Vericilerden bireysel değerlendirmelerinin alınması

Alternatiflerin performanslarını değerlendirmek üzere, Wang ve Elhag (2006) tarafından önerilen değerlendirme ölçeği aşağıda verilmektedir.

Tablo 1. Bulanık Dilsel Değerlendirme Ölçeği (Wang ve Elhag, 2006)

Puanlama için Dilsel Terimler	Bulanık Performans Değerleri
Çok Zayıf	(0,0,0,1)
Zayıf	(0,0,1,0,3)
Biraz Zayıf	(0,1,0,3,0,5)
Orta	(0,3,0,5,0,7)
Biraz İyi	(0,5,0,7,0,9)
İyi	(0,7,0,9,1)
Çok İyi	(0,9,1,1)

Karar vericilerden bireysel değerlendirmelerinin alınması adımında, Tablo 2’de Saaty (1980)’nin 2 kutuplu 9 puanlı ikili karşılaştırma ölçeği kullanılmaktadır.

Tablo 2. Bulanık Dilsel Değerlendirme Ölçeği

Açıklama	Önem derecesi	Bulanık Değerleri
Çok Fazla Önemli	$\bar{9}$	(7,9,9)
Çok Önemli	$\bar{7}$	(5,7,9)
Önemli	$\bar{5}$	(3,5,7)
Az Önemli	$\bar{3}$	(1,3,5)
Eşit Önemli	$\bar{1}$	(1,1,1)

m alternatifli ve n ana kriterli hiyerarşik bir karar problemine sahip olduğumuzu düşünelim. İkili karşılaştırma ölçeği kullanarak tüm kriterlerin önem dereceleri bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak hesaplanır. Karar vericilerden alınan dilsel değerlendirmelere karşılık gelen bulanık değerler belirlenir.

Her bir ana kriter için, alt kriterlerinin ikili değerlendirildiği ve hedef için ana kriterlerin birbirleriyle değerlendirildiği ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Örneğin, ikili karşılaştırmalar matrisindeki her bir değerlendirme; bir i kriterinin bir j kriterinden ne kadar önemli olduğunu ifade eder. Bir karşılaştırma matrisinin tam tutarlı olabilmesi için, en büyük öz değerinin matris boyutuna eşit olması beklenir. Analitik hiyerarşi prosesi, ikili karşılaştırma matrisinin belirli bir miktar tutarsızlık içermesine izin verir. Bu nedenle tanımlanan rassal tutarlılık endeksine göre, tutarlılık oranı değerlendirilmektedir. Bu şekilde hesaplanan tutarlılık oranının %10’dan küçük olması durumunda, matrisin kabul edilebilir derecede tutarlı olduğu varsayılır. Detaylı bilgi ve açıklama için; Saaty ve Vargas (2012)’e başvurulmalıdır.

Adım 3: Kriter Ağırlıklarının hesaplanması

A matrisi ana kriterlerin kıyaslandığı ikili karşılaştırma matrisi olsun.

$$A = [\tilde{a}_{ij}]_{N \times N} = \begin{bmatrix} (a_{11}^L, a_{11}^M, a_{11}^U) & \dots & \dots & (a_{1n}^L, a_{1n}^M, a_{1n}^U) \\ (a_{21}^L, a_{21}^M, a_{21}^U) & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (a_{n1}^L, a_{n1}^M, a_{n1}^U) & \dots & \dots & (a_{nn}^L, a_{nn}^M, a_{nn}^U) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Öncelikle sütun normalizasyonu yapılarak, \tilde{r}_{ij} değerleri hesaplanır.

$$R = [\tilde{r}_{ij}]_{N \times N} = \left[\left(\frac{a_{ij}^L}{\sum_i a_{ij}^U}, \frac{a_{ij}^M}{\sum_i a_{ij}^M}, \frac{a_{ij}^U}{\sum_i a_{ij}^L} \right) \right] \quad (3)$$

Ardından satır ortalaması alınarak bulanık ağırlık vektörü elde edilir.

$$W = [\tilde{w}_i]_{1 \times N} = \left[\left(\frac{\sum_j \tilde{r}_{ij}^L}{N}, \frac{\sum_j \tilde{r}_{ij}^M}{N}, \frac{\sum_j \tilde{r}_{ij}^U}{N} \right) \right] \quad (4)$$

Tutarlılık analizi ardından, ağırlık değerleri hiyerarşik TOPSIS metodolojisi için hazır hale gelir.

Adım 4: Karar vericilerden alınan alternatif performans değerleri normalizasyonu k , bir j ana kriteri altında bulunan K adet alt kriteri ifade eden indis olsun.

$$P = [\tilde{p}_{ik}]_{m \times K} = \begin{bmatrix} (p_{11}^L, p_{11}^M, p_{11}^U) & \dots & \dots & (p_{1K}^L, p_{1K}^M, p_{1K}^U) \\ (p_{21}^L, p_{21}^M, p_{21}^U) & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (p_{m1}^L, p_{m1}^M, p_{m1}^U) & \dots & \dots & (p_{mK}^L, p_{mK}^M, p_{mK}^U) \end{bmatrix} \quad (5)$$

$B = [\tilde{b}_{ik}]_{m \times K}$ normalize edilmiş bulanık performans değerlendirme matrisi olsun. Fayda kriteri için normalizasyon

$$\tilde{b}_{ik} = \left(\frac{p_{ij}^L}{\max_i p_{ij}^U}, \frac{p_{ij}^M}{\max_i p_{ij}^U}, \frac{p_{ij}^U}{\max_i p_{ij}^L} \right) \quad (6)$$

maliyet kriteri için normalizasyon

$$\tilde{b}_{ik} = \left(\frac{p_{ij}^L}{\min_i p_{ij}^L}, \frac{p_{ij}^M}{\min_i p_{ij}^L}, \frac{p_{ij}^U}{\min_i p_{ij}^L} \right) \quad (7)$$

şeklinde yapılır.

Adım 5: Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi elde edilmesi
Normalize bulanık karar matrisi ile ağırlıkların çarpılması sonucunda, ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi elde edilir.

$$C = [\tilde{c}_{ik}]_{m \times K} = [\tilde{w}_i, \tilde{c}_{ik}]_{m \times K} \quad (8)$$

Adım 6: Bulanık ideal ve Bulanık negatif ideal çözümlerin belirlenmesi
 F fayda kriterlerinin oluşturduğu bir fayda kümesini ve M ise maliyet kriterlerinin oluşturduğu bir maliyet kümesini göstermek üzere, bulanık ideal çözüm A^* ve bulanık negatif ideal çözüm A^- şöyle hesaplanır:

$$A^* = \left\{ \left(\max_i \tilde{c}_{ik} \mid k \in F \right), \left(\min_i \tilde{c}_{ik} \mid k \in M \right), i = 1, 2, 3, \dots, m \right\} \quad (9)$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i \tilde{c}_{ik} \mid k \in F \right), \left(\max_i \tilde{c}_{ik} \mid k \in M \right), i = 1, 2, 3, \dots, m \right\} \quad (10)$$

Yukarıdaki iki alternatif de hayalidir. Bununla birlikte, fayda kriteri için karar vericinin alternatifler arasından maksimum değeri istediğinin kabul edilmesi mantıklı bir yaklaşımdır. Aynı şekilde, maliyet kriteri için karar vericinin alternatifler arasından minimum değeri istediği varsayılmaktadır.

Adım 7: Bulanık ideal ve Bulanık negatif ideal çözümlere uzaklıkların belirlenmesi
İki üçgensel bulanık sayı arasındaki mesafenin ölçümü için literatürde çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu çalışmada, Guo ve Zhao (2015) tarafından geliştirilen geometrik uzaklık metodu kullanılmıştır. Bu metoda göre, her i alternatifinin (d_i^* , d_i^-) pozitif ve negatif ideale olan uzaklığı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$d_i^* = \left\{ \sum_{j=1}^n \left\{ \left[\frac{(c_{ik}^L - c_{ik}^{*L})^2 + 2(c_{ik}^M - c_{ik}^{*M})^2 + (c_{ik}^U - c_{ik}^{*U})^2}{4} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^2 \right\}^{1/2} \quad (11)$$

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n \left\{ \left[\frac{(c_{ik}^L - c_{ik}^{-L})^2 + 2(c_{ik}^M - c_{ik}^{-M})^2 + (c_{ik}^U - c_{ik}^{-U})^2}{4} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^2 \right\}^{1/2} \quad (12)$$

Adım8: Bağlı Yakınlığın Hesaplanması

CC_i , yakınlık göstergesi, A_i alternatifinin A^* ideal çözümüne bağlı yakınlığı ve A^- alternatifine bağlı uzaklığı temsil eder ve şöyle tanımlanır:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*} \quad (13)$$

CC_i , değeri en yüksek olan en iyi alternatifi temsil eder. Sıralama için, CC_i değerleri büyükten küçüğe doğru sıralandığında baskınlık sıralaması elde edilir.

4. Gerçek Olay Çalışması: Otomotiv Yan Sanayiinde Yeşil Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi performansı ile ilgili müşteri memnuniyeti kriterleri tedarikçi performansı ile ilgili çeşitli kriterleri içermektedir. Bunlardan bazıları; ürün yelpazesi, ürün kalitesi, ürün desteği, müşteri servisinin etkinliği, fiyatlandırma, teslimat performansı vb. olarak sıralanabilir. Bu çalışmada tedarikçi performansının değerlendirilmesinde ana kriterler olarak; Kalite, Maliyet, Hizmet ve Yeşil imaj belirlenmiştir. Daha sonra daha detaylı bir analiz için her bir ana kriter alt kriterlere ayrılmıştır. Bu alt kriterler kalite için; kalite belgeleri (KB), ürün kalitesi (ÜK), Ar-Ge (AG), maliyet için; birim fiyat (BF), istikrar (FI), Hizmet için; esneklik (TE), hız (TH), güvenilir teslimat (GT), yeşil imaj için; geri dönüşüm (GD), elektrik tüketimi (ET), atık yönetimi (AY), elektrikli araç kullanımı (EA) ve yeşil paketleme (YP) olarak belirlenmiştir.

4.1. Alternatiflerin tanımlanması ve Ana Kriterlerin Tanımlanması

Otomotiv ana sanayiinin belirlediği teknik dokümanlara uygun orijinal modül üreten yan sanayii firmaları arasından seçim yapılacaktır. Bu seçim esnasında, ana firmanın önemli stratejilerinden biri de çevre bilinçli üretim yapmaktır. Bu aynı zamanda, firmanın pazarlama stratejilerinde de yer almaktadır.

Bu nedenle; satın alma departmanı, parça üretimi için uygun orijinal modül üreten yan sanayii firmaları arasından alternatifler oluşturmuştur. Bu çalışmada, belirlenen 6 firma A,B,C,D,E ve F firmaları olarak anılacaktır.

Çevre Bilinçli tedarikçi seçimi için 4 ana kriter ve bu ana kriterlerin altında 13 alt kriter belirlenmiştir. Bunlar;

Kalite: Ürünün müşteri ihtiyaçlarını karşılama yeteneğine sahip olması ve ürüne ait belirlenen teknik özellikleri sağlamasını ifade etmektedir. Bunun yanında, kalite ile firmanın süreçlerinin müşteri tarafından kabul edilebilir asgari kalite seviyelerine sahip olması beklenmektedir. Kalite alt kriterleri şöyledir:

Kalite belgeleri (KB), laboratuvar hizmetinin, muayenenin, ürün, sistem veya personelin belirli bir standart veya teknik düzenlemeye uygun olduğunun yazılı olarak üçüncü taraf (bağımsız) bir kurum veya kuruluş tarafından belirlenmesi sonucu firmalara verilen uygunluk belgeleridir. ISO 14001 çevre yönetim sistemi standartları belgesi yeşil tedarikçi seçimi için önemli kriterlerden biridir.

Ürünün kalitesi (ÜK), tüketici ihtiyaçlarını en ekonomik düzeyde karşılamayı amaçlayan mühendislik ve imalat özelliklerinin bileşenlerinden oluşmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminde kalite üreticinin sorumluluğu olduğu kadar, üreticiye mamul üretiminde kullanılmak üzere parça, yarı mamul ve malzeme sağlayan tedarikçinin de sorumluluğudur. Tedarikçinin üretim yeteneği aynı zamanda bitmiş ürünün kalitesini de belirlemektedir.

Araştırma ve geliştirme (AG), insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının artırılması ve bu dağarcığın yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışmalardır. Otomotiv sektöründe araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin sürdürülebilir olması ve bu faaliyetlerin firma içinde benimsenmiş olması çok önemlidir. Ar-Ge faaliyetlerinin müşteri açısından önemi; alınacak ürünün ileri teknoloji ile üretilmesinin ürün kalitesi üzerinde etkisi vardır.

Maliyet: Üretici firmalar karlılıklarını artırmak için ürünlerinde kullandıkları malzemeleri mümkün olduğunca minimum fiyatla elde etmek isterler. Bu nedenle firmalar ürünlerin üretimi ile ilgili maliyetlerini minimize edebilecekleri düşük maliyetli tedarik kaynağı bulmak zorundadırlar (Chan ve Kumar, 2007).

Birim fiyat (BF), satın alma kararının verilmesinde önemli bir belirleyicidir. Fiyatlandırma kriteri, tedarikçinin diğer tedarikçilere göre daha uygun fiyat vermesi ve alınan ürün miktarına göre diğer tedarikçilere oranla daha yüksek oranda fiyat indirimi uygulamasından oluşmaktadır.

Firmanın İstikrarı (Fİ), firmanın pazardaki konumu, finansal durumu, firmanın ilgili sektördeki referansları ve tüm bunların firma için uzun vadede sürdürülebilir olması müşteri açısından çok önemlidir. Çalışılan tedarikçinin sağlam bir mali yapısının olması, müşterinin firmaya olan güvenini artırır, müşteriyi o firmayla uzun vadeli çalışmalar yapmaya teşvik eder.

Hizmet: Geleneksel kriterlerin yanında, tedarikçinin sunduğu hizmet de tedarikçi performansının değerlendirilmesinde önemli bir kriter olmaktadır. Hizmet kriteri, esneklik, cevap verme hızı ve teslimatta güvenilir olması gibi kriterleri kapsamaktadır.

Tedarikçi Esnekliği (TE); tedarikçinin müşteri isteklerine kolay uyum sağlayabilmesi olarak tanımlanabilir. Bu kriter tedarikçinin müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesini, üreticinin acil mal taleplerini kolaylıkla karşılayabilmesini kapsamaktadır.

Tedarikçi Hızı (TH); müşterinin tedarikçi performansını değerlendirmede göz önünde bulundurduğu önemli kriterlerden biridir. Çünkü satın alınan malzemenin firmaya erken veya geç gelmesinin firmaya ek maliyetleri vardır. Siparişin

geç tedarik edilmesi, üretimin aksamasına yol açarken, erken gelmesi ise bir stok maliyeti oluşturmaktadır.

Güvenilir Teslimat (GT); tedarikçinin önceden belirlenen bir teslimat çizelgesine uyma kabiliyeti tedarikçi seçimi ve tedarikçi-üretici ilişkilerinin değerlendirilmesi ve sürdürülmesi için önemli bir kriterdir. Tedarikçi firma müşterinin talebine göre tam bir teslimat çizelgesini izleme kabiliyetine sahip olmalıdır (Chan ve Kumar, 2007).

Çevre Bilinci (Yeşil İmaj) (ÇB): Çevre bilinci ve çevreye duyarlı sistemler kurmak ve yönetmekle ilgilidir. Firmanın iş yapma süreci boyunca sürdürdüğü tüm faaliyetlerde sürdürülebilirliği ön planda tutması topluma ve doğaya karşı tutumu oldukça önemlidir. Çevre Bilinci kriterinin altında, geri dönüşüm kabiliyeti, verimli enerji tüketimi çalışmaları, atık yönetimi, petrol kullanımı ve türevlerine karşı tutumu, taşıma ve paketleme süreçlerindeki yeşil bakış açısı firmaların çevre bilinçli olmalarında önemli etkenlerdendir.

Geri Dönüşüm (GD), kullanılan ürünlerin, bileşenlerin veya malzemelerin üretim alanından toplanarak yeniden üretime veya kullanıma sunulmasını içerir. Tüketilen maddelerin yeniden geri dönüşüm halkası içine katılabilmesi, öncelikle hammadde ihtiyacını azaltır, doğal dengeyi korur ve enerji tasarrufu sağlar. Atık malzemelerin hammadde olarak geri dönüştürülmesi çevre kirliliğinin engellemesi açısından da önemlidir.

Enerji Tüketimi (ET), yeşil tedarik zinciri yönetiminde enerji ve hammadde kullanımı önemli bir başarı faktörüdür. Enerji ve hammadde tüketimini azaltacak süreçler, tedarik zincirinde yeşil faaliyetlerinin gerçekleştiğini göstermektedir (Büyükoçkan ve Vardaloğlu).

Atık Yönetimi (AT), süreçlerde oluşan atıkların niteliği ve bunların miktarlarının azalması ile ilgilidir. Tedarik zincirinin çevresel performansı, zincirin kapalı olması ile doğrudan ilişkilidir.

Yeşil Lojistik (YL): Otomobillerin havaya yaydığı zararlı gazların çevreye olumsuz etkileri çok fazladır. Benzin tüketimi düşük veya elektrikli araçların kullanımını lojistik operasyonlarının çevre bilinci ile yürütülmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle, tedarikçi firmaların bu tür araçları kullanmaları yeşil imajları açısından çok önemli bir başarı anahtarıdır.

Yeşil Paketleme (YP); paketlemenin geri dönüşümlü olacak şekilde tasarlanmasını içermektedir. Firmanın ekonomik ve çevre performansını olumlu yönde etkilemektedir (Zhu vd, 2005). Yeşil paketleme sayesinde, malzeme kullanımında ve taşıma adedinde azalma beklenirken daha verimli depolama ve taşıma yapılır.

4.2. Verilerin Toplanması

Alternatiflerin performanslarını değerlendirmek üzere, Wang ve Elhag (2006) tarafından önerilen değerlendirme ölçeği (bkz. Tablo 1) karar vericilere sunulmuştur. Her bir alternatifin her bir alt kritere göre dilsel terimler ile puanlaması istenmiştir. Denklem 14 karar vericilerin yeşil paketleme kriteri için karşılık gelen alternatif puanlamalarını göstermektedir.

$$A_{YP} = [\bar{9} \quad \bar{1} \quad \bar{4} \quad \bar{5} \quad \bar{3} \quad \bar{8}]^T \quad (14)$$

Ardından, her bir kriter kümesi için Tablo 2’de verilen 2 kutuplu ikili karşılaştırma ölçeği ile ikili karşılaştırma formlarına değerlendirmelerini belirtmeleri istenmiştir.

Ana kriterler için karar vericiden alınan dilsel bulanık değerlendirmelere karşılık gelen bulanık ikili karşılaştırma matrisi şöyledir:

$$A_{Hedef} = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{3} & \tilde{3} & \tilde{5}^{-1} \\ \tilde{3}^{-1} & \tilde{1} & \tilde{3} & \tilde{3}^{-1} \\ \tilde{3}^{-1} & \tilde{3}^{-1} & \tilde{1} & \tilde{1} \\ \tilde{5} & \tilde{3} & \tilde{1} & \tilde{1} \end{bmatrix} \quad (15)$$

4.3. Kriter ağırlıklarının hesaplanması

Karar vericilerden elde edilen veriler doğrultusunda hesaplanan bulanık ağırlık vektörleri şöyledir:

Tablo 3. Kriterler ve Önem Ağırlıkları

Kriterler	Alt Kriterler	Ağırlıkları
Kalite		(0.149,0.288,0.428)
	KB	(0.361,0.630,0.899)
	ÜK	(0.176,0.328,0.480)
	AG	(0.093,0.161,0.229)
Maliyet		(0.106,0.197,0.288)
	BF	(0.533,0.8,10666)
	Fİ	(0.183,0.275,0.366)
Hizmet		(0.130,0.160,0.191)
	TE	(0.361,0.630,0.899)
	TH	(0.176,0.328,0.480)
	GT	(0.093,0.161,0.229)
Çevre Bilinci		(0.293,0.450,0.608)
	GD	(0.157,0.300,0.442)
	ET	(0.101,0.197,0.294)
	AT	(0.102,0.142,0.181)
	YL	(0.240,0.391,0.542)
	YP	(0.045,0.080,0.115)

4.4. Ağırlıklandırılmış Normalize Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması

Adım 4 ve Adım 5'de verilen normalizasyon ve bulanık çarpım işlemlerinin sonucunda, bulanık ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisinin oluşturulur. Bu aşamadan sonra, her bir alt kriter için bulanık ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm belirlenir.

Tablo 4. Bulanık İdeal Alternatif ve Bulanık Negatif İdeal Alternatif

Alt Kriterler	Bulanık İdeal Alternatif	Bulanık Negatif-İdeal Alternatif
KB	(0.010,0.044,0.111)	(0.002,0.014,0.049)
ÜK	(0.004,0.021,0.065)	(0.002,0.012,0.041)
AG	(0.002,0.011,0.036)	(0.000,0.003,0.015)
BF	(0.010,0.032,0.073)	(0.001,0.007,0.024)

Fİ	(0.003,0.013,0.035)	(0.001,0.004,0.013)
TE	(0.008,0.025,0.057)	(0.004,0.012,0.032)
TH	(0.005,0.016,0.035)	(0.001,0.005,0.015)
GT	(0.000,0.002,0.005)	(0.002,0.006,0.014)
GD	(0.011,0.043,0.121)	(0.002,0.005,0.013)
ET	(0.006,0.022,0.054)	(0.001,0.005,0.018)
AT	(0.006,0.016,0.032)	(0.001,0.005,0.014)
YL	(0.014,0.049,0.129)	(0.004,0.018,0.057)
YP	(0.003,0.011,0.025)	(0.000,0.001,0.003)

4.5. Bulanık Uzaklıkların Belirlenmesi

İki üçgensel bulanık sayı arasındaki mesafenin ölçümü için, Bulanık TOPSIS metodu metodolojisinin 6. adımında Guo (2015) tarafından önerilen geometrik uzaklık formülleri kullanılmıştır. Buna göre hesaplanan ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklar şöyledir:

Tablo 5. Alternatiflerin Uzaklıkları ve Bağlı Yakınlık Değerleri

	d_i^-	d_i^*	CC_i
Firma A	0,0640	0,0819	0,56114
Firma B	0,0783	0,0596	0,43229
Firma C	0,0688	0,0807	0,53988
Firma D	0,0913	0,0533	0,36867
Firma E	0,0678	0,0565	0,45428
Firma F	0,0483	0,0805	0,62473

Bu sonuçlara göre en iyi alternatif F firması olarak belirlenmiştir. Bu kriterlere göre değerlendirmeler incelendiğinde, tedarikçiler $F > A > C > E > B > D$ olarak sıralanabilir.

5. Sonuçlar ve Yorumlar

Sürdürülebilir tedarik zincirleri, tedarik zinciri tasarımı ve yönetimi sürecinde yalnızca hizmet kalitesi ve maliyet unsurlarının ön plana almak yerine, bu kriterlere ilaveten çevresel ve insani faktörlerin göz önünde bulundurulduğu tedarik zinciri sistemleridir. Ekonomik kalkınmanın, ancak sosyal ve çevresel kalkınma değerleri gözetilerek sürdürülebilir kılınabileceği düşüncesi tüm dünyada kabul gördüğü gibi, tedarik zinciri yönetimi kapsamında da yapılan çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu çalışma, ülkemizin sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunabilecek sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi kapsamında, çevre bilinçli tedarikçi seçimi problemini ele almakta ve Türkiye’de otomotiv sanayiinde üretim yapan bir işletmenin tedarikçi seçimi sürecinde yapılan çalışmaları içermektedir. İşletme yöneticileri ve karar analistleri toplantılarında ortaya çıkan karar çevresindeki belirsizlik, mevcut alternatiflerin sayısı ve değerlendirme kriterlerinin sayısı göz önüne alındığında, bulanık çok ölçütlü karar verme metodlarının bu seçim ve değerlendirme sürecinde kullanılması uygun görülmüştür. Bu çalışmada, tedarikçi performansının değerlendirilmesinde ana kriterler olarak; Kalite, Maliyet, Hizmet ve Yeşil imaj ve alt kriterler olarak ise; kalite

belgeleri (KB), ürün kalitesi, Ar-Ge, birim fiyat, istikrar, esneklik, hız, güvenilir teslimat, geri dönüşüm, enerji tüketimi, atık yönetimi, elektrikli araç kullanımı ve yeşil paketleme kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucunda, en önemli temel kriterler kalite ve çevre bilinci kriterleridir. Bu kriterlere göre, en iyi performans gösteren alternatif ise F firması olmuştur.

Bu çalışmada önerilen bulanık TOPSIS metodolojisi temel bulanık TOPSIS metodolojisi ile uyumlu olup, uzaklıkların hesaplanması için bulanık sayılar arasındaki uzaklıkların hesaplanması için önerilen bulanık modifiye geometrik uzaklık metodu kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, karar modelinin tedarikçi değerlendirilmede kullanılacak hesaplama gücü ve elverişlilik anlamında bulanık TOPSIS metodolojisi uygun kararları göstermiştir.

Sürdürülebilir tedarik zincirlerinin en iyi şekilde yönetilmesi için ortaya çıkabilecek problemlerin öngörülmesi, sistemler işletmeye konulmadan önce tasarım sırasında bu problemlerin üstesinden gelebilecek çalışma çerçevelerinin ortaya konması günümüzde en önemli çalışma konularından biridir. Bu konulardaki çalışmaların sayısının azlığı, yerleşik karar verme süreçleri ve problem karmaşıklığı nedeniyle halen çözümlenememiş pek çok problem bulunmaktadır. Ülkemizin sosyal, ekonomik ve kültürel yapısı göz önüne alınarak gerçekleştirilecek teorik ve pratik literatürün zenginleştirilmesi, yeni metodolojiler geliştirilmesinde oldukça önemlidir. Sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için, sosyal, ekonomik ve kültürel açıdan farklılık gösteren çeşitli sektörlerde başarı faktörlerinin incelenmesi ve temel çalışma çerçevelerinin ortaya konması gerekmektedir. Tedarik zincirlerinde, akışı gerçekleşen tüm kaynaklara kapalı bir çevrim içinde gerçekleşme yeteneği kazandırılmasını ve tedarik zinciri paydaşlarının özellikle kıt olan ve yaşamı devamlı hale getiren çevresel kaynakların yönetimine azami önem göstermesi en temel konulardan biridir. Ülkemizin sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunacak stratejilerin oluşturulmasında tedarik zincirlerinin tiplerinin, müşterilerinin, servis sağlayıcılarının ve ürünlerin spesifik özellikleri göz önünde bulundurularak yenilikçi kapalı tedarik zincirleri tasarlanmasına yeni bilimsel çalışmalar ile katkıda bulunmak yerinde olacaktır. Ayrıca, bu tedarik zincirlerine katılacak tedarikçilerin temel sorumluluklarını yerine getirmenin yanı sıra, bu çevre bilinçli sistemleri kuracak, hızlı bir şekilde sistemlerine adapte edecek değişiklik mekanizmalarını nasıl oluşturacağı konusunda yapılacak çalışmalar teşvik edilmelidir.

6. Kaynaklar

- Akman G., (2015), Evaluating suppliers to include green supplier development programs via fuzzy c-means and VIKOR methods, *Computers & Industrial Engineering*, 86, 69-82.
- Awasthi A. ve G. Kannan, (2016), Green supplier development program selection using NGT and VIKOR under fuzzy environment, *Computers & Industrial Engineering*, 91, 100-108.
- Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I.E. ve M. Omid, (Inpress), Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry, *Computers & Operations Research*, Available online 4 March 2016
- Beamon, B.M., (1999), Measuring supply chain performance, *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3) , 275-292.
- Büyükoçkan, G. ve Z. Vardaloğlu, Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi, Erişim tarihi: 30 Mart 2016.<http://www.gulcinbuyukozkan.net/ytzy8.pdf>.

- Chan, F.T.S ve N. Kumar, (2007), Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach, *Omega*, 35(4), 417-431.
- Dai J. ve J. Blackhurst, (2012), A Four-Phase AHP-QFD Approach For Supplier Assessment: A Sustainability Perspective, *International Journal of Production Research*, 50, 5474–5490.
- Dobos, I. ve G. Vörösmarty, (2014), Green supplier selection and evaluation using DEA-type composite indicators, *International Journal of Production Economics*, 157, 273-278.
- Dulmin R. ve V. Mininno, (2003), Supplier selection using a multi-criteria decision aid method, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(4), 177-187.
- Dweiri F., Kumar S., Khan S.A. ve V. Jain, (2016) Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry, *Expert Systems with Applications*, 62, 273-283.
- Galankashi M.R., Chegeni A., Soleimanyanadegany A., Memari, A., Anjomshoae A., Helmi S.A. ve A. Dargi, (2015), Prioritizing Green Supplier Selection Criteria Using Fuzzy Analytical Network Process, *Procedia CIRP*, 26, 689-694.
- Gencer, C. ve D. Gürpınar, (2007), Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm, *Applied Mathematical Modelling*, 31(11), 2475-2486.
- Govindan K., Rajendran S., Sarkis J. ve P. Murugesan, (2015), Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review, *Journal of Cleaner Production*, 98, 66-83.
- Guo, S. ve H. Zhao, (2015), Optimal site selection of electric vehicle charging station by using fuzzy TOPSIS based on sustainability perspective, *Applied Energy*, 158, 390-402.
- Handfield, R., Walton, S.V., Sroufe, R. And S.A. Melnyk, (2002), Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 141(1), 70-87.
- Heidarzade A., Mahdavi I. ve N. Mahdavi-Amiri, (2016), Supplier selection using a clustering method based on a new distance for interval type-2 fuzzy sets: A case study, *Applied Soft Computing*, 38, 213-231.
- Hsu C., Kuo T., Chen S. ve A. Hu, (2013), Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management, *Journal of Cleaner Production*, 56, 164-172.
- Hosseini S. ve K. Barker, (2016), A Bayesian network model for resilience-based supplier selection, *International Journal of Production Economics*, 180, 68-87.
- Humphreys, P.K., Wong, Y.K. and F.T.S Chan, (2003), Integrating environmental criteria into the supplier selection process, *Journal of Materials Processing Technology*, 138(1–3), 349-356.
- Kannan D., Govindan K. ve S. Rajendran, (2015), Fuzzy Axiomatic Design approach based green supplier selection: a case study from Singapore, *Journal of Cleaner Production*, 96, 194-208.
- Kannan, D., Khodaverdi, D., Olfat, L., Jafarian, A. ve A. Diabat, (2013), Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain, *Journal of Cleaner Production*, 47, 355-367.
- Karsak, E.E. ve M. Dursun, (2014), An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data, *Expert Systems with Applications*, 41, 16, 6995-7004.

- Lin, Y., Lin, C., Yu, H. ve G-H. Tzeng, (2010), A novel hybrid MCDM approach for outsourcing vendor selection: A case study for a semiconductor company in Taiwan, *Expert Systems with Applications*, 37(7), 4796-4804.
- Noci, G. (1997), Designing 'green' vendor rating systems for the assessment of a supplier's environmental performance, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3(2), 103-114.
- Nnorom, I.C. ve O. Osibanjo, (2008), Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries, *Resources, Conservation and Recycling*, 52(6), 843-858.
- Orji I.J. ve S. Wei, (2015), An innovative integration of fuzzy-logic and systems dynamics in sustainable supplier selection: A case on manufacturing industry, *Computers & Industrial Engineering*, 88, 1-12.
- Pacheco-Blanco B. ve Bastante-Ceca M.J., (2016), Green public procurement as an initiative for sustainable consumption. An exploratory study of Spanish public universities, *Journal of Cleaner Production*, 133, 648-656.
- Petroni, A. and Braglia, M. (2000) Vendor Selection Using Principal Component Analysis. *Journal of Supply Chain Management*, 36, 63-69.
- Rezaei J., Nispeling T., Sarkis J and L. Tavasszy (2016), A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method, *Journal of Cleaner Production*, 135, 577-588.
- Saaty T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill International (1980).
- Saaty, T.L. ve G. L. Vargas, *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytical Hierarchy Process* (second ed.) Springer Publishers, New York.
- Sivakumar, R. Kannan, D. ve P. Murugesan, (2015), Green vendor evaluation and selection using AHP and Taguchi loss functions in production outsourcing in mining industry, *Resources Policy*, 46, 64-75.
- Toloo, M. ve T. Ertay, (2014), The most cost efficient automotive vendor with price uncertainty: A new DEA approach, *Measurement*, 52, 135-144.
- Triantaphyllou, E., (2000), *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Veni, K.K. Rajesh, R. ve S. Pugazhendhi, (2012), Development of Decision Making Model Using Integrated AHP and DEA for Vendor Selection, *Procedia Engineering*, 38, 3700-3708.
- Wang, Y-M. ve T.M.S. Elhag, (2006), Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment, *Expert Systems with Applications*, 31(2), 309-319.
- Waite S., Cox P. Ve T. Tudor, (2015), Strategies for local authorities to achieve the EU 2020 50% recycling, reuse and composting target: A case study of England, *Resources, Conservation and Recycling*, 105(A), 18-28.
- Wetzstein A., Hartmann, E. Benton jr, W.C. and N. Hohenstein, (2016), A systematic Assessment of supplier selection literature – state-of-the-art and future scope, *International Journal of Production Economics*, In Press.
- Wu, D., (2009), Supplier selection: A hybrid model using DEA, decision tree and neural network, *Expert Systems with Applications*, 36 (5), 9105-9112.
- Zhu, J. (2004), A buyer-seller game model for selection and negotiation of purchasing bids: extensions and new models, *European Journal of Operations Research*, 154, 150–156.
- Zhu, Q., Sarkis, J. ve K. Lai, (2008), Green supply chain management implications for “closing the loop”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(1), 1-18.

Yeni Ürün Geliştirme Takımlarında Güven ve Takım Öğrenmesi

Team Trust and Team Learning in New Product Development Teams

Volkan POLAT⁽¹⁾, Gary S. LYNN⁽²⁾, Onur EMRE⁽³⁾

ÖZ: Farklı örgütsel seviyelerde güven ve öğrenme üzerine yapılan çalışmaların yanı sıra, güvenin takım bağlamında bilgi paylaşımı ve edinimi için önemli bir faktör olduğunu bildiren birtakım çalışmalar bulunmaktadır. Ancak bugüne kadar yeni ürün geliştirme takımlarında (new product development – NPD) Takım Güveni ve Takım Öğrenmesi ilişkileri hakkında çok az tartışma yapılmıştır. Bu çalışma, Takım Güveninin, çeşitli takım faktörleri (Takım Üyesi Deneyimi, Takım İstikrarı ve Takım Otonomisi) ve Takım Öğrenimi arasında arabuluculuk etkisi olup olmadığını incelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Takım yönetimi, Yeni ürün geliştirme, Öğrenme

Abstract: Besides studies on trust and learning at different organizational levels, there are a number of studies reporting that trust is an important factor for knowledge sharing and acquisition in team context. So far, however, there has been little discussion about Team Trust and Team Learning relations in NPD teams. This study focuses on examining whether there is a mediational effect of Team Trust between various team level factors and Team Learning.

Keywords: Team management, New product development, Learning

JEL Classifications: M110, M3,

1. Giriş

Güven, takım çalışması araştırmalarında incelenen en önemli faktörlerden biridir. (Mathieu ve diğerleri, 2008). Akademik yazında güven ve performans arasındaki ilişkiler; örgüt (Zaheer ve diğerleri, 1998, Sako, 1998), meslek (Colquitt ve diğerleri, 2007, Mayer ve Gavin, 2005), liderlik (Jung ve Avolio, 2000), pazarlama (Aulakh ve diğerleri, 1997, Atuahene-Gima ve Li, 2002) ve grup / takım (Dirks, 1999, Costa ve diğerleri, 2001, Costa, 2003, Dayan, 2010) bağlamlarında incelenmiştir.

Güven, herhangi bir ilişkinin farklı evrelerinde kilit ve merkezi bir unsurdur (Hewett ve Bearden, 2001). Güven, karşılıklı ilişkide olan kişilerin birbirlerine karşı kurdukları savunma mekanizmalarını zayıflatmakta (Zand, 1972) ve takımlarda üyelerin karşılıklı bağlılığına yol açarak, etkileşimi mümkün kılmaktadır (Tjosvold ve diğerleri, 2004). Örneğin, Wickramasinghe ve Widyaratne (2012)'a göre bir takımda güven bilgi paylaşımını kolaylaştırdığından, organizasyonun başarısı için önem taşımaktadır. Diğer taraftan güven eksikliği, doğrudan veya dolaylı olarak organizasyonların performansını ve üyelerin davranışsal sonuçlarını etkileyen bir dizi olumsuz faktörlerle ilişkilidir. Moe ve Şmite (2008)'in vaka çalışmaları; güven eksikliğinin sosyalleşmenin ve sosyo-kültürel uyumun azalmasına, tutarsızlığa ve uygulamalarda farklılıklara ve takımda diğer üyelerin iyi niyetlerine ilişkin şüphelere neden olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, Kostopoulos ve Bozionelos (2011) güven duygusunun, üyelerin hatalarını ortaya koymalarına ve hatalarını tanımlamalarına olanak tanıyan bir

⁽¹⁾Yalova Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü; ypolat@yalova.edu.tr

⁽²⁾ Stevens Institute of Technology; glynn@stevens.edu

⁽³⁾Yalova Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü; uemre@yalova.edu.tr

Geliş/Received: 31-03-2017, Kabul/Accepted: 23-01-2018

“platform” sağladığını vurgulamaktadır. Güven ortamında takım üyeleri kendileri için çözümler üretmek üzere tartışmalar yapmaktan, hatalarını ortaya koymaktan çekinmemekte ve bu sayede hatalarından ders alabilmektedirler.

Joo ve diğerlerine (2012) göre güven, takımda yaratıcılığı destekler ve takıma daha iyi bir öğrenme ortamı sunar (Krecic ve Grmek, 2008, Andres ve Shipp, 2010). Güven; uyumluluk, yaratıcılık, öğrenme vb. gibi özel yetenekler gerektiren belirsizlik ve karmaşıklığın hakim olduğu ortamlarda özellikle önemli olmaktadır. (Dogson, 1993, Lynn ve diğerleri, 1999, Souder ve diğerleri, 1998).

Pek çok bilim insanı, takım yönetiminin ve inovasyon yönetiminin; belirsizlik, karmaşıklık ve dalgalanma gibi unsurları gözlemlemek için oldukça net alanlar olduğunu ifade etmiştir (Han ve diğerleri, 1998, Eisenhardt ve Tabrizi, 1995, Floricel ve Miller, 2001, Suikki ve diğerleri, 2006). Takım yönetimi ve yenilik yönetimi literatüründeki en önemli tartışmalardan biri; yeni ürün geliştirme (NPD) projeleridir (Keller, 2001, Olson ve diğerleri, 2001, Akgün ve diğerleri, 2012). NPD projelerini tasarlamak ve uygulamak oldukça yüksek maliyetlidir. Takeuchi ve Nonaka (1986) 'ya göre örgütler, rekabetçi piyasalarda hız ve esneklik sağlamak için NPD projelerini diğer projelere kıyasla farklı bir yaklaşımla yönetmelidirler. Başka bir deyişle, sürekli iyileştirme ve sürekli öğrenme, NPD takımları için hayati önem taşımaktadır. Bu tür uygulamalar sayesinde organizasyonlar, günümüz iş dünyasının ve pazarların karmaşıklığında fırsatlardan daha iyi yararlanabilirler (Bartezzaghi ve diğerleri, 1997).

Çeşitli araştırmalar NPD takımlarında “öğrenme” kavramını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen faktörleri ele almaktadır (Adams ve diğerleri, 1998, Sarin ve McDermott, 2003, Lynn ve diğerleri, 2000, Lynn ve diğerleri, 2003, Hughes ve Chafin, 1996, Enkel ve diğerleri, 2005). Brooks (1994, s.215)'a göre takım öğrenmesi; sorunları ortaya koyma, bilgi ve fikirlerin paylaşılması, yeni elde edilen bilgilerin birleştirilmesi, dışarıdan veri toplanması ve yeni bilgilerin yaygınlaştırılması süreçlerini içermektedir. Öğrenme, bir kolektif bilgi üretme, yaygınlaştırma ve uygulama sürecidir (Lynn ve diğerleri, 2003). Öğrenme aynı zamanda sorular sorma, geri bildirim isteme, deneme ve hataları tartışma veya grup etkileşimi gibi faaliyetleri gerektirir (Edmondson, 1999). İnsanlar, ortak inançlara ve birlikte çalışmak konusunda güçlü bir bağlılık duygusuna sahip olabilirler; ancak rekabet ve farklı öncelikler, farklı geçmişler takımlardaki karşılıklı ilişkileri ve bunların sonuçlarını etkileyebilir (Edmondson, 2012). Bunlar karşılıklı öğrenme ilişkisini kaçınılmaz hale getirirken, karşılıklı bir ilişki kurmanın anahtarı olarak güven ortaya çıkmaktadır.

Son zamanlarda araştırmacılar, hem firma düzeyinde (Sengün ve Onder, 2011, Niu ve diğerleri 2012) hem de örgütsel düzeyde (Swift ve Hwang, 2013, Lagrosen ve Lagrosen, 2012) güven ve öğrenme ilişkilerine ilgi göstermektedirler. Farklı örgütsel seviyelerde güven ve öğrenme üzerine yapılan çalışmaların yanı sıra, güvenin takım düzeyinde bilgi elde etme ve bilgi paylaşımı için önemli bir faktör olduğunu öne süren çalışmalara da rastlanmaktadır (Ding ve diğerleri, 2013, Maurer, 2010, Park ve Lee, 2013). Ancak, NPD takımlarında, takım güveni ve takım öğrenme ilişkileri hakkında çok az çalışma yapılmıştır. Önceki çalışmalarda takım güvenini etkilediği gösterilen takım faktörleri; takım üyesi deneyimi, takım otonomisi ve takım istikrarı olarak görülmektedir (Rajagopal ve Rajagopal, 2006, Hisrich ve diğerleri, 2010, Weick ve Roberts 1993, Jones ve Jones, 2011, Akgün ve Lynn, 2002). Bu çalışma takım

düzeyindeki faktörler ile takım öğrenimi arasında takım güveninin aracılık etkisi olup olmadığını incelemek üzerine tasarlanmıştır.

Takımın etkinliği için duygusal, davranışsal ve bilişsel aracılık süreçlerine ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir (Ilgem ve diğerleri, 2005). Buna ek olarak, takımları tasarlanırken kullanılan faktörlerin, özellikle takım üyelerinin motivasyonu ve davranışları üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bilindiğinden, takım faktörlerini dolaylı ilişkilerle incelemek suretiyle daha anlamlı bir bilgiye ulaşmak mümkün olabilir (Rousseau ve Aubé, 2013). Bu çalışma, geçmiş araştırmalardan farklı olarak NPD takımlarında; takım otonomisi, takım üyelerinin deneyimi ve takım istikrarı kavramları kullanarak, güven ve öğrenme arasındaki ilişkiyi incelemektedir.

Çalışma ilk bölümlerde kuramlara dayanarak hipotezler geliştirmektedir. Sonrasında, araştırmanın yöntemleri ve elde edilen sonuçlar rapor edilmiştir. Sonraki bölümlerde araştırmanın sonuçları tartışılmakta, çalışmanın sınırlılıklardan ve gelecek araştırmalara yönelik önerilerden bahsedilmiştir.

2. Teorik altyapı ve model

2.1 Takım Güveni

Güven, sıklıkla kullanılan bir terim olmakla birlikte tanımı konusunda fikir birliği bulunmamaktadır. Güven, sosyoloji, ekonomi ve psikoloji gibi disiplinlerden bilim adamları tarafından incelenmiştir (Costa, 2003) ve güvenin çok boyutlu bir kavram olduğu, farklı örgütsel seviyelere bağlı olarak farklı sonuçlara yol açtığı görülmüştür (Schoorman ve diğerleri, 2007, Argyris, 1962, Driscoll, 1978, Farris ve diğerleri, 1973). İlk çalışmalar çoğunlukla kişilik farklılıkları, kurumsal ve kültürlerarası unsurlar ve kişiler arası ilişkiler gibi çeşitli bağlamlarda güven kavramını tartışmaktadırlar (Jarvenpaa ve diğerleri, 1998, Argyris, 1962, Driscoll, 1978, Farris ve diğerleri, 1973). Güven kavramını "Grup" veya "Takım" açısından inceleyen çalışmalar daha sonraki dönemlerde ortaya çıkmaktadır (Friedlander, 1970, Boss, 1978).

Takım güvenini etkileyen; ortak dil, anlayış, birbirine aşinalık, resmi ve gayri resmi iletişim, kişilerarası ilişkiler, takımın istikrarı, takım otonomisi, güç, takım üyesi deneyimleri, yetki düzeyi vb. gibi birçok takım unsuru bulunmaktadır (Rajagopal, 1994, Rajagopal ve Rajagopal, 2006, Zárraga-Oberty ve De Saá-Pérez, 2006, Harris ve Moran, 1999). Bu yalnızca takım otonomisi, takım istikrarı ve takım üyesi deneyimi faktörleri bakımından güven kavramını incelemektedir.

2.2 Takım Otonomisi ve Takım Güveni

Otonomi, "görevin planlanması ve uygulanmasında kullanılacak usullerin belirlenmesinde sağlanan serbestlik, bağımsızlık ve takdir hakkı sağlama derecesi" olarak tanımlanır (Hackman ve Oldham, 1980) ve takım üyesinin kendi çalışma faaliyetleri üzerindeki sorumluluk derecesini yansıtır (Gerwin ve Moffat, 1997a). Önceki araştırmalar, takım otonomisinin çeşitli psikolojik iyi oluş göstergeleri (Mierlo ve diğerleri, 2007) ve yeni ürün geliştirme takımlarında (NPD) ve bilgi takımlarında (Janz ve diğerleri, 1997) performans elde edebilmek için özellikle önemli olduğunu belirtmektedir (Gerwin ve Moffat, 1997b, Patanakul ve diğerleri, 2012).

Bazı araştırmacılar takım içi güvenin, takım otonomisini etkilediğini öne sürerken; bazıları da takım otonomisinin takım güvenini etkilediğini ifade etmektedirler. Diallo ve Thuillier (2005), güvenin bağımsız ya da bağımlı değişken olma durumunun,

güvenin duygusal veya bilişsel temelli ele alınmasına bağlı olduğunu belirtmektedir. Langfred (2004, 2007), otonomi ve güven düzeyinin, duruma göre takım performansını farklı seviyelerde etkilediğini öne sürmektedir. Langfred (2007)' e göre takım düzeyinde otonomi bireysel otonomilerin bir toplamından ibaret değildir. Takım üyelerinin her biri aynı düzeyde otonomiye sahip olmayabilir veya bazı üyeler hiç otonomi sahibi olmayabilirler. Bundan dolayı takımlarda uyumsuzluklar, ilişkilerde ve uygulamada problemler ortaya çıkabilir.

Rolfsen ve Langeland'a (2012) göre takım otonomisi doğrudan ve dolaylı olarak başarı ve üretkenlikte önemli bir yer tutar. Takımın sahip olduğu otonomi, bürokratik kısıtlamaları azaltır ve takım üyelerinin kolay bir şekilde ilişki kurmalarını sağlar (Cordery ve diğerleri, 2010). Otonomi üyelerin takımı sahiplenmesini sağlar ve takım içi müzakereleri artırır. Böylece takım üyeleri karşılıklı görüşme ve güven geliştirme fırsatı bulur. Bu yaklaşıma göre otonomi güvenin öncüllerinden biridir (Hart ve diğerleri, 1986) ve otonomi üyeler arası iş birliğini geliştirir (Jassawalla ve Sashittal, 1998). Bu nedenle bu çalışmada takım otonomisinin takım güvenini olumlu yönde etkilediği öne sürülmüştür.

H₁: Takım otonomisi Takım Güveni ile pozitif ilişkilidir

2.3 Takım İstikrarı ve Takım Güveni

Akademik yazında bir görüş istikrarlı takımların örgütler için faydalı olduğunu öne sürerken, diğeri özellikle belirsiz koşullar altında dinamik grupların tercih edilmesi gerektiğini iddia etmektedir. İnovasyon ve NPD takımlarında üyelerin takımlarda geçirmiş oldukları zaman özellikle önemlidir (Akgün ve Lynn, 2002a, Akgün ve Lynn, 2002b, Slotegraaf ve Atuahene-gima, 2011).

Takım üyeleri sadece işlevsel rollerini değil, aynı zamanda kişisel özelliklerini de takıma yansıtırlar (Senior, 1997). Takım üyelerinin ortak hedefler doğrultusunda yaptıkları işbirliği, teknik, operasyonel sistemlerin ve takım üyelerinin entegrasyonunu gerektirir (Ernst ve Chrobot-mason, 2011). Takım istikrarı, üyelere birbirlerini tanıma ve aralarında güçlü ilişkiler geliştirme şansı verir. İstikrar bireylerin başkalarının çalışma tarzlarına ve düşünme biçimlerine aşına olmalarına yardımcı olabilir ve takımda iş birliğini destekleyebilir (Pelled ve diğerleri, 1999). Dolayısıyla üyeler birbirleri arasında olumlu ilişkiler geliştirirken, kendi grupları tarafından korunup kollandıklarını hissetmelidirler (Ernst ve Chrobot-mason, 2011).

H₂: Takım istikrarı, takım güveni ile pozitif ilişkilidir

2.4. Takım Üyesi Deneyimi ve Takım Güveni

Takımlar, teknik uzmanlığa ve becerilere sahip bireylerden oluşmaktadır (Leede ve diğerleri, 1999). Takımlar, takım içindeki ve dışındaki insanlarla çalışmak için ideal bir çalışma ortamı oluşturmak hedefi doğrultusunda, doğru becerileri ve yetenekleri olan üyeleri bir araya getirmelidir. Ancak, başarı için üyelerin işe ilişkin bilgi ve yetenekleri tek başına yeterli olmayabilir. Takım çalışmasının doğası, sosyal yetenekler ve kişilerarası iletişim becerileri de gereklidir (Stevens ve Campion, 1994). Takım üyeleri, diğer üyelerle ve yabancılarla uzlaşabilme becerisine sahip olmalıdırlar (Muhammad ve Ha-Brookshire, 2011, Burdett, 2003).

Gerekli bilgi ve beceriye sahip olan takım üyeleri, takım içinde sosyalleşme ve takıma bağlılık düzeylerini artırırlar (Ohland ve diğerleri, 2012). Üyeler böylece

birbirleriyle daha kolay koordinasyon kurarlar (Hackman ve Wageman, 2005). Üyelerin bilgi ve becerileri, takımdaki sorunları çözmeye katkıda bulunur. Bu sorunlar, hem iş ile ilgili hem de sosyal ilişkiler ile ilgili olabilir. Deneyimli takım üyeleri, takım tarafından karşılaşılan sorunlara karşı nasıl davranılacağını ve nasıl çözüm üretilebileceğini bilirler. Öte yandan, bilgi ve tecrübeye sahip olmak, üyelerin özyeterkinliklerini öne çıkarmaktadır (Bandura, 1994) ve özyeterkinliği yüksek olanlar, buldukları ortamlarda daha az yabancılaşma hissetmekte (Harvey ve diğerleri, 2004) ve birlikte çalıştıkları kişilere daha iyi niyetle yaklaşmaktadırlar (Garrison ve diğerleri, 2010).

H₃: Takım üyelerinin deneyimi takım güveniyle pozitif ilişkilidir.

2.5 Takım Güveninin Takım Seviyesi Faktörleri ve Takım Öğrenmesi Arasındaki Aracı Etkisi

Piyasaların karmaşıklığının ve piyasalarda rekabetin artması NPD'nin geleceğini ve başarıya ulaşmak için takip edilmesi gereken yolları değiştirdi. Örneğin, Porter ve Lilly (1996) daha önceki yıllarda, NPD'nin bilgi paylaşımı ve entegrasyona ihtiyaç duyduğunu, pazar için ideal bir ürün bulunması gerektiğini, ancak ürünlerin tamamlanması ve üretilmesi için çok da hızlı olmak gerektiğini ileri sürmekteydiler. Bununla birlikte, bugünün pazar yapısının getirdiği baskılar, örgütlerin ideal ürün için inovatif olmalarını ve bunu hızlı bir şekilde gerçekleştirmelerini zorunlu kılmaktadır. (Lynn ve diğerleri, 1999, Chen ve diğerleri, 2005). Bu durum, NPD projelerinin yönetimini, yoğun rekabet ortamında hayatta kalabilmek için daha karmaşık bir hale getirmiş ve bu konu önem kazanmıştır.

Her projenin ve sürecin kendi belirsizlikleri ve zorlukları vardır ve bunların çözülmesi için farklı yaklaşımlar ve farklı yollar gerekir. Takım üyelerinin sahip oldukları farklı arka plan, bilgi düzeyleri, sahip oldukları normlar; doğrudan veya dolaylı olarak ilişkileri ve takım çıktılarını etkileyebilir (Edmondson, 2012). Takım üyeleri, başkalarıyla olan ilişkilerinde güven eksikliği, samimiyet ve duygusal bağlılık eksikliği ile karşı karşıya kalabilirler. Buna ek olarak, günümüz iş teknolojilerinin getirdiği bir durum olarak takımlar farklı fiziksel coğrafyalarda yerleşik bulunabilir ve ortak çalışmalarına nadiren yüz yüze görüşerek devam edebilirler. Bu durumlarda, takım üyeleri karşılıklı sorunlarının üstesinden gelmekte zorlanabilirler.

Alanlarında beceri ve deneyime sahip olan insanlar bilgi paylaşımında daha isteklidirler (De Vries, 2006). Ancak, bilgi sadece bireylerde değil, aynı zamanda takım arasındaki etkileşimlerde ve sosyal ilişkilerde de mevcuttur (Jonassen ve diğerleri, 2006). Güven eksikliği olan üyeler takıma daha az katkıda bulunma ve takımla daha az iş birliği yapma eğiliminde olabilirler (Henttonen ve Blomqvist, 2005). Bu tür durumlarda takım güveni ön plana çıkmaktadır.

Güven, bilgi paylaşımı gibi birçok olumlu grup davranışı ile pozitif ilişkilidir (Schaffer ve diğerleri, 2008). Güven, takım üyelerinin kişisel savunma mekanizmalarını gevşetmelerine izin verir (Holton, 2001) ve takım üyelerini bir araya getiren harç görevi görür (Ochieng ve Price, 2010). Bu nedenle, takım üyeleri niteliklerini takım arkadaşlarına güvenerek işe yansıtabilir ve takım öğrenmesine katkıda bulunabilirler.

H₄: Takım güveni, takım faktörleri ile takım öğrenmesi arasında aracılık etkisi yapar.

3. Araştırma Yöntemi

3.1. Ölçme Araçları

Araştırmanın hipotezlerini test etmek için bu alandaki önemli çalışmalar temel alınarak yeni bir anket tasarlanmıştır. Kanawattanachai ve Yoo'nun (2002) çalışmasına ait 4 soru aslından uyarlanarak takım güveni ölçümünde kullanılmıştır. Takım otonomisi için kullanılan üç soru Sethi (2000) çalışmasından uyarlanarak kullanılmıştır. Takım üyesi deneyimi ile ilgili dört soru Akgün ve diğerleri (2006) çalışmasından alınarak ankete eklenmiştir. Takım istikrarını değerlendirmek için, Akgün ve Lynn (2002) çalışmasından 5 soru bu çalışma için uyarlanmıştır. Takım öğrenmesini değerlendirmek için Lynn ve diğ. (2000) tarafından tasarlanan sorular kullanılmıştır. Ankette likert tipi ölçek kullanılmış ve katılımcılar, ifadelere katılma derecelerini 0: kesinlikle katılmıyorum; 10: tamamen katılıyorum şeklinde belirtmişlerdir.

3.2. Örneklem

Ön testler ve gerekli görülen küçük düzeltmelerin ardından, Amerika Birleşik Devletleri'nin kuzeydoğu bölgesindeki çeşitli teknoloji şirketlerinden seçilen ürün veya takım yöneticisi/lideri olan birer kişi ile irtibata geçilmiştir. Bu çalışmada analiz birimi olarak NPD takımına odaklandığından, ürün veya takım yöneticilerinin takım faktörlerini daha doğru ve makro bir bakış açısı ile değerlendirecekleri düşünülmüştür. Böylece daha güvenilir ve tarafsız verilere ulaşmak amaçlanmıştır. Bu çalışmadaki örneklem, inovasyon konusunda önceki araştırmalarda kullanılan örneklemlemlerle benzer özellikler göstermektedir (örn., Ettlíe ve Rubenstein, 1987, Larson ve Gobeli, 1988, Rochford ve Rudelius, 1992, Thamhain, 1990).

Her katılımcıdan en son tamamladığı NPD projesini ele alarak soruları cevaplaması istenmiştir. Daha başarılı projelerin daha iyi hatırlanması olasılığı göz önünde bulundurularak sadece katılımcı tarafından etkin görev alınmış bir projenin seçilmesi istenmiştir. Ayrıca, performanslarını daha doğru bir şekilde değerlendirmek için seçilen ürünler ticarileştirilmiş ve ürünün piyasaya en az 6 ay önce sürülmüş olması şartı konulmuştur. Katılımcıların yanıtlarının gizli kalacağı ve herhangi bir şirket veya ürün adı ile ilişkilendirilmeyeceği konusunda katılımcılara güvence sunulmuş ve böylece katılımcılarla tam işbirliği sağlanmıştır.

Çalışma için toplam 625 anket dağıtılmış ve 435 tamamlanmış anket toplanmıştır (% 69,6 yanıt oranı). Katılımcıların sektörlere dağılımı telekomünikasyon (% 35.1), askeri / savunma (% 11.5), makine / imalat (% 11.2), bilgisayar ve elektronik (% 10), petrol / kimyasal maddeler (% 9.7), kamu 7%), havacılık (% 4.8), diğere (% 9.6) şeklinde olmuştur.

3.3. Geçerlik ve Güvenirlik

Ölçme aracı geçerlik, güvenilirlik, yapı geçerliği (yakınsama ve ayırt edici geçerlik) bakımından ele alınmıştır (Anderson ve Gerbing, 1988; Fornell ve Larcker, 1981). İlk olarak, bir dizi keşfedici faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde, eşik Eigenvalue değeri 1 olarak kabul edilmek suretiyle her bir sorunun ölçtüğü faktör test edilmiştir. Sonrasında yapılan doğrulayıcı faktör analizine (CFA) göre ilk model toplanan verilere uyum göstermemiş ve tüm uyumsuz maddeler stepwise prosedürle ortadan kaldırılmıştır. Elde edilen uyum istatistikleri, beş faktörlü yapının uygun olduğunu göstermekte ve uyum indeksleri de bu sonuca destekleyici kanıt sağlamaktadır (RMSEA= .052, NFI= .95, CFI= .97). Standartlaştırılmış madde

yüklemeleri, her öğenin kendi yapısında önemli derecede yüklendiğinden yakınsama geçerliliği de desteklenmiştir (tüm yükleme 0.6'dan daha büyük).

Anketin güvenilirlik değerleri (Cronbach's α), takım üyesi deneyimi için $\alpha = .77$ iken takım güvenliği için $\alpha = .91$ olarak belirlenmiş ve kabul edilebilir düzeyde oldukları saptanmıştır. Ayrışma geçerliliğini kontrol etmek için, her bir yapı için çıkarılan varyans, yapı çiftleri arasındaki faktör korelasyonlarının karesinden daha büyük olduğu görülmüştür. Bu testten sonra modelin yeterli güvenilirlik, ayırt edici geçerlik ve yakınsama geçerliliği olduğu sonucuna varılmış ve bu sonuçlara ilişkin rakamlar, tanımlayıcı istatistikler ile birlikte Tablo 1'de gösterilmiştir.

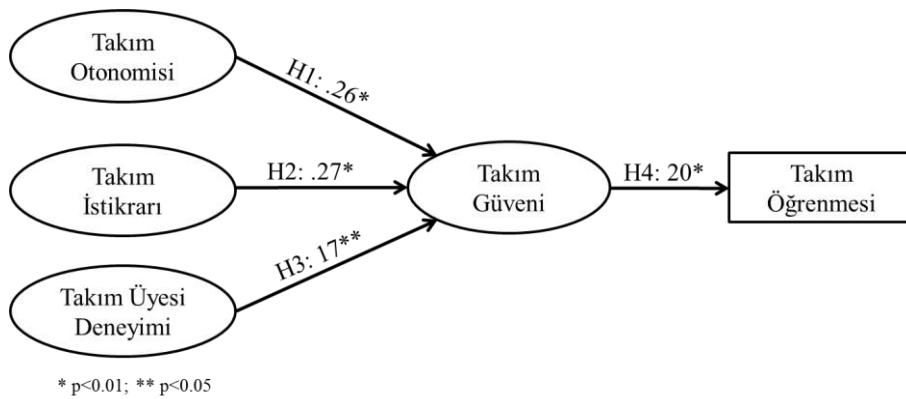
Tablo 1. Korelasyonlar ve Açıklayıcı İstatistikler

Ort.	Std. Sap.		1	2	3	4	5	
6.72	2.25	1	Takım Otonomisi	-				
6.38	1.93	2	Takım Üyesi Deneyimi	.28*	-			
6.85	2.70	3	Takım İstikrarı	.35*	.31*	-		
7.17	1.51	4	Takım Güvenliği	.40*	.32*	.42*	-	
5.32	2.80	5	Takım Öğrenmesi	.24*	.24*	.16*	.29*	-
			Composite Reliability	.85	.77	.85	.91	.86
			Cronbach's α	.85	.77	.83	.91	.84

* $p < .01$

4. Analizler ve Sonuçlar

Araştırmanın hipotezlerini test etmek için Yapısal Eşitlik Modeli, Maksimum Likelihood (ML) yaklaşımı AMOS 20.0 programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir (H1, H2, H3, H4) (Bentler, 1995, Kline, 1998). Modelin istatistiksel anlamlılığını değerlendirmek için, bootstrapping yöntemi ile tek adımlı aracılık (mediator) yaklaşımı kullanılmıştır (95% güven aralığında ve 5000 bootstrap örneklem) (Hayes 2009). Analiz sonuçları Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Analiz Sonuçları

Bulgular, takım faktörlerinin takım güveniyle pozitif doğrusal ilişkili olduğuna ilişkin hipotezi desteklemektedir. Takım Otonomisi, H1 ($t = 4.70$, $\beta = .26$, $p < .01$), Takım

İstikrarı, H2 (t: 5.01, β : .27, $p < .01$) ve Takım Üyesi Deneyimi, H3 (t: 2.96, β : .17, $p < .01$), Takım Güveni ile anlamlı derecede pozitif ilişkilidir.

Arabulucu etkileri içeren H4 hipotezi takım güveniyle takım faktörleri ve takım öğrenmesi açısından test edilmiştir. Sonuçları değerlendirmek için geleneksel Baron ve Kenny (1986) yaklaşımından farklı bir uygulama olan Zhao, Lynch ve Chen (2010) arabuluculuk tipolojisi kullanılmıştır.

Tablo 2. Aracılık Etkisi

Takım Öğrenmesi	Takım Otonomisi	Takım İstikrarı	Takım Üyesi Deneyimi
Doğrudan Etki	.053	.901	.025
Dolaylı Etki (Takım Güveni aracılığıyla)	.001	.001	.018
	Tamamlayıcı Aracılık	Sadece Dolaylı Aracılık	Tamamlayıcı Aracılık
Uyum Ölçümü	İçsel Yapı		Nihai Model
R^2	Takım Güveni		.28
	Takım Öğrenmesi		.12

Otonomi ve takım üyeleri deneyimi ve takım öğrenmesi arasında tamamlayıcı arabuluculuk (Baron ve Kenny (1986) yaklaşımına göre kısmi arabuluculuk) ilişkisi görülmektedir. Ayrıca, takım istikrarı ve takım öğrenmesi arasında dolaylı arabuluculuk (Baron ve Kenny (1986) yaklaşımı ile tam arabuluculuk) ilişkisi vardır. Dolayısıyla takım güveni; takım faktörleri ve takım öğrenmesi arasında ilişkiye aracılık etmektedir. Takım güveni takım faktörleri üzerindeki değişkenliğin % 28'ini ($R^2 = .28$) açıklamaktadır. Benzer şekilde takım güveni takım öğrenme üzerindeki değişkenliğin % 12'sini ($R^2 = .12$) açıklamaktadır.

4.1. Tartışma

Bu çalışma takım yönetimi faktörleri (otonomi, istikrar, üye deneyimi), takım güveni ve NPD proje takımlarında öğrenmeyle ilgili potansiyel karşılıklı ilişkileri anlamak ve araştırmacılara ve uygulayıcılara bunlarla ilgili bir model sunarak teknoloji ve inovasyon yönetimi literatürüne katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Örgütlerde güven her ne kadar birçok çalışmada ele alınmış olsa da, bu çalışma örgütün alt birimi olan takım yönetimi alanında takım güvenine yönelik bu konudaki birikimi genişletmektedir. Bu çalışmanın bulguları takım faktörlerinin, takım güveninin ve takımın öğrenmesinin kavramsallaştırılmasına ilişkin teorik çerçeveden uyarlanan hipotezlerimizi desteklemektedir. Çalışma aynı zamanda takımların sahip olduğu otonominin, takım üyelerinin deneyimi ve takım öğrenmesi üzerinde etkili olduğunu ve güvenin bu ilişkilere aracılık ettiğini göstermektedir. Bulgular takımın sahip olduğu otonominin takım üyelerinin kişisel özellikleri ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Otonomi, takım üyeleri arasındaki bürokratik ilişkileri azaltacak bir çalışma ortamını teşvik eder. Otonomi ile bireyler farklılıklarını daha açık bir şekilde gösterebilmekte ve özellikle kişilerin sosyal boyutları ön plana çıkabilmektedir (Barrick ve Mount, 1993). Böylece, üyelerin birbirlerini tanıması ve güven

geliştirmesi sağlanabilmektedir. Öte yandan, otonomi devamsızlık ile ters yönlü bir ilişki içindedir (Rousseau ve Aubé, 2013). Takım üyeleri otonomi halinde muhtemelen daha az devamsızlık göstermekte ve takım çalışmasına daha düzenli ve etkili bir şekilde katılmaktadırlar. Bu bağlamda takım üyeleri iş yükünün daha adaletli dağıldığını düşünerek güven ortamına katkıda bulunurlar.

Bu çalışma, takım istikrarının takımda güven üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Takıma katılan yeni bireylerin sosyalleşmesi zaman aldığından, istikrarsız takımlarda yeni takım üyeleri, diğerleri tarafından kolayca kabul edilemeyebilir (Akgün ve Lynn, 2002). Takım üyeleri ancak kabul gördükleri bir takımda iyi ilişkiler içinde bulunabilirler. Bu nedenle takımdaki istikrar, bu sorunların üstesinden gelmeye yardımcı olur. İstikrarlı olan takımlarda takım üyeleri birbirlerini tanıma şansına sahip olacak ve kimsenin yabancılaşma hissetmeyeceği bir atmosfer oluşturabileceklerdir.

Kuşkusuz takımlar, görevleri yerine getirmek için gerekli beceri ve tecrübeye sahip üyelere ihtiyaç duyar. Bununla birlikte, öncesinde de belirtildiği gibi, yalnızca gerekli beceri ve bilgiye sahip olmak, etkili performansın sürdürülmesi için yeterli değildir. Takımlarda sosyal beceriler de önemlidir. Yetkinlik seviyesi daha az olan takım üyeleri, takım çalışmasında yetersizliklerini farkına varamamakta, zaman zaman takıma yaptıkları katkıyı olduğundan fazla değerlendirebilmektedirler (Ohland ve diğerleri, 2012). Bu durumda takımda huzursuzluk görülmekte ve güven ortamı zedelenmektedir. Etkin performans gösteren üyeler hem bireyler arası rekabete hem de diğer üyelerin bakış açılarına ve düşüncelerine saygı duyarak, sağlıklı çalışma ilişkileri geliştirme yetkinliğine sahiptirler (Medsker ve Campion 1998).

Takımlarda güven, takımdaki çıktılar ve süreçleri dolaylı olarak etkileyerek ve takım içerisindeki ilişkileri ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları da takım güveninin değişkenler arasındaki ilişkileri ve etki derecesini değiştirdiğini göstermektedir. Bu durum, örgüt çalışmalarında önemli bir değişken olan güvenin, NPD takımları için de aynı derecede önemli olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda, güvenin, takım faktörleri ve takım öğrenmesi arasındaki ilişkilere aracılık ettiği görülmektedir. Güven bir harç vazifesi görerek, takımı bir araya getirir ve takım halinde ilişkiler ve sosyal ağ geliştirip yoğun rekabet ortamında hayatta kalmanın yollarını açar. Örneğin, sahip olunan otonomi, üyelerin kendi kararlarını ve zaman planlamalarını yapmalarını sağlar. Bu nedenle üyeler, çalışmalarıyla ilgili daha fazla bilgi sahibi olmalarını sağlayacak yollar seçerler ve bu doğrultuda kararlar verirler (Leach ve diğerleri, 2005). Ancak takım üyeleri doğal olarak kendileri için değerli gördükleri ve önem verdikleri bilgileri paylaşma eğiliminde olmayabilir veya diğer takım üyeleri tarafından yanlış anlaşılmaktan veya eleştirilmekten çekinebilirler (Ardichvili ve diğerleri, 2003). Güven, üyeler arasında "iki yönlü" bir köprü oluşturur. Böylece, birbirlerine güvenen üyeler, bilgilerini diğerleriyle paylaşabilir ve aynı zamanda bilgiyi paylaşarak ilişkileri ve birbirlerine karşı olumlu tutum geliştirebilirler (Hsu ve diğerleri, 2007).

Bu çalışmadan ortaya çıkan önemli sonuçlardan biri, takım güveninin, takım istikrarı ve takım öğrenmesi arasındaki ilişkiye tam aracılık etmesidir. Lynn ve Akgün'e (2002) göre, takım istikrarının NPD projeleri gibi zorlayıcı koşullar altında takım öğrenmesi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını öne sürmektedirler. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar da bu iddiayı desteklemektedir. Bu araştırmanın sonuçları, takım

üyelerinin birbirlerine güvenmeleri durumunda, takım üyeleri için öğrenme ortamı sağlanabileceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, eğer takımda güven sağlanmamış ise takım üyeleri uzun süredir beraber çalışıyor olsalar dahi, takım öğrenmesine bir katkı sağlayamayabilirler.

4.2. Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu çalışma, özellikle araştırma örnekleminde ve anket çalışmalarına özgü sınırlılıklara tabidir. Bunların başında, araştırmanın bulgularının tek kaynaktan elde edilmesi, katılımcıların kendi beyanlarına dayanması ve geriye dönük raporlama kullanılması gelmektedir. Çeşitli araştırmacılar (Gupta ve Beehr, 1982), tek kaynaktan veri elde eden bir metodoloji kullanan çalışmaların yapay interkorelasyona maruz kalabileceğini belirtmişlerdir. Fakat Avolio ve diğ. (1991)'a göre, verileri tek kaynaktan toplamanın daha düşük geçerlilik sağlayacağını varsaymak genelleyici bir yaklaşım olmaktadır. Yanıtların potansiyel olarak yanlı olabileceği ve bunun olası etkileri küçümsenmemelidir. Ancak bu çalışmada aranan sonuçlar ve elde edilmesi beklenen veriler, veri toplamada kullanılan yöntemler uyumludur.

Bir başka kısıt olarak, projelerin tamamlanma zamanı ile veri toplanması arasındaki zaman gecikmesi gösterilebilir. Geçmişe yönelik ifadeler içeren sorularda cevapların kesinliği sorgulanabilir. Miller ve diğ. (1997), raporlanan ölçeklerin güvenilir ve geçerli olması koşuluyla, geçmişe dönük veri kullanımının kabul edilebilir bir yöntem olduğunu ileri sürmüştür. Daha önce belirtildiği gibi, bu çalışmada kullanılan ölçekler literatürde yerleşik ölçekler olmakla birlikte yeterli güvenilirlik ve geçerlilik sağlamaktadırlar. Bu alanda yapılacak diğer çalışmalar tek kaynaktan veri toplama ve kolayda örnekleme hususları bakımından gelişmeye açıktır. Örneğin, bir ürün geliştirme ekibinde bazı bilgiler proje lideri tarafından sağlanabilirken, diğer bilgiler pazarlama temsilcisi tarafından sağlanabilir. Bu yaklaşımın bir başka biçimi, birden fazla kaynaktan eksiksiz veri elde etmektir; böylece alanlar arası güvenilirlik ve yanıtların yanlılığı gibi sorunlar azaltılabilir.

Mevcut çalışma, Amerika Birleşik Devletleri kuzeydoğu bölgesindeki teknoloji temelli şirketleri incelemiştir ve dolayısı ile sonuçlar bu bölge ve endüstriye ait bulguları yansıtmaktadır. Ayrıca, ele alınan ürün geliştirme projelerinin çoğunluğu büyük ölçekli firmalarda gerçekleşmiştir. Gelecekteki benzer araştırmalar, Avrupa ve Asya gibi diğer endüstrilerden ve dünyanın diğer bölgelerinden her boyutta firmaların örneklerini kullanarak araştırma sorularını ve sonuçları genelleştirebilirler. Ayrıca Türkiye’de faaliyet yürüten teknoloji şirketleri ile de benzer çalışmalar yapılarak sonuçların karşılaştırılmasına imkân sağlanabilir.

Bu çalışma takım güveninin takım araştırması için aracılık etkisi olduğuna ilişkin ampirik kanıt sağlarken, gelecek araştırmalar bu ilişkinin takım çıktılarını ve performanslarını nasıl etkilediğini ele alabilirler. Örneğin gelecekteki araştırmalar takım güveninin ve takımın öğrenmesinin yeni ürün başarısına, pazara giriş hızına veya takım verimliliğine nasıl katkıda bulunduğu incelenebilir. Bu çalışmada takım otonomisi, takım üyesi deneyimi ve takım istikrarı olmak üzere üç faktör araştırılmıştır. Gelecekteki çalışmalar, takım güçlendirmesi, yönetim katılımı ve yönetim desteği vb. gibi diğer faktörleri araştırma modellerine dâhil edebilirler. Son olarak zaman, güvenin geliştirilmesi ve sürdürülmesinde önemli bir rol oynar (Schoorman ve diğerleri, 2007) ve değişkenler hakkında daha derinlemesine sonuçlar elde edebilmek için uzlamsal nitelikte çalışmalar yapılabilir.

5. Kaynakça

- Adams, M. E., Day, G. S., ve Dougherty, D. (1998), "Enhancing new product development performance: an organizational learning perspective", *Journal of Product Innovation Management*, Vol.15 No:5, pp. 403-422.
- Akgün, A. E., ve Lynn, G.S. (2002)a, "Antecedents and consequences of team stability on new product development performance", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 19 No: 3-4, pp. 263-286.
- Akgun, A. E., Byrne, J. C., Keskin, H., ve Lynn, G. S. (2006), "Transactive memory system in new product development teams", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 53, pp. 95-111.
- Akgün, A., Keskin, H., Lynn, G., ve Dogan, D. (2012), "Antecedents and consequences of team sensemaking capability in product development projects", *R&D Management*, Vol. 42 No: 5, pp.473-493.
- Akgün, A.E. ve Lynn, G.S.(2002)b, "New product development team improvisation and speed-to-market: an extended model", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 5 No: 3, pp.117 – 129
- Anderson, J. C. Ve Gerbing, D. W. (1988), "Structural Equation Modeling in Practice: A Review and Recommended Two-Step Approach", *Psychological Bulletin*, Vol. 103 No: 3, pp. 411-423
- Andres, H., ve Shipps, B. (2010), "Team learning in technology-mediated distributed teams", *Journal of information systems education*, Vol. 21 No: 2, pp. 213-222.
- Ardichvili, A., Page, V., ve Wentling, T., (2003), "Motivation and barriers to participation in virtual knowledge-sharing communities of practice", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 7 No. 1, pp. 64-77.
- Argyris, C. (1962), *Interpersonal competence and organizational effectiveness*, Homewood, IL: Dorsey
- Atuahene-Gima, K., ve Li, H. (2002), "When does trust matter? Antecedents and contingent effects of supervisee trust on performance in selling new products in China and the United States", *The Journal of Marketing*, Vol. 66 No: 3, pp. 61-81.
- Aulakh, P. S., Kotabe, M., ve Sahay, A. (1997), "Trust and performance in cross-border marketing partnerships", *Cooperative Strategies: North American perspectives*, Vol. 1, pp. 163.
- Avolio, B.J., Yammarino, F.J. ve Bass, B.M.(1991), "Identifying common methods variance with data collected from a single source: An unresolved sticky issue", *Journal of Management*, Vol. 17 No:3, pp. 571-587.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of Human Behavior*, New York: Academic Press.
- Barrick, M. R., ve Mount, M. K. (1993). "Autonomy as a moderator of the relationships between the Big Five personality dimensions and job performance", *Journal of Applied Psychology*, Vol. 78 No:1, pp. 111.
- Baron, R. ve Kenny, D. A. (1986), "Moderator Mediator Variables Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations," *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 51 No:6, pp. 1173-82

- Bartezzaghi, E., Corso, M., ve Verganti, R. (1997), "Continuous improvement and inter-project learning in new product development", *International Journal of Technology Management*, Vol.14 No:1, pp. 116-138.
- Bentler, P.M., (1995), *EQS Structural Equations Program Manual*. BMDP Statistical Software Inc., California.
- Boss, R. W. (1978), "Trust and managerial problem solving revisited", *Group & Organization Studies*, Vol. 3 No:3, pp. 331.
- Brooks, A. K. (1994), "Power and the production of Knowledge: Collective team learning in work organizations", *Human Resource Development Quarterly*, Vol.5 No:3, pp. 213-234
- Burdett, J. (2003), "Making groups work: University students' perceptions", *International Education Journal*, Vol. 4 No:3, pp. 177-191.
- Chen, J., Reilly, R. R., ve Lynn, G. S. (2005), "The impacts of speed-to-market on new product success: the moderating effects of uncertainty", *Engineering Management, IEEE Transactions on*, Vol. 52 No:2, pp. 199-212.
- Colquitt, J. A., Scott, B. A., ve LePine, J. A. (2007), "Trust, trustworthiness, and trust propensity: a meta-analytic test of their unique relationships with risk taking and job performance", *Journal of Applied Psychology*, Vol.92 No:4, pp. 909.
- Cordery, J. L., Morrison, D., Wright, B. M. ve Wall, T. D. (2010), "The impact of autonomy and task uncertainty on team performance: A longitudinal field study", *Journal Organizational Behavior*, Vol. 31, pp. 240-258
- Costa, A. C. (2003), "Work team trust and effectiveness", *Personnel Review*, Vol. 32 No:5, 605-622
- Costa, A. C., Roe, R. A., ve Taillieu, T. (2001), "Trust within teams: The relation with performance effectiveness", *European Journal of Work and Organizational Psychology*, Vol. 10 No:3, pp. 225-244
- Dayan, M. (2010), "Managerial trust and NPD team performance: team commitment and longevity as mediators", *Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol. 25 No:2, pp. 94-105
- De Leede, J., Nijhof, A.H. ve Fisscher, O.A., (1999), "The myth of self-managing teams: A reflection on the allocation of responsibilities between individuals, teams and the organization", *Journal of Business Ethics*, Vol. 21 No: 2-3, pp.203-215.
- De Vries, R. E. (2006), "Explaining knowledge sharing: The role of team communication styles, job satisfaction, and performance beliefs", *Communication Research*, Vol. 33 No:2, pp. 115-135
- Deeter-Schmelz, D. R ve Ramsey, R. (1995), "A conceptualization of the functions and roles of formalized", *The Journal of Personal Selling & Sales Management*, Vol. 15No:2, pp. 47-60.
- Diallo, A., ve Thuillier, D. (2005), "The success of international development projects, trust and communication: an African perspective", *International Journal of Project Management*, Vol 23 No:3, pp. 237-252
- Ding, Z., Ng, F. ve Li, J., 2014. "A parallel multiple mediator model of knowledge sharing in architectural design project teams", *International Journal of Project Management*, Vol. 32 No:1, pp.54-65

- Dirks, K. T. (1999), "The effects of interpersonal trust on work group performance", *Journal of Applied Psychology*, Vol. 84 No: 3, pp. 445.
- Dodgson, M. (1993), "Organizational learning: a review of some literatures", *Organization Studies*, Vol. 14 No:3, pp. 375-394.
- Driscoll, J. W. (1978), "Trust and participation in organizational decision making as predictors of satisfaction", *Academy of Management Journal*, Vol. 21, pp. 44-56.
- Edmondson, A. (1999). "Psychological safety and learning behavior in work teams", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 44 No:2, pp. 350-383.
- Edmondson, A. (2012), "Teamwork on the Fly", *Harvard Business Review*, Vol. 90 No:4, pp. 72-81.
- Eisenhardt, K. M., ve Tabrizi, B. N. (1995), "Accelerating adaptive processes: Product innovation in the global computer industry", *Administrative Science Quarterly*, pp. 84-110.
- Enkel, E., Perez-Freije, J., ve Gassmann, O. (2005), "Minimizing market risks through customer integration in new product development: learning from bad practice", *Creativity and Innovation Management*, Vol. 14 No:4, pp. 425-437.
- Ernst, C., ve Chrobot-Mason, D. (2011), "Flat world, hard boundaries: How to lead across them", *MIT Sloan Management Review*, Vol. 52 No:3, pp. 81-88.
- Ettlie, J., ve Rubenstein, A. (1987), "Firm size and product innovation", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 4, pp. 89- 108.
- Farris, G. F., Senner, E. E. ve Butterfield, D. A. (1973), "Trust, culture, and organizational behavior", *Industrial Relations*, Vol. 12 No:2, pp. 144-157
- Florice, S., ve Miller, R. (2001), "Strategizing for anticipated risks and turbulence in large-scale engineering projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 19 No:8, pp. 445-455.
- Fornell, C. ve Larcker, D. F. (1981), "Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error", *Journal of Marketing Research*, Vol. 18 No:3, pp. 39-51.
- Friedlander, F. (1970), "The primacy of trust as a facilitator of further group accomplishment", *Journal of Applied Behavioral Science*, Vol. 6, pp. 387-400
- Garrison, G., Wakefield, R. L., Harvey, M., ve Kim, S. H. (2010), "Exploring perceptions of 'foreignness' in virtual teams: Its impact on team member satisfaction and turnover intention", *Asia Pacific Journal of Information Systems*, Vol. 20 No:1, pp. 101-125.
- Gerwin, D. ve Moffat, L. (1997)a, "Authorizing processes changing team autonomy during new product development", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 14, No: 3-4, pp. 291-313.
- Gerwin, D. ve Moffat, L., (1997)b, "Withdrawal of team autonomy during concurrent engineering", *Management Science*, Vol. 43 No:9, pp.1275-1287.
- Gupta, N. ve Beehr, T. A. (1982), "A test of the correspondence between self-reports and alternative data sources about work organizations", *Journal of Vocational Behavior*, Vol. 20 No:1, pp. 1-13.
- Hackman, J. R., ve Wageman, R. (2005), "a Theory of team coaching", *Academy of Management Review*, Vol. 30 No:2, pp. 269-287.

- Han, J. K., Kim, N., ve Srivastava, R. K. (1998), "Market orientation and organizational performance: Is innovation a missing link?", *The Journal of Marketing*, Vol. 62 No:4, pp. 30-45.
- Harris, P.R. ve Moran, R.T. (1999), "*Managing Cultural Difference – Leadership Strategies for a New World of Business*", Gulf Publishing Company, Houston, TX
- Hart, K. M., Capps, H. R., Cangemi, J. P., ve Caillouet, L. M. (1986), "Exploring organizational trust and its multiple dimensions: A case study of General Motors", *Organization Development Journal*, Vol. 4 No:2, pp. 31-39.
- Harvey, M., Hartnell, C., ve Novicevic, M., (2004), "The inpatriation of foreign healthcare workers: A potential remedy for the chronic shortage of professionals", *International Journal of Intercultural Relations*, Vol. 28, No. 2, pp. 56-67.
- Hayes, A.F., (2009), "Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium", *Communication monographs*, Vol. 76 No:4, pp.408-420.
- Henttonen, K. ve Blomqvist, K., (2005), "Managing distance in a global virtual team: the evolution of trust through technology-mediated relational communication", *Strategic Change*, Vol. 14 No:2, pp.107-119.
- Hewett, K. ve Bearden, W.O., (2001), "Dependence, trust, and relational behavior on the part of foreign subsidiary marketing operations: implications for managing global marketing operations", *Journal of Marketing*, Vol.65, pp. 51–66.
- Hisrich, R.D., Peters, M.P., ve Shepherd, D.A., (2010), *Entrepreneurship*, New York: McGraw-Hill.
- Holton, J. a. (2001), "Building trust and collaboration in a virtual team", *Team Performance Management: An International Journal*, Vol. 7 No: 3/4, pp. 36–47.
- Hsu, M.H., Ju, T.L., Yen, C.H. ve Chang, C.M., (2007), "Knowledge sharing behavior in virtual communities: The relationship between trust, self-efficacy, and outcome expectations", *International journal of human-computer studies*, Vol.65 No:2, pp.153-169.
- Hughes, G. D., ve Chafin, D. C. (1996), "Turning new product development into a continuous learning process", *Journal of Product Innovation Management*, Vol.13 No:2, pp. 89-104.
- Ilgen, D. R., Hollenbeck, J. R., Johnson, M., ve Jundt, D. (2005), "Teams in organizations: from input-process-output models to IMO models", *Annual Review of Psychology*, Vol. 56, 517–43
- Janz, B. D., Colquitt, J. A., ve Noe, R. A. (1997), "Knowledge worker team effectiveness: the role of autonomy, interdependence, team development, and contextual support variables", *Personnel Psychology*, Vol. 50 No:4, pp. 877–904
- Jarvenpaa, S. L., Knoll, K., ve Leidner, D. E. (1998), "Is anybody out there? Antecedents of trust in global virtual teams", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 14 No:4, pp. 29–64.
- Jassawalla, A. R., ve Sashittal, H. C. (1998). "An examination of collaboration in high-technology new product development processes", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 15 No:3, pp. 237-254.

- Jonassen, D., Strobel, J. ve Lee, C.B., (2006), "Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators", *Journal of engineering education*, Vol. 95 No:2, pp.139-151.
- Jones, A., ve Jones, D. (2011), "Improving teamwork, trust and safety: An ethnographic study of an interprofessional initiative", *Journal of Interprofessional Care*, Vol. 25, pp. 175–181.
- Joo, B.-K. B., Song, J. H., Lim, D. H., ve Yoon, S. W. (2012), "Team creativity: the effects of perceived learning culture, developmental feedback and team cohesion", *International Journal of Training and Development*, Vol.16 No:2, pp. 77–91
- Jung, D. I., ve Avolio, B. J. (2000), "Opening the black box: An experimental investigation of the mediating effects of trust and value congruence on transformational and transactional leadership", *Journal of Organizational Behavior*, Vol. 21 No:8, pp. 949-964.
- Kanawattanachai, P. ve Yoo, Y. (2002), "Dynamic nature of trust in virtual teams", *Strategic Information Systems*, Vol. 11, pp. 187–213.
- Keller, R. T. (2001), "Cross-functional project groups in research and new product development: Diversity, communications, job stress, and outcomes", *Academy of Management Journal*, Vol. 44 No:3, pp. 547-555.
- Kirkman, B. L., Lowe, K. B., ve Gibson, C. B. (2006), "A quarter century of culture's consequences: A review of empirical research incorporating Hofstede's cultural values framework", *Journal of International Business Studies*, Vol. 37 No:3, pp. 285-320
- Kline, R.B. (1998), *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. Concordia University, Montreal, Canada.
- Kostopoulos, K. C., ve Bozionelos, N. (2011), "Team exploratory and exploitative learning: Psychological safety, task conflict, and team performance", *Group & Organization Management*, Vol.36 No:3, pp. 385–415.
- Krecic, M. J., ve Grmek, M. I. (2008), "Cooperative learning and team culture in schools: Conditions for teachers' professional development", *Teaching and Teacher Education*, Vol.24, pp. 59–68
- Lagrosen, S., ve Lagrosen, Y. (2012), "Trust and quality management: Perspectives from marketing and organisational learning", *Total Quality Management & Business Excellence*, Vol. 23 No:1, pp. 13.
- Langfred, C. W. (2004). "Too much of a good thing? Negative effects of high trust and individual autonomy in self-managing teams", *Academy of management journal*, Vol. 47 No:3, pp. 385-399.
- Langfred, C. W. (2007). "The Downside of Self-Management: A Longitudinal Study of the Effects of Conflict on Trust, Autonomy, and Task Interdependence in Self-Managing Teams", *Academy of Management Journal*, Vol. 50 No:4, pp. 885-900.
- Larson, E., ve Gobeli, D. (1988), "Organizing for product development projects", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 5, pp. 180–190.
- Leach, D. J., Wall, T. D., Rogelberg, S. G. ve Jackson, P. R. (2005), "Team autonomy, performance, and member job strain: Uncovering the teamwork KSA link", *Applied Psychology: An International Review*, Vol. 54, pp. 1–24.

- Liu, D., Chen, X. P., ve Yao, X. (2011). "From Autonomy to Creativity: A Multilevel Investigation of The Mediating Role of Harmonious Passion", *Journal of Applied Psychology*, Vol. 96 No:2, pp. 294.
- Lynn, G. S., Akgün, A. E., ve Keskin, H. (2003), "Accelerated learning in new product development teams", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 6 No:4, pp. 201-212.
- Lynn, G.S., Reilly, R.R. ve Akgun, A.E., (2000), "Knowledge management in new product teams: practices and outcomes", *IEEE transactions on Engineering Management*, Vol. 47 No: 2, pp.221-231.
- Lynn, G.S., Skov, R.B. ve Abel, K.D., (1999), "Practices that support team learning and their impact on speed to market and new product success", *Journal of Product Innovation Management*, Vol.16 No:5, pp.439-454.
- Marks, M. A., Mathieu, J. E., ve Zaccaro, S. J. (2001), "A temporally based framework and taxonomy of team processes", *Academy of Management Review*, Vol. 26 No:3, pp. 356-376.
- Mathieu, J., Maynard, M. T., Rapp, T., ve Gilson, L. (2008), "Team effectiveness 1997-2007: A review of recent advancements and a glimpse into the future", *Journal of Management*, Vol.34 No:3, pp. 410-476
- Maurer, I. (2010). How to build trust in inter-organizational projects: The impact of project staffing and project rewards on the formation of trust, knowledge acquisition and product innovation. *International Journal of Project Management*, 28(7), 629-637
- Mayer, R. C., ve Gavin, M. B. (2005). "Trust in management and performance: who minds the shop while the employees watch the boss?", *Academy of Management Journal*, Vol. 48 No: 5, pp. 874-888.
- Medsker, G.J. ve Campion, M.A., (1997), *Job and team design*, Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management, Third Edition, pp.868-898.
- Mierlo, H.V., Rutte, C.G., Vermunt, J.K., Kompier, M.A.J. ve Doorewaard, J.A.C.M., (2007), "A multi-level mediation model of the relationships between team autonomy, individual task design and psychological well-being", *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, Vol. 80 No:4, pp.647-664.
- Miller, C.C., Cardinal, L.B. ve Glick, W.H., (1997), "Retrospective reports in organizational research: A reexamination of recent evidence", *Academy of Management Journal*, Vol. 40 No:1, pp.189-204.
- Moe, N. B., ve Šmite, D. (2008), "Understanding a lack of trust in Global Software Teams: a multiple-case study", *Software Process: Improvement and Practice*, Vol. 13 No:3, pp. 217-231.
- Muhammad, A. J., ve Ha-Brookshire, J. E. (2011), "Exploring job responsibilities and requirements of US textile and apparel sourcing personnel", *Journal of Fashion Marketing and Management*, Vol. 15 No:1, pp. 41-57
- Murray, B.R. ve Mount, M. K., (1993), "Autonomy as a moderator of the relationships between the Big Five personality dimensions and job performance", *Journal of Applied Psychology*, Vol. 78 No:1, pp. 111.

- Niu, K., Miles, G., Bach, S., ve Chinen, K. (2012), "Trust, learning and a firm's involvement in industrial clusters: A conceptual framework", *Competitiveness Review*, Vol. 22 No:2, pp. 133-146.
- Ochieng, E. G., ve Price, a. D. F. (2010), "Managing cross-cultural communication in multicultural construction project teams: The case of Kenya and UK", *International Journal of Project Management*, Vol. 28 No:5, pp. 449-460.
- Ohland, M. W., Carolina, N., Bullard, L. G., Felder, R. M., ve Layton, R. A. (2012), "Assessment of team member effectiveness : Development of a behaviorally anchored rating scale for self- and peer evaluation university of Michigan", *Academy of Management Learning & Education*, Vol. 11 No:4, pp. 609-630.
- Olson, E. M., Walker, O. C., Ruekerf, R. W., ve Bonnerd, J. M. (2001), "Patterns of cooperation during new product development among marketing, operations and R&D: Implications for project performance", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 18 No:4, pp. 258-271.
- Park, J.-G., ve Lee, J. (2013), "Knowledge sharing in information systems development projects: Explicating the role of dependence and trust", *International Journal of Project Management*, Vol. 32 No: 1, pp.153-165
- Patanakul, P., Chen, J., ve Lynn, G. S. (2012), "Autonomous teams and new product development", *Journal of Product Innovation Management*, Vol.29 No:5, pp. 734-750
- Pelled, L.H., Eisenhardt, K.M. ve Xin, K.R., (1999), "Exploring the black box: An analysis of work group diversity, conflict and performance", *Administrative science quarterly*, Vol. 44 No:1, pp.1-28.
- Porter, T. W., ve Lilly, B. S. (1996), "The effects of conflict, trust, and task commitment on project team performance", *International Journal of Conflict Management*, Vol.7 No:4, pp. 361-376
- Rajagopal, D. ve Rajagopal, A. (2006), "Trust and cross-cultural dissimilarities in corporate environment", *Team Performance Management*, Vol. 12 No: 7/8, pp. 237-252.
- Rajagopal, A., (1994), *Rural Marketing in India-Policy and Approach*, Discovery, New Delhi, pp. 116-17.
- Rochford, L., ve Rudelius, W. (1992), "How involving more functional areas within a firm affects the new product process", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 9 No:4, pp 289- 299.
- Rolfsen, M., ve Langeland, C. (2012), "Successful maintenance practice through team autonomy", *Employee Relations*, Vol. 34 No:3, pp. 306-321.
- Rousseau, V. ve Aubé, C., (2013), "Collective autonomy and absenteeism within work teams: A team motivation approach", *The Journal of Psychology*, Vol.147 No:2, pp.153-175.
- Sako, M. (1998), *Does trust improve business performance?*, Oxford University Press, Oxford
- Sarin, S., ve McDermott, C. (2003), "The Effect of Team Leader Characteristics on Learning, Knowledge Application, and Performance of Cross-Functional New Product Development Teams", *Decision Sciences*, Vol. 34 No:4, pp. 707-739.

- Schaffer, S.P., Lei, K. ve Paulino, L.R., (2008), "A framework for cross-disciplinary team learning and performance", *Performance Improvement Quarterly*, Vol. 21 No:3, pp.7.
- Schoorman, F.D., Mayer, R.C. ve Davis, J.H., (2007), "An integrative model of organizational trust: Past, present, and future", *Academy of Management Review*, Vol. 32 No:2, pp.344-354.
- Sengün, A. E., ve Önder, Ç. (2011), "The conditional impact of competence trust on inter-firm learning in a collectivist SME context", *Industry and Innovation*, Vol. 18 No:8, pp. 791
- Senior, B. (1997), "Team roles and team performance: is there "really" a link?", *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, Vol. 70 No: 3, pp 241–258
- Sethi, R. (2000), "New product quality and product development teams", *Journal of Marketing*, Vol. 64 No:2, pp. 1–14.
- Slotegraaf, R.J. ve Atuahene-Gima, K., (2011), "Product development team stability and new product advantage: The role of decision-making processes", *Journal of Marketing*, Vol. 75 No:1, pp.96-108.
- Souder, W. E., Sherman, J. D., ve Davies-Cooper, R. (1998), "Environmental uncertainty, organizational integration, and new product development effectiveness: a test of contingency theory", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 15 No:6, pp. 520-533.
- Stevens, M. J., ve Campion, M. A. (1994), "The knowledge , skill , and ability requirements for teamwork : Implications for human resource management", *Journal of Management*, Vol. 20 No:2, pp. 503–530.
- Suikki, R., Tromstedt, R., ve Haapasalo, H. (2006), "Project management competence development framework in turbulent business environment", *Technovation*, Vol. 26 No:5, pp. 723-738.
- Swift, P. E., ve Hwang, A. (2013), "The impact of affective and cognitive trust on knowledge sharing and organizational learning", *The Learning Organization*, Vol. 20 No:1, pp. 20-37.
- Takeuchi, H., ve Nonaka, I. (1986), "The new product development game", *Harvard Business Review*, Vol. 64 No:1, pp. 137-146.
- Thamhain, H. (1990), "Managing technologically innovative team efforts toward new product success", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 7, pp. 5– 18.
- Tjosvold, D., Yu, Z., ve Hui, C. (2004), "Team learning from mistakes: The contribution of cooperative goals and problem-solving", *Journal of Management Studies*, Vol. 41 No:7, pp. 1223–1245
- Weick, K. E. ve Roberts, K. H. (1993), "Collective mind in organizations: Heedful interrelating on flight decks", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 38 No:3, pp. 357-381.
- Wickramasinghe, V., ve Widyaratne, R. (2012), "Effects of interpersonal trust, team leader support, rewards, and knowledge sharing mechanisms on knowledge sharing in project teams", *Vine: The Journal of Information and Knowledge Management Systems*, Vol.42 No:2, pp. 214-236.
- Yamaguchi, I. (2013), "A Japan–US cross-cultural study of relationships among team autonomy, organizational social capital, job satisfaction, and organizational

- commitment”, *International Journal of Intercultural Relations*, Vol. 37 No:1, pp. 58–71.
- Zaheer, A., McEvily, B., ve Perrone, V. (1998), “Does trust matter? Exploring the effects of interorganizational and interpersonal trust on performance”, *Organization Science*, Vol. 9 No:2, pp. 141-159.
- Zand, D. E. (1972), “Trust and managerial problem solving”, *Administrative Science Quarterly*, 229-239.
- Zárraga-Oberty, C., ve De Saá-Pérez, P. (2006), “Work teams to favor knowledge management: Towards communities of practice”, *European Business Review*, Vol. 18 No:1, pp. 60-76.
- Zhao, X., Lynch, J. G., ve Chen, Q. (2010), “Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis”, *Journal of Consumer Research*, Vol. 37 No:2, pp. 197-206.

Employees Technology Usage Adaptation Impact on Companies' Logistics Service Performance^(*)

Çalışanların Teknoloji Kullanım Adaptasyonunun Firmaların Lojistik Servis Performansına Etkisi

A. Zafer ACAR⁽¹⁾, Pınar GÜROL⁽²⁾

ABSTRACT: The information technology (IT) capability of companies is one of the determinants of their competitive power. However, IT outputs depend on employees intentions to use them. As a technological investment Port automation systems are widely used in container terminals. Therefore behavioral intention in the usage of various IT applications is one of the important factors that may affect logistics service performance. This study aims to explore the employees' technology usage adaptation impact on the logistics service performance of ports. In this context, the behavioral intentions of employees who use port automation systems are investigated using the Technological Acceptance Model.

Keywords: Competitive Power, Logistics Service Performance, Port Automation Systems, Technology Acceptance Model

ÖZ: Şirketlerin rekabet gücünü belirleyen faktörlerden biri de bilgi teknolojisi yetenekleridir. Ancak, bu yetenek çalışanların bunları kullanma niyetiyle ilişkilidir. Liman otomasyon sistemlerini teknolojik yatırım olarak incelediğimizde konteyner terminallerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sebepten bu teknolojilerin kullanımında davranışsal niyet lojistik servis performansını etkileyebilecek önemli faktörlerden biridir. Bu çalışma, çalışanların teknoloji kullanımındaki davranışsal niyetinin limanların lojistik servis performansı üzerindeki etkisini ortaya çıkartmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, liman otomasyon sistemlerini kullanan çalışanların davranışsal niyeti, Teknolojik Adaptasyon Modeli ile incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Rekabet Gücü, Lojistik Servis Performansı, Liman Otomasyon Sistemleri, Teknolojik Adaptasyon Modeli

JEL Kodları: L25, M10, M15

1. Introduction

In today's global business environment logistics services become a vital tool in gaining a competitive advantage. Transportation is one of the major functions of these logistics services. Today over 66% of world trade (value based) is transferred through maritime transportation (United Nations Conference on Trade and Development [UNCTAD], 2016: 6). According to the literature ports are an important complement

⁽¹⁾Piri Reis University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, International Logistics and Transportation Dept.; azacar@pirireis.edu.tr

⁽²⁾Piri Reis University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, International Logistics and Transportation Dept.; pinargurol@pirireis.edu.tr

^(*)This paper was presented at the "The 15th International Logistics and Supply Chain Congress (LMSCM)" on October 19-20, 2017.

to international trade and the global supply chain (Mangan and Lalwani, 2008: 30) and they are an integral part of maritime transportation due to the services they provide.

Today, like many other industries, competition in container port industry is more intense than before (Cullinane and Song, 2006: 86). So ports need to improve their

performance and efficiency (Lee, Kuo, and Chou, 2005: 544) to gain a competitive advantage. Information technology (IT), as a competitive weapon, may contribute to a firm's competitive advantage by providing cost leadership and product differentiation (Porter, 1985). In the global business environment the IT capabilities of companies are one of the determinants of their competitive power. While technological infrastructures need costly investments they also provide companies with the capabilities to exploit strategic opportunities.

As a critical IT capability port automation systems are a widely used technological investments in container terminals. On the other hand, generally, the efficient and effective outputs of these technologies depend on employees intention to use them.

This study aims to explore employees technology usage adaptation impact on ports logistics service performance. In this context the behavioral intentions of employees to use port automation systems is investigated according to Technological Acceptance Model (TAM). In this research process a questionnaire was designed and all constructs were measured using existing scales from previous studies. The relationships between all variables were tested using factor, reliability, correlation and regression analyses by the SPSS 23 statistical package program.

In this context this study is organized as follows. A part literature review of the main concepts of the study is given after which the methodology of the study, including questionnaire design and sampling, is presented and data analyses and findings are given. Finally, the results are discussed in the conclusion.

2. Literature Review

Due to the logistics services shift from low-value basic to high value-added services, IT has had the greatest impact on the minimizing of risks, standardizing processes and reducing uncertainty (Lai, Li, Wang, and Zhao, 2008: 25), but it depends on employees intention to use IT.

2.1. Information Technology Capabilities (ITC)

Capability is an ability to accomplish organizational goals in a competitive environment (Teece, Pisano, and Shuen, 1997: 513). In a research-based view, IT is considered as a distinct capability for companies which provides a competitive advantage (Mata, Fuerst, and Barney, 1995: 487; Bharadwaj, 2000: 171; Acar and Zehir, 2009) and if a company combines IT related resources to a unique IT capability, it can create competitive power (Santhanam and Hartono, 2003: 126). IT investment adds value to companies by improving organizational efficiency and effectiveness (Bhatt and Grover, 2005: 255). According to the literature ITC has three dimensions; IT Infrastructure (ITCI), IT Qualifications (ITQ), and IT Operations (ITO) (Turulja and Bajgorić, 2016: 150; Karagoz and Akgun, 2015:25; Kmiecik, Michna, and

Meczynska, 2012: 710; Lai et al., 2008; DeSarbo, Anthony Di Benedetto, and Sinha, 2005; Tippins and Sohi, 2003: 748).

2.2. Technology Acceptance Model

IT plays a critical role in a company's performance, but, without users, it will be valueless in regard to competitiveness. Therefore individual's behavioral intention to use a system has been measured by many researchers and models have been developed (Ajzen and Fishbein, 1980; Venkatesh, 1999; Davis, 1989; Davis, Bagozzi, and Warshaw, 1989; Venkatesh, and Davis, 2000). One of these models is TAM, which was created by Davis in 1989. According to this model "Perceived Usefulness (PU)" and "Perceived Ease of Use (PEOU)" are two dimensions of individual behavioral intention to use a technology (Davis, 1989: 320).

PU is a person's degree of belief that using a technological system will increase his/her job performance, and PEOU is a person's degree of belief that using a technological system requires no additional effort (Davis, 1989: 320).

3. Methodology

3.1. Conceptual Framework

The main focus of current empirical study is to evaluate the effects of port automation systems capabilities on logistics service performance. In this context, behavioral intentions of employees to use port automation systems are exposed by Technological Acceptance Model (TAM). In this connection, the hypotheses which we use in our study are improved according to scientific paradigms and we construct a model that explains the relationship between TAM, ITC, and LSP (Figure 1), with support from the contemporary literature, these hypotheses are expanded in Table 1:

Table 1. Hypotheses

H1	There is a positive, significant and direct relationship between TAM and ITC
H1aa	There is a positive, significant and direct relationship between PU and ITCI
H1ab	There is a positive, significant and direct relationship between PU and ITQ
H1ac	There is a positive, significant and direct relationship between PU and ITO
H1ba	There is a positive, significant and direct relationship between PEOU and ITCI
H1bb	There is a positive, significant and direct relationship between PEOU and ITQ
H1bc	There is a positive, significant and direct relationship between PEOU and ITO
H2	There is a positive, significant and direct relationship between ITI and ITC
H2a	There is a positive, significant and direct relationship between ITI and ITCI
H2b	There is a positive, significant and direct relationship between ITI and ITQ
H2c	There is a positive, significant and direct relationship between ITI and ITO
H3	There is a positive, significant and direct relationship between TAM and ITI
H3a	There is a positive, significant and direct relationship between PU and ITI
H3b	There is a positive, significant and direct relationship between PEOU and ITI
H4	There is a positive, significant and direct relationship between ITC and LSP
H4a	There is a positive, significant and direct relationship between ITCI and LSP

H4b	There is a positive, significant and direct relationship between ITQ and LSP
H4c	There is a positive, significant and direct relationship between ITO and LSP
H5	There is a positive, significant and direct relationship between TAM and LSP
H5a	There is a positive, significant and direct relationship between PU and LSP
H5b	There is a positive, significant and direct relationship between PEOU and LSP

According to the generated hypotheses the preliminary research model is depicted in Figure 1.

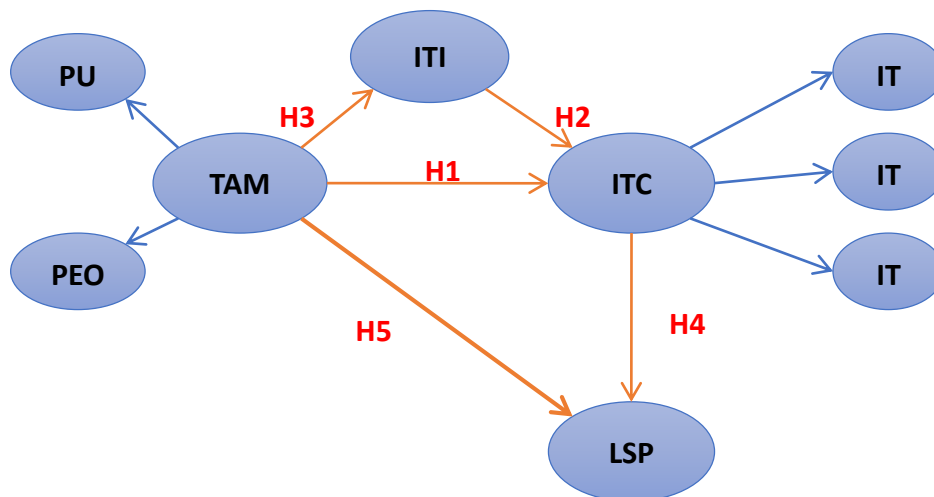


Figure 1. Research Model

3.2. Questionnaire Design

All constructs are measured using existing scales from previous literature, and adapted for the port industry. The first of these scales is the Technology Acceptance Model (TAM), and the questionnaire is taken from recent studies (Hamid, Razak, Bakar, and Abdullah, 2016; Abdullah, and Ward, 2016; Fathema, Shannon, and Ross, 2015; Wallace, and Sheetz, 2014; Joo, and Sang, 2013) which were generated according to Davis's study (1989). The second is Information Technology Investments (ITI), and the questionnaire was adapted from recent studies (González-Benito, 2007; Sriram, Stump, and Banerjee, 1997). The other scale is Information Technology Capability (ITC) and the questionnaire was adapted from recent studies (Turulja and Bajgorić, 2016; Karagoz and Akgun, 2015; Kmiecziak, Michna, and Meczynska, 2012; Lai, Li, Wang, and Zhao, 2008; DeSarbo, Anthony Di Benedetto, and Sinha, 2005; Tippins and Sohi, 2003). Finally, the Logistics Service Performance measurement tool is taken from recent studies (Acar and Zehir, 2010; Richey, Daugherty, and Roath, 2007; Lu, and Yang, 2006; Lynch, Keller, and Ozment, 2000; Morash, 2001).

3.3. Sampling and Data Collecting

To perform the analyses valid data was collected from employees of Turkish Container Terminals. A total of 62 questionnaires were returned from more than 11 ports. The descriptive statistics of the respondents are shown in Table 2. All items are measured on the 5 points Likert type scale (1= strongly disagree and 5= strongly agree). The relationships between all variables are tested using factor, reliability, correlation and regression analyses via the SPSS 23 statistical package program.

Table 2. Descriptive Statistics of the Sample

Hierarchical Status	Frequency	Percent	Education	Frequency	Percent
Owner/ Shareholder	1	1.61%	Primary School	3	4.84%
Top Level Man.	2	3.23%	High School	13	20.97%
Middle-Level Man.	15	24.19%	Vocational School	10	16.13%
Entry Level Man.	9	14.52%	Graduate	23	37.10%
Office Employee	12	19.35%	Masters/ PhD	13	20.97%
Fieldworker	23	37.10%	TOTAL	62	100%
TOTAL	62	100%			

Tenure	Current Company		Total	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent
1-4	28	45.16%	10	16.13%
5-10	18	29.03%	18	29.03%
11-19	13	20.97%	26	41.94%
20 >	3	4.84%	8	12.90%
TOTAL	62	100%	62	100%

Department	Frequency	Percent
Operations	29	46.77%
IT	3	4.84%
Sales and Marketing	7	11.29%
Administrative Services	7	11.29%
OTHER	16	25.81%
TOTAL	62	100%

3.4. Data Analyses and Findings

In this study all items and components are tested using comprehensive reliability analyses. The overall scale reliability test coefficient was determined as $\alpha = 0.790$; this value is above the recommended 0.70 threshold (Nunnally, 1978: 245), in the correlation matrix PEOU showed no strong mutual relationship with each other, so this item was removed, and after that, the reliability test was done again and the coefficient was determined as $\alpha = 0.840$; this value is significantly over the recommended 0.70 threshold. After removing PEOU the results of the correlation analysis reveal that all constructs which differed from each other as a factor also correlated each other positively and significantly.

Table 3. Correlation Matrix

	PU	ITCI	ITQ	ITO	ITI	LSP
PU	1					
ITCI	,409**	1				
ITQ	,529**	,431**	1			
ITO	.208	,413**	,540**	1		
ITI	,443**	,605**	,672**	,658**	1	
LSP	,280*	,299*	,574**	,528**	,416**	1

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

After correlation analysis the linear relationships are tested through regression analysis. According to the results given in Table 4 PU has statistically significant direct positive effects on the ITC dimensions of ITCI, and ITQ. Conversely, there is no significant proof of the effects of PU on ITO.

Table 4. The Effect of TAM on ITC

D. V.: ITCI	Beta	T	Sig.	Hypotheses	Results
PU	0.409***	3.468	.001	H1aa	Supported

$R^2=0,166$; $F=12,023$; $p<0,001$

D.V.: ITQ	Beta	T	Sig.	Hypotheses	Results
PU	0.529***	4.832	.000	H1ab	Supported

$R^2=0,280$; $F=23,344$; $p<0,001$

D. V.: ITO	Beta	T	Sig.	Hypotheses	Results
PU	.208	1.647	.105	H1ac	Not Supported

$R^2=0,043$; $F=2,711$; $p>0,05$

According to the results that are given in Table 5 ITI has statistically significant direct positive effects on all ITC dimensions.

Table 5. The Effect of ITI on ITC

D.V.: ITCI	Beta	T	Sig.	Hypotheses	Results
ITI	0.605***	5.886	.000	H2a	Supported

$R^2=0,366$; $F=34,643$; $p<0,001$

D.V.: ITQ	Beta	T	Sig.	Hypotheses	Results
ITI	0.672***	7.027	.000	H2b	Supported

$R^2=0,451$; $F=49,375$; $p<0,001$

D.V.: ITO	Beta	T	Sig.	Hypotheses	Results
-----------	------	---	------	------------	---------

ITI	0.658***	6.776	.000	H2c	Supported
-----	----------	-------	------	-----	-----------

$R^2=0,433$; $F=45,915$; $p<0,001$

According to the results that are given in Table 6 TAM has statistically significant direct positive effects on ITI.

Table 6. The Effect of TAM on ITI

D.V.: ITI	Beta	T	Sig.	Hypotheses	Results
PU	0.443***	3.824	.000	H3a	Supported

$R^2=0,195$; $F=14,624$; $p<0,001$

According to the results that are given in Table 7 the ITC dimensions of ITQ and ITO have statistically significant direct positive effects on LSP. Conversely, there is no significant proof of the effects of ITCI on LSP.

Table 7. The Effect of ITC on LSP

D.V.: LSP	Beta	T	Sig.	Hypotheses	Results
ITCI	-0.005	-0.046	0.963	H4a	Not Supported
ITQ	0.410**	3.256	0.002	H4b	Supported
ITO	0.309*	2.478	0.016	H4c	Supported

$R^2=0,397$; $F=12,734$; $p<0,001$

According to the results that are given in Table 8 TAM has statistically significant direct positive effects on LSP.

Table 8. The Effect of TAM on LSP

D.V.: LSP	Beta	t	Sig.	Hypotheses	Results
PU	0.280*	2.263	.027	H5a	Supported

$R^2=0,0786$; $F=5,121$; $p<0,05$

The results not only reveal the positive effect of ITIs and technologic acceptance on the ITCs but also exposed the mediating role of ITIs on this relationship.

According to the regression analysis ITI has a mediating effect between TAM and ITC.

Table 9. Mediating Role of ITI

D.V.: ITCI	Beta	t	Sig.
PU	,175	1,545	,128
ITI	,528***	4,654	,000

$R^2=,391$; $F=18,914$; $p<0,001$

D.V.: ITQ	Beta	t	Sig.
PU	,288**	2,861	,006
ITI	,544***	5,401	,000

$R^2=,518$; $F=31,737$; $p<0,001$

According to the regression analysis ITC has a mediating effect between TAM and LSP.

Table 10. Mediating Role of ITC

D.V.: LSP	Beta	t	Sig.
PU	,001	,005	,996
ITQ	,408*	2,903	,005
ITO	,308*	2,525	,014

$R^2=,397$; $F=12.733$; $p<0,001$

According to analysis the final research model is shown in Figure 2.

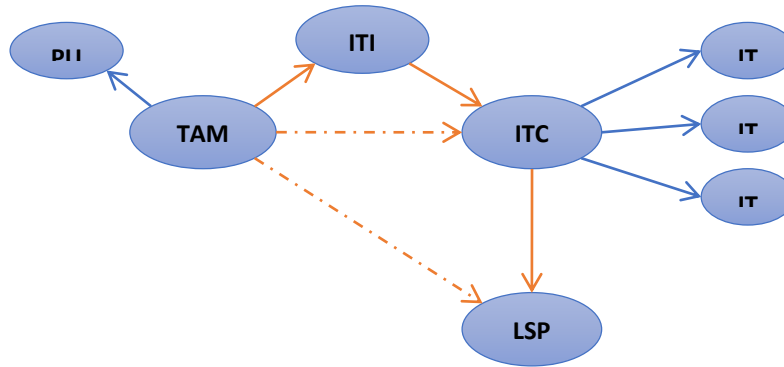


Figure 2. Final Model of the Research

4. Conclusion

This study explores the relationship between technologic acceptance, information technology capabilities and logistics service performance. Information technology capabilities and technology acceptance have a positive effect on logistics service performance. The results not only reveal the positive effect of information technology investments and technologic acceptance on information technology capabilities, but also exposed the mediating role of information technology investments in this relationship. Information technology capabilities and technology acceptance have a positive effect on logistics service performance and information technology capabilities have a mediating role in this relationship. 45% of employees in total worked less than 11 years and according to the literature the new generation has more ability in information technology usage. If information technology investments are supported by employee training, information technology capabilities and logistics service performances will be performed positively.

5. References

- Abdullah, F., and Ward, R. (2016). Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 56, 238-256.
- Acar, A.Z., and Zehir, C. (2009). Development and validation of a multidimensional business capabilities measurement instrument. *Journal of Transnational Management*, 14(3), 215-240.
- Acar, A.Z., and Zehir, C. (2010). The harmonize effects of generic strategies and business capabilities on business performance. *Journal of Business Economics and Management*, 11(4), 689-711.
- Ajzen, I., and Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behaviour.
- Bharadwaj, A. S. (2000). A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: an empirical investigation. *MIS Quarterly*, 169-196.
- Bhatt, G. D., and Grover, V. (2005). Types of information technology capabilities and their role in competitive advantage: An empirical study. *Journal of management information systems*, 22(2), 253-277.
- Cullinane, K., and Song, D. W. (2006). Estimating the relative efficiency of European container ports: a stochastic frontier analysis. *Research in Transportation Economics*, 16, 85-115.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., and Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.
- DeSarbo, W. S., Anthony Di Benedetto, C., and Sinha, I. (2005). Revisiting the Miles and Snow strategic framework: uncovering interrelationships between strategic types, capabilities, environmental uncertainty, and firm performance. *Strategic Management Journal*, 26(1), 47-74.
- Fathema, N., Shannon, D., and Ross, M. (2015). Expanding the technology acceptance model (tam) to examine faculty use of learning management systems (LMSS) in higher education institutions. *Journal of Online Learning and Teaching*, 11(2).
- González-Benito, J. (2007). Information technology investment and operational performance in purchasing: The mediating role of supply chain management practices and strategic integration of purchasing. *Industrial Management and Data Systems*, 107(2), 201-228.
- Hamid, A. A., Razak, F. Z. A., Bakar, A. A., and Abdullah, W. S. W. (2016). The effects of perceived usefulness and perceived ease of use on continuance intention to use e-government. *Procedia Economics and Finance*, 35, 644-649.
- Joo, J., and Sang, Y. (2013). Exploring Koreans' smartphone usage: An integrated model of the technology acceptance model and uses and gratifications theory. *Computers in Human Behavior*, 29(6), 2512-2518.
- Karagoz, I. B., and Akgun, A. E. (2015). The roles of it capability and organizational culture on logistics capability and firm performance. *Journal of Business Studies Quarterly*, 7(2), 23-45.
- Kmieciak, R., Michna, A., and Meczynska, A. (2012). Innovativeness, empowerment and IT capability: evidence from SMEs. *Industrial Management and Data Systems*, 112(5), 707-728.

- Lai, F., Li, D., Wang, Q., and Zhao, X. (2008). The information technology capability of third-party logistics providers: a resource-based view and empirical evidence from China. *Journal of Supply Chain Management*, 44(3), 22-38.
- Lai, F., Li, D., Wang, Q., and Zhao, X. (2008). The information technology capability of third-party logistics providers: a resource-based view and empirical evidence from China. *Journal of Supply Chain Management*, 44(3), 22-38.
- Lee, H. S., Chou, M. T., and Kuo, S. G. (2005). Evaluating port efficiency in Asia Pacific region with recursive data envelopment analysis. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 544-559.
- Lu, C. S., and Yang, C. C. (2006). Comparison of investment preferences for international logistics zones in Kaohsiung, Hong Kong, and Shanghai ports from a Taiwanese manufacturer's perspective. *Transportation Journal*, 30-51.
- Lynch, D. F., Keller, S. B., and Ozment, J. (2000). The effects of logistics capabilities and strategy on firm performance. *Journal of Business Logistics*, 21(2), 47-68.
- Mangan, J., Lalwani, C., and Fynes, B. (2008). Port-centric logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 19(1), 29-41.
- Mata, F. J., Fuerst, W. L., and Barney, J. B. (1995). Information technology and sustained competitive advantage: A resource-based analysis. *MIS Quarterly*, 487-505.
- Morash, E. A. (2001). Supply chain strategies, capabilities, and performance. *Transportation Journal*, 37-54.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). New York: McGraw Hill.
- Porter, M. E. (1985). Technology and competitive advantage. *Journal of Business Strategy*, 5(3), 60-78.
- Richey, R. G., Daugherty, P. J., and Roath, A. S. (2007). Firm technological readiness and complementarity: capabilities impacting logistics service competency and performance. *Journal of Business Logistics*, 28(1), 195-228.
- Santhanam, R., and Hartono, E. (2003). Issues in linking information technology capability to firm performance. *MIS Quarterly*, 125-153.
- Sriram, V., Stump, R. L., and Banerjee, S. (1997). Information technology investments in purchasing: an empirical study of dimensions and antecedents. *Information and Management*, 33(2), 59-72.
- Teece, D. J., Pisano, G., and Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 509-533.
- Tippins, M. J., and Sohi, R. S. (2003). IT competency and firm performance: is organizational learning a missing link?. *Strategic Management Journal*, 24(8), 745-761.
- Turulja, L., and Bajgorić, N. (2016). Innovation and Information Technology Capability as Antecedents of Firms' Success. *Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS*, 14(2), 148-156.
- United Nations Conference on Trade and Development [UNCTAD]. (2016). *Review of Maritime Transport – 2016*. United Nations Publication.
- Venkatesh, V. (1999). Creation of favorable user perceptions: exploring the role of intrinsic motivation. *MIS Quarterly*, 239-260.
- Venkatesh, V., and Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Wallace, L. G., and Sheetz, S. D. (2014). The adoption of software measures: A technology acceptance model (TAM) perspective. *Information and Management*, 51(2), 249-259.

Order Picking Problem in a Warehouse with Bi-Objective Genetic Algorithm Approach: Case Study^(*)

İki Amaçlı Genetik Algoritma Yaklaşımı ile Bir Depoda Sipariş Toplama Problemi: Vaka Çalışması

Şafak KIRIŞ⁽¹⁾, Derya DELİKTAŞ⁽²⁾, Özden ÜSTÜN⁽³⁾

ABSTRACT: In this paper, an order picking problem with the capacitated forklift in a warehouse is studied by considering the total distance and the penalized earliness/tardiness. These objectives are important to reduce transportation costs and to satisfy customer expectations. Since this problem has been known as NP-hard, a genetic algorithm (GA) is proposed to solve the bi-objective order picking problem. The proposed approach is applied to auto components industry that produces wire harnesses responsible for all electrical functions in the vehicle. Experimental design is used for tuning the influential parameters of the proposed GA. The GA approach was solved by weighted sum scalarization.

Key words: Experimental design, Genetic algorithm, Order picking, weighted sum scalarization

Öz: Bu çalışmada, toplam uzaklık ve cezalı erkenlik/gecikme durumlarını dikkate alan bir depoda kapasiteli forklift ile bir sipariş toplama problemi çalışılmıştır. Bu amaçlar, ulaşım maliyetlerini azaltmak ve müşteri beklentilerini karşılamak için önemlidir. Bu problem NP-zor olarak bilindiğinden iki amaçlı sipariş toplama problem çözümü için bir genetik algoritma önerilmiştir. Önerilen yaklaşım, araçtaki tüm elektriksel fonksiyonların çalışmasını sağlayan kablo demetleri üreten bir oto bileşenleri endüstrisine uygulanmıştır. Önerilen GA'nın etkili parametreleri için deney tasarımı kullanılmıştır. GA yaklaşımı ağırlıklı toplam skalerleştirme yöntemi ile çözülmüştür.

Anahtar kelimeler: Deney tasarımı, Genetik Algoritma, Sipariş toplama, Ağırlıklı toplam skalerleştirme yöntemi

Jel Kodu: C61

1. Introduction

The firms have policies to gain a success in the market share competition. One of the goals to compete in the market is to minimize the total cost in the production system. Therefore, the firms try to minimize their costs such as minimizing work in process, finished goods inventory and their transportations in the shop floor. Holding inventory is often one of the most important problems in the success of a firm. Inventory cost consists of financing equipment, labour, protective issues and insurance requirements, handling, transporting, obsolescence, losses and the opportunity cost of choosing to deal with inventory. On the other hand, meeting the demand is the other important problem for the firms in the great competition. In this case, the firms have been studying on the strategy to meet the demand on time with sufficient inventory and

⁽¹⁾Dumlupınar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü; safak.kiris@dpu.edu.tr

⁽²⁾Dumlupınar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü; derya.deliktas@dpu.edu.tr

⁽³⁾Dumlupınar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü; ozden.ustun@dpu.edu.tr

^(*)This paper was presented at the “The 15th International Logistics and Supply Chain Congress (LMSCM)” on October 19-20, 2017.

their transportations in the shop floors to minimize the total costs. In this situation, various problems to be optimized can be faced in the shop floors by the firms. Order picking can be defined as mostly labour-intensive and costly activity for warehouses, because the cost of order picking is predicted to be as much as 55% of the total warehouse operating expense (Koster, Le-Duc, and Roodbergen, 2007).

In this study, an order picking problem to determine the order list for a good route in a shop floor was analyzed. The problem is actually similar to a vehicle routing problems (VRP) with one warehouse and twelve workstations. In some studies, this problem type is considered as a Travelling Salesman Problem (TSP) (Lawler, Lenstra, Rinnooy Kan and Shmoys, 1995; Koster, Le-Duc, and Roodbergen, 2007). The VRP is also a generalization of the TSP. The goal in VRP is to find the optimal set of routes for a fleet of vehicles delivering goods various locations. Vehicle routing problems also have constraints as the following:

- Capacity constraints
- A maximum number of locations that each vehicle can visit.
- Time or distance constraints
- Time windows
- Precedence relations between pairs of locations

The objective of VRP is generally to design a set of minimum cost routes that serve a number of places. Since its first formulation in 1959, in the literature, there have been many studies (Ghannadpour, Noori, T.-Moghaddam and Ghoseiri, 2014). Lenstra and Rinnooy Kan (in 1981) have analyzed the complexity of the vehicle routing problem and they have concluded that practically all the vehicle routing problems are NP-hard because they are not solved in polynomial time. The VRP with time windows (VRPTW) is also NP-hard because of its extension structure of the VRP based on Solomon and Desrosiers (in 1988). An important extension of the classical vehicle routing problem is called capacitated vehicle routing problem. Wei, Zhang, Zhang and Lim (2015) proposed the capacitated vehicle routing problem with two-dimensional loading constraints, which is a generalized capacitated vehicle routing problem in which customer demand is a set of two-dimensional, rectangular, weighted items. Rubrico, Higashi, Tamura and Ota (2011) presented a solution for a dynamic rescheduling problem involving new orders arriving randomly while static orders have been given in advance in warehouse environments.

Serna, Uran, Cortes and Benitez (2014) studied a solution procedure for solving the vehicle routing problem with pick-up and delivery with multiple warehouses based on a hybrid metaheuristic. Nagy and Salhi (2005) proposed heuristic algorithms for single and multiple depot vehicle routing problems with pickups and deliveries. Rao, Wang, Wang and Wu (2013) focused on the scheduling of a single vehicle, which delivers parts from a storage centre to workstations in a mixed-model assembly line. Gils, Ramaekers, Braekers, Depaire and Caris (2017) analyzed and statistically proved the relations between storage, batching, zoning, and routing by a full factorial ANOVA.

The detailed information related to VRP and order picking systems can be found in the studies of Tonci Caric and Gold (2008) and Gils, Ramaekers, Caris and Koster (2017).

The problem in this study is similar to VRP with one forklift, one warehouse and twelve workstations. One forklift is visiting each workstation and picking up the orders based on its capacity. Each workstation has one pallet to store the product and the forklift has a capacity of three pallets. In the existing system, the forklift is visiting the workstations randomly and does not consider any distance or repetition and the cost.

In the study, the order picking problem with the capacitated forklift in a warehouse was studied by considering two objectives such as the total distance and the penalized earliness and tardiness. A genetic algorithm (GA) approach is proposed to solve the bi-objective order picking problem and the proposed approach is applied to auto components industry that produces wire harnesses responsible for all electrical functions in the vehicle.

2. The Proposed Algorithm

The proposed algorithm is developed according to the concept of the genetic algorithm (GA). The detailed procedure of the proposed algorithm is as follows:

Step 1. Initial Population: As shown in Figure 1, the structure of the chromosome is designed by sequencing the workstations ($k=1, 2, \dots, 12$) in the shop floor. An initial population of each chromosome is randomly created as shown in Figure 1. Each chromosome contains 14 genes. The component of the chromosome represents the sequence of workstations with the warehouse. The first and the last genes show the warehouse and are indicated as a value of 0. Thus, the beginning and ending node of the forklift should be the warehouse.

0	2	10	7	8	12	3	1	4	11	5	9	6	0
---	---	----	---	---	----	---	---	---	----	---	---	---	---

Figure 1. Schematic representation of the chromosome structure

Step 2. Fitness Evaluation: After obtaining the chromosome structure, the route is formed based on the capacity of the forklift. In this study, the current capacity of the forklift is three pallets. Each workstation has a pallet for storing the finished product. The route in Figure 2 is created according to these capacity values. Total distance objective value is computed by taking into account both of the route in given Figure 2 and the distance matrix between the workstations. In addition, earliness/tardiness cost objective value is also calculated by considering costs which arise because of the waiting of forklift's operator and holding inventory. The bi-objective fitness value has obtained the sum of weighted total distance objective value and weighted earliness/tardiness cost objective value. Each weight for objectives is determined by decision-makers in the firm.

0	2	10	7	0	8	12	3	0	1	4	11	0	5	9	6	0
---	---	----	---	---	---	----	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---

Figure 2. The route belonging to the defined chromosome structure

According to the chromosome structure in Figure 1, gen 0 is the beginning node for the operator of the forklift. Firstly, the forklift operator visits the second workstation and picks up a pallet for the forklift. The capacity of the forklift is reduced to 2 pallets from 3 pallets. The forklift operator visits the tenth and seventh workstations, respectively, until the forklift is full. And then, he visits the warehouse for unloading the forklift. Similarly, by following the rank in Figure 1 from left to right, the route is obtained as shown in Figure 2.

The fitness value of each chromosome is determined by evaluating objective functions. The objectives are defined as:

Total Distance: The capacitated forklift must start from the warehouse and goes to workstations for taking the ready pallet or pallets if the loading capacity is available. The forklift comes back to the warehouse when its capacity is full. Then this order picking process is repeated until all workstations are visited. The total travelling distance of the forklift should be minimized according to the distance matrix calculated by using the facility layout.

Penalized Earliness and Tardiness: Every workstation has minimum and maximum order picking times due to the production rate. Managers want to pick the ready pallets between the minimum and maximum times. If the forklift arrives a workstation before the minimum order picking times then the forklift operator waits for the minimum time to load the ready pallet. On the other hand, if the forklift arrives a workstation after the maximum time then it causes the inventory cost. We penalized both of them. The earliness cost is calculated by using the operator's hourly wage. Additionally, the tardiness cost is based on the cost of inventory area. The total earliness and tardiness cost should be minimized.

The fitness function = $w_1 \times (\text{Total Distance}) + w_2 \times (\text{Penalized Earliness and Tardiness})$

Step 3. Selection: In the genetic algorithm, parent chromosomes are selected with a probability related to their fitness. Highly fit chromosomes have a higher probability of being selected for mating than fewer fit chromosomes. (Teekeng and Thammano, 2012: 124). Tournament selection method is proposed in this paper. In tournament selection, one tournament is performed for every non-elitist individual. The tournament size is a given parameter and tournament candidates are randomly chosen from the current population. (Bogdanović, 1989: 3035).

Step 4. Crossover: Crossover is the process that two parents chromosomes recombine to form a new offspring chromosomes. Two chromosomes are randomly chosen to behave as parents. In this study, it is used random keys representation for solving sequencing problems. (Bean, 1994: 155). Random-keys representation is an effective way to guarantee feasibility of all offspring for sequencing problems. For each gene, a real random number in the interval $[0,1)$ is generated. If the random number obtained is smaller than the given crossover probability, then the allele of the first parent is used. Otherwise, the allele used is that of the second parent.

Step 5. Mutation: Mutation operation is applied to the population after performing crossover operation. Mutation operators provide the ability to overcome a local optimum point solution. (Chakrabortia, Biswasb and Palc, 2013: 508). Swap position mutation (SPM) is used in this paper. The SPM operator randomly selects two elements and swaps their positions if the probability is greater than the given mutation probability to produce new offspring with a randomly generated probability.

Step 6. Termination: In this study, termination criterion is the number of maximum iteration. This procedure continues until the number of maximum iteration is reached. The system is run 1000 times in the problem.

The pseudo code of the proposed genetic algorithm is presented as:

0. Randomly initialize a population of chromosomes ()
1. **While** $i \leftarrow i_{max}$ **do**
2. $i \leftarrow i+1$
3. Fitness evaluation for each individual using an objective function ()
4. Elitism ()
5. Crossover ()
6. Mutation ()
7. **End While**
8. **Return** the best objective function

3. Experimental Results

The parameters required to run the algorithm are population size, number of generations, number of iterations, crossover and mutation probabilities. These parameters have important roles in the performance of the genetic algorithm. The full factorial design approach is used for tuning the influential parameters of the proposed GA to obtain efficient solutions. Full factorial experiments are the only means to completely and systematically study interactions between factors in addition to identifying significant factors. After GA parameters are determined, in order to find the effectiveness of these parameters, 81 (3^4) different experiments are needed for each weight to solve the bi-objective problem. In addition, the number of experiments would be repeated five times to verify the accuracy of the solutions. Therefore, the number of the experiments required for each weighted problem is 405 (81×5). The number of the experiment is 4455 (405×11) for eleven different weights. GA parameters and their levels in Table 1 belong to eleven different weights that is shown in Table 2.

Table 1. GA parameters and their levels

Factors	Levels		
	Level 1	Level 2	Level 3
Population size	100	150	200
Crossover rate	0,1	0,5	0,9
Mutation rate	0,05	0,10	0,15
Tournament size	3	5	7

The ANOVA is calculated by using Minitab 17.0 software. The main effect plot and the interaction plot for the weights of $w_1=0.5$ and $w_2=0.5$ are given Figures 3 and 4, respectively as an example.

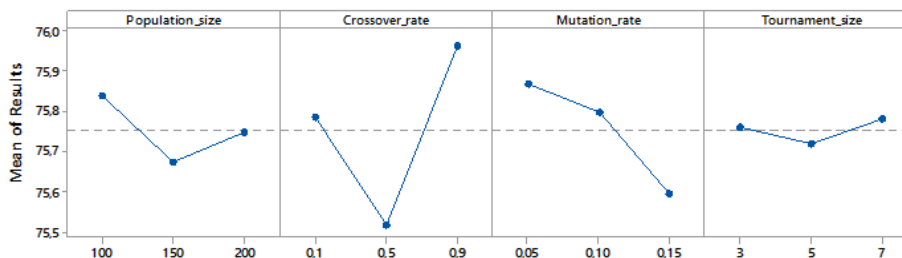


Figure 3. The main effects plot for bi-objective fitness value

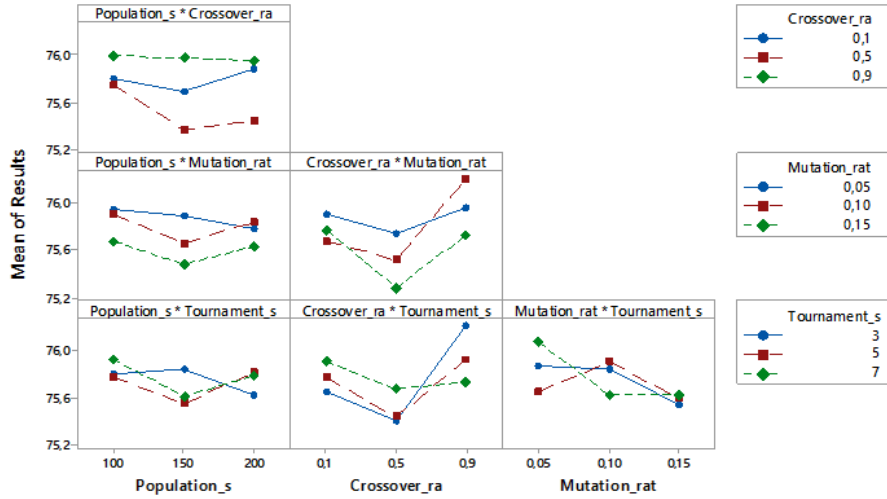


Figure 4. The interaction plot for bi-objective fitness value

GA parameters' levels of the weights of $w_1=0.5$ and $w_2=0.5$ were obtained from Figure 3 and 4. Therefore, these levels were defined as 150 for population size, 0.5 for crossover rate, 0.15 for mutation rate and 3 for tournament size as shown in Table 2.

Table 2. The most effective combination of factor levels

	Total distance objective weight (w_1)	Earliness/tardiness objective weight (w_2)	Population size	Crossover rate	Mutation rate	Tournament size
1	1,0	0,0	100	0,1	0,05	3
2	0,9	0,1	200	0,5	0,05	5
3	0,8	0,2	150	0,5	0,15	3
4	0,7	0,3	200	0,5	0,10	3
5	0,6	0,4	200	0,5	0,15	5
6	0,5	0,5	150	0,5	0,15	3
7	0,4	0,6	200	0,5	0,15	3
8	0,3	0,7	150	0,5	0,15	3
9	0,2	0,8	100	0,5	0,15	3
10	0,1	0,9	200	0,5	0,15	3
11	0,0	1,0	200	0,5	0,15	3

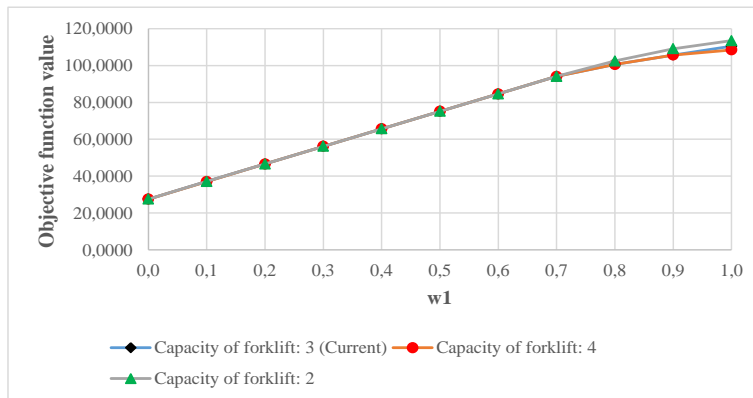
* All times are given in CPU seconds and the case study is solved by using Intel® Core™ i5-4460 CPU @ 3.20 GHz and 8.00 GB Ram.

After using the proposed GA approach for the analyses based on the experimental design parameters, the results were obtained as seen in Table 3. Three different situations for the capacity of forklift were evaluated to see the more accurate solutions. Sensitivity analysis based on the capacity of forklift is also given in Figure 5.

Table 3. The results of the proposed approach

	w1	w2	Capacity of forklift: 3 (Current)			Capacity of forklift: 4			Capacity of forklift: 2		
			Bi-objective value	Medium	Standard Deviation	Bi-objective value	Medium	Standard Deviation	Bi-objective value	Medium	Standard Deviation
1	1,0	0,0	110,4400	110,443000	0,009487	108,4400	109,440000	1,054093	113,4400	113,440000	0,000000
2	0,9	0,1	105,6838	107,075666	1,833748	105,6907	106,300852	1,222562	109,1283	109,546180	1,216176
3	0,8	0,2	100,5976	101,182811	1,233819	100,5814	101,761569	1,264242	102,4566	102,848457	0,572175
4	0,7	0,3	94,0657	94,159196	0,120689	94,0657	94,081526	0,049964	94,0792	94,117997	0,122806
5	0,6	0,4	84,6076	84,680014	0,120512	84,6068	84,700994	0,157542	84,6155	84,615549	0,000000
6	0,5	0,5	75,1495	75,225051	0,101617	75,1495	75,198717	0,079178	75,1519	75,151936	0,000000
7	0,4	0,6	65,6610	65,724220	0,110475	65,6610	65,711150	0,149180	65,6610	65,692620	0,066619
8	0,3	0,7	56,1379	56,285323	0,190379	56,1379	56,385342	0,467066	56,1379	56,183409	0,077997
9	0,2	0,8	46,6147	46,804293	0,209493	46,6147	46,728241	0,141508	46,6147	46,715389	0,090125
10	0,1	0,9	37,0915	37,233730	0,165712	37,0619	37,132863	0,095673	37,0915	37,162630	0,159963
11	0,0	1,0	27,5355	27,647367	0,190803	27,5355	27,588117	0,166547	27,5355	27,676992	0,194459

It can be seen from Table 3 and Figure 5 that the capacity affects the bi-objective fitness function for all weights of the objective functions. Managers can select the capacity of forklift due to the importance of the objectives.

**Figure 5. Sensitivity analysis based on the capacity of forklift**

4. Conclusion

An order picking problem with the capacitated of three pallets of a forklift in a warehouse is studied by considering two objectives. The first objective is the total distance and the other is the penalized earliness and tardiness. A GA approach is proposed to solve this bi-objective order picking problem for a firm in auto components industry that produces wire harnesses responsible for all electrical functions in the vehicle. The problem is analysed as a VRP problem and different situations were also evaluated such as different weights and capacity of the forklift. The order picking problem is the main part of the production. Therefore, managers need efficient methods to evaluate order picking systems. The proposed approach can support to decide the capacity of the forklift and try to find the more accurate routes based on the objectives.

The proposed GA can be compared with the other meta-heuristics such as simulated annealing, tabu search, ant colony optimization, particle swarm optimization, etc. The bi-objective GA approach is solved by the weighted sum scalarization. It can be compared with the ϵ -constraint method, the Tchebycheff scalarization method, the conic scalarization method for the bi-objective problem in the future.

5. References

- Bean, J.C. (1994). Genetic algorithms and random keys for sequencing and optimization. *ORSA Journal on Computing*, 6, 2, 154-160.
- Bogdanović, M. (1989). An ILP formulation and genetic algorithm for the Maximum Degree-Bounded Connected Subgraph problem. *Computers & Mathematics with Applications*, 59(9), 3029-3038.
- Chakrabortia, D., Biswasb, P. and Palc, B.B. (2013). FGP Approach for solving fractional Multiobjective Decision Making Problems using GA with Tournament Selection and Arithmetic Crossover. *Procedia Technology*, 10, 505–514.
- Ghannadpour, S. F., Noori, S., T.-Moghaddam R. and Ghoseiri, K. (2014). A multi-objective dynamic vehicle routing problem with fuzzy time windows: Model, solution and application. *Applied Soft Computing*, 14, Part C, 504-527.
- Gils, T., Ramaekers, K., Braekers, K., Depaire, B. and Caris, A. (2017). Increasing order picking efficiency by integrating storage, batching, zone picking, and routing policy decisions. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.11.021>
- Gils, T., Ramaekers, K., Caris, A. and Koster, R.B.M. (2017). Designing efficient order picking systems by combining planning problems: State-of-the-art classification and review. *European Journal of Operational Research*, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.09.002>
- Goldberg, D.E. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization & machine learning*. MA: Addison-Wesley, Reading.
- Koster, R., Le-Duc, T. and Roodbergen, K.J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182, 481–501.
- Lawler, E.L., Lenstra, J.K., Rinnooy Kan, A.H.G. and Shmoys, D.B. (1995). *The Traveling Salesman Problem*. Chichester: Wiley.
- Lenstra, J.K. and Rinnooy Kan, A.H.G. (1981). Complexity of Vehicle and Scheduling Problems. *Networks*, 11, 221-227.
- Nagy, G. and Salhi, S. (2005). Heuristic algorithms for single and multiple depot vehicle routing problems with pickups and deliveries, *European Journal of Operational Research*, 162, 126–141.
- Rao, Y.Q., Meng-Chang Wang, M.C., Wang, K.P. and Wu, T.M. (2013). Scheduling a single vehicle in the just-in-time part supply for a mixed-model assembly line, *Computers & Operations Research*, 40, 2599–2610.
- Rubrico J.I.U., Higashi, T., Tamura, H. and Ota, J. (2011). Online rescheduling of multiple picking agents for warehouse management. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27, 62–71.
- Serna, M.D.A., Uran, C.A.S., Cortes, J.A.Z. and Benitez, A.F.A. (2014). Vehicle routing to multiple warehouses using a memetic algorithm, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 160, 587 – 596.
- Solomon, M.M. and Desrosiers, J. (1988). Time Window Constrained Routing and Scheduling Problem. *Transportation Science*, 22, 1-13.
- Teekeng, W. and Thammano, A. (2012). Modified Genetic Algorithm for Flexible Job-Shop Scheduling Problems. *Procedia Computer Science*, 12, 122-128.
- Tonci Caric, T., and Gold, H. (Eds.) (2008). *Vehicle Routing Problem*. Austria: In-The.

- Wei, L., Zhang, Z., Zhang, D. and Lim, A. (2015). A variable neighborhood search for the capacitated vehicle routing problem with two-dimensional loading constraints. *European Journal of Operational Research*, 243, 798–814.

Supply Chain Optimization Studies: A Literature Review and Classification^(*)

Tedarik Zinciri Optimizasyon Çalışmaları: Literatür Araştırması ve Sınıflama

Yasemin KOCAOĞLU⁽¹⁾, Alev TAŞKIN GÜMÜŞ⁽²⁾,
Batuhan KOCAOĞLU⁽³⁾

ABSTRACT: Supply chain planning is an integrated process in which a group of several organizations, such as suppliers, producers, distributors and retailers, work together. It comprises procurement, production, distribution and demand planning topics. These topics require taking strategic, tactical and operational decisions. This research aims to reveal which supply chain topics, which decision levels, and which optimization methods are mostly studied in supply chain planning. This paper presents a total of 77 reviewed works published between 1993 and 2016 about supply chain planning. The reviewed works are categorized according to following elements: decision levels, supply chain optimization topics, objectives, optimization models.

Keywords: Decision level, literature review, optimization model, supply chain, supply chain optimization topic.

Öz: *Tedarik Zinciri, tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve toptancılar gibi bir grup organizasyonu birleştiren entegre bir süreçtir. Tedarik, üretim, dağıtım ve talep planlama konularını içerir. Bu konular stratejik, taktik ve operasyonel kararlar almayı gerektirir. Bu araştırma tedarik zinciri planlamasında hangi tedarik zinciri konularının, hangi karar/planlama seviyelerinin ve hangi optimizasyon metodlarının literatürde en çok çalışıldığını göstermektedir. Çalışma 1993 ve 2016 yılları arasındaki tedarik zinciri planlama konusundaki 77 adet çalışmanın incelenmesine ait sonuçları sunmaktadır. İncelenen çalışmalar şu kriterlere göre kategorize edilmiştir: karar seviyesi, tedarik zinciri optimizasyon konuları, amaçlar, optimizasyon modelleri.*

Anahtar Kelimeler: *Karar seviyesi, literatür incelemesi, optimizasyon modeli, tedarik zinciri, tedarik zinciri optimizasyon konuları.*

JEL Kodları: M11, R41, C61, O32

(1) Doğuş Teknoloji, E-Dönüşüm Projeleri Departmanı; coskunyasemin@gmail.com

(2) Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü; ataskin@yildiz.edu.tr

(3) Piri Reis Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü; batuhan.kocaoglu@gmail.com

(*) This paper was presented at the "The 15th International Logistics and Supply Chain Congress (LMSCM)" on October 19-20, 2017.

1. Introduction

A supply chain (SC) can be defined as an integrated system synchronizing a series of interrelated business processes in order to: (1) acquire raw materials and parts, (2) transform these raw materials and parts into finished products, and (3) distribute these products to either retailers or customers (Fahimnia et al.,2013).

Supply chain is the integration and coordination of procurement, production, distribution and demand planning. These planning activities require taking strategical, tactical and operational decisions. And optimization models are being developed to operate these activities in the supply chain.

The objectives of this paper are to (i) review the literature, (ii) analyze and categorize the works based on the decision levels, supply chain topics, optimization models, (iii) identify future research directions.

The remainder of the paper consists of three other sections. The next section introduces the review methodology. Then Section 3 presents the taxonomy of the reviewed papers. Finally, the last section provides the conclusions and directions for future research.

2. Review Methodology

The literature search is carried out with scientific-technical bibliographic databases which include publishing portals like Science Direct, Springer & Kluwer, Elsevier, Taylor & Francis, Wiley. Additionally, internet sources are used. The following search criteria are applied: Production and distribution planning in supply chains, production and transport planning in supply chains, production, distribution, and inventory planning in supply chains, supply chain optimization methods, multi-objective programming of production and distribution planning, integrated supply chains.

77 papers were collected for the study with the years between 1993 and 2016. Papers are categorized into 3 groups: According to decision levels, according to their topics, according to optimization models used.

These papers were obtained from journals (98.7%) and congress papers (1.30%). Table 1 shows distribution of papers according to journals and impact factor of journals.

Table 1. Distribution of papers according to journals

Journal	Impact Factor	Papers	% Total
International Journal of Production Research	2.325	8	10,39%
European Journal of Operational Research	3.297	6	7,79%
Transportation Science	3.275	2	2,60%
Computers & Operations Research	2.600	9	11,69%
Computers & Industrial Engineering	2.623	8	10,39%
International Journal of Production Economics	3.493	5	6,49%
Journal of Heuristics	1.807	1	1,30%

Production Planning & Control	2.369	2	2,60%
Journal of the Operational Research Society	1.077	2	2,60%
International Journal of Operations & Production Management	3.339	1	1,30%
IIE Transactions	1.451	2	2,60%
Interfaces	0.579	2	2,60%
Annals of Operations Research	1.709	1	1,30%
Computers & Chemical Engineering	3.024	3	3,90%
Applied Mathematical Modelling	2.35	2	2,60%
Industrial and Engineering Chemistry Research	2.843	1	1,30%
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	2.209	2	2,60%
Omega	4.029	4	5,19%
International Journal of Computer Integrated Manufacturing	1.949	1	1,30%
Applied Mathematics and Computation	1.738	1	1,30%
Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	2.974	1	1,30%
Chinese Journal of Chemical Engineering	1.174	2	2,60%
Advances in Engineering Software	3	1	1,30%
International Transactions In Operational Research	1.745	1	1,30%
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	2.577	1	1,30%
Fuzzy Sets and Systems	2.718	1	1,30%
AICHE Journal	2.836	1	1,30%
International Journal of Systems Science	2.285	1	1,30%
Journal of Scheduling	1.281	1	1,30%
Journal of Purchasing and Supply Management	3.24	1	1,30%
International Journal of Management Science and Engineering Management	1.78	1	1,30%
Expert Systems with Applications	3.928	1	1,30%
Journal of Cleaner Production	5.715	1	1,30%
Total		77	100,00%

3. Taxonomy

In this section 77 reviewed works are categorized according to decision levels, supply chain optimization topics and optimization models.

Huang et al. (2003) proposed four classification criteria as: supply chain structure, decision level, modeling approach and shared information. In this paper, Huang's taxonomy is used as a reference. Decision level and modeling approach are used between of them. And in addition to them, supply chain optimization topic and objective are used. So four classification criteria are proposed: Decision level, supply chain optimization topic and supply chain optimization model and objective. Supply chain structure and shared information criteria will use in future study.

These criteria are briefly described below:

Decision level: Decisions in a supply chain can be divided into three hierarchical levels. These levels are strategical, tactical and operational.

Supply chain optimization topic: These topics are related with supply chain operations, and required in making strategical, tactical and operational decisions. Some of them are: Supply chain network design, facility/depot location, supply planning, production planning/scheduling, inventory planning, capacity planning, lot sizing, and supplier/carrier selection.

Optimization model: Optimization models are used to operate supply chain operations and cost, effectively. They can solve supply chain complex problems. Some of them are: Linear programming, mix integer programming, multi objective linear programming, multi objective mix integer programming, fuzzy mathematical programming, stochastic programming, heuristics and hybrid models.

Objective: Objectives are specific. They serve as the basis for evaluating performance. Some examples of objectives include minimizing costs, maximizing benefits, maximizing customer satisfaction. They are defined in the optimization model.

4. Review of The Works According to “Decisions Levels”

Decision levels are mainly classified by the extent or effect of the decision to be made in terms of time (Mula et al.,2010).

Strategical decisions consist of long term plans about 5 years or longer. These decisions are about determination of supply chain design and strategies. Selecting production, storage and distribution locations can be given as examples.

Tactical decisions consist of medium term plans about annually or monthly. These decisions are about supply chain planning. Purchasing decisions, inventory planning, procurement planning, demand forecasting, production and distribution planning, assigning production and transport capacities can be given as examples.

Tactical planning in a supply chain incorporates the synchronized planning of procurement, production, distribution and sale activities, in order to ensure that the customer demand is satisfied by the right product at the right time (Swaminathan & Tayur, 2003).

Operational decisions consist of short term plans about daily or hours. Scheduling of production, determination of distribution routing, scheduling of vehicle loading, scheduling of deliveries can be given as examples.

The reviewed works according to decision levels are categorized into 3 levels: Strategical, tactical and operational. Table 2, classifies the works reviewed in terms of the decision level. The numbers of reviewed works according to decisions levels are shown in table 3. Table 3 indicates that Tactical Planning is the most studied planning/decision level.

Table 2. “Planning/Decision Level” of reviewed works

Article	Strategical	Tactical	Operational
(Chandra, 1993), (Martin et al.,1993), (Fisher & Chandra, 1994), (Chen & Wang, 1997), (Mcdonald & Karimi, 1997), (Lucas et al., 2001), (Sakawa et al., 2001), (Gupta & Maranas, 2003), (Ryu et al.,2004), (Bertazzi et al.,2005), (Lei et al.,2006), (Oh & Karimi, 2006), (Roghianian et al.,2007), (Park(a), 2007), (Dhaenens-Flipo & Finke, 2001), (Liang, 2007), (Boudia(a) et al.,2007), (Selim et al., 2008), (Jung et al.,2008), (Torabi & Hassini, 2008), (Boudia (a) et al.,2008) , (Bard(a) & Nananukul (a), 2009), (Bard(b) & Nananukul(b), 2009), (Park (b) & Hong, 2009), (Boudia (c) & Prins (c), 2009), (Chen et al.,2009), (Çetinkaya et al.,2009), (Leung & Chan, 2009), (Safaei et al.,2010) ,(Bard(c) & Nananukul(c), 2010) ,(Shiguemoto & Armentano, 2010), (Ozdamar & Yazgac, 2010), (Lee(b) et al.,2010), (Fahimnia et al.,2015), (Archetti et al.,2011), (Armentano et al.,2011),(Mirzapour et al., 2011), (Jolaia et al.,2011), (Amorim et al.,2013), (Khakdaman et al.,2014), (Khakdaman et al.,2014),(Zhang et al.,2014) ,(Adulyasak et al.,2014), (Liu et al.,2015), (Keskin et al., 2015), (Senoussi et al.,2015), (Brahimia & Aouamb, 2015), (Darvish et al.,2016), (Zanjani et al.,2016), (Bajgiran et al.,2016), (Carvalho & Nascimento, 2016)		x	
(Fumero & Vercellis, 1999) , (Zare-Reisabadi & Mirmohammadi, 2015), (Stacey et al.,2007), (Bilgen & Çelebi, 2013), (Shi et al., 2015)			x
(Timpe & Kallrath, 2000), (Sabri & Beamon, 2000)	x		x
(Jayaraman & Pirkul, 2001), (Jang (a) et al., 2002), (Liu & Lee, 2003), (Kuhna & Liskea, 2011), (Choudhary & Shankar, 2014), (Garg et al.,2015)	x	x	
(Chern & Hsieh, 2007), (Adil & Kanyalkar, 2007), (Chen et al.,2009),		x	x

(Songsong & Papageorgiou, 2013), (Nasiri et al.,2014), (Muñoz et al.,2015)			
(Paksoy & Chang, 2010) , (Shi et al.,2012), (Pan & Rakesh, 2013), (Nezhad et al.,2013), (Varseia & Polyakovskiy, 2015), (Pasandideh et al.,2015) ,(Ardalan et al.,2016),	x		

Table 3. Number of reviewed works according to “Planning/Decision Level”

Planning/Decision Level	Number of Reviewed Works
Strategical	7
Tactical	52
Operational	4
Strategical-Tactical	6
Strategical-Operational	2
Tactical-Operational	6
Total	77

5. Review of the Works According to “Supply Chain Optimization Topics”

In this section, the categorization of reviewed works is presented according to supply chain optimization topics. Reviewed works show that integrated topics are trend for studying, so most of the work does not only study one topic like production planning, they are working about more than one topic like integration of production and distribution planning. And it is also dedicated from reviewed works that Production Planning/Scheduling and Distribution/Routing Planning are the most studied integrated topic. Table 4, classifies the works reviewed according to supply chain optimization topics.

Table 4. “Supply Chain Optimization Topics” of reviewed works

Article	Supply Chain Network	Facility/ Depot Location	Supply Planning	Production Planning/ Scheduling	Distribution/ Routing Planning	Inventory Planning	Capacity Planning	Lot Sizing	Supplier/ Carrier Selection
(Chandra, 1993), (Stacey et al.,2007)					x	x			
(Martin et al.,1993), (Fumero & Vercellis, 1999), (Timpe &				x	x	x			

Kallrath, 2000), (Lei et al.,2006), (Bard(a) & Nananukul (a), 2009), (Bard(c) & Nananukul(c), 2010), (Shiguemoto & Armentano, 2010), (Fahimnia et al.,2015)									
(Fisher & Chandra, 1994), (Chen & Wang, 1997), (Sakawa et al.,2001), (Ryu et al.,2004), (Bertazzi et al.,2005), (Oh & Karimi, 2006), (Roghalian et al.,2007), (Park(a), 2007), (Dhaenens-Flipo & Finke, 2001), (Liang, 2007), (Boudia(a) et al., 2007), (Selim et al.,2008), (Boudia (a) et al.,2008), (Bard(b) & Nananukul(b), 2009), (Park (b) & Hong, 2009), (Boudia (c) & Prins (c), 2009), (Chen et al.,2009), (Çetinkaya et al.,2009), (Safaei et al.,2010), (Ozdamar & Yazgac, 2010), (Lee(b) et al.,2010), (Archetti et al., 2011), (Armentano et al.,2011), (Chen et al.,2009), (Amorim et al.,2013), (Bilgen & Çelebi, 2013), (Nasiri et al.,2014), (Adulyasak et al.,2014)				x	x				
(McDonald & Karimi, 1997), (Gupta & Maranas, 2003), (Torabi & Hassini, 2008), (Khakdaman et al.,2014), (Leung & Chan, 2009), (Mirzapour et al.,2011), (Brahimia & Aouamb, 2015), (Shi et al.,2015)				x					
(Zare-Reisabadi & Mirmohammadi, 2015) , (Khalili-Damghani & Tajik-Khavez, 2015), (Darvish et al.,2016)					x				
(Sabri & Beamon, 2000)	x			x					
(Jayaraman & Pirkul, 2001), (Jang(a) et al.,2002), (Muñoz et al.,2015)	x			x	x				
(Lucas et al.,2001)							x		
(Liu & Lee, 2003)		x			x	x			
(Chern & Hsieh, 2007)			x	x	x	x			
(Adil & Kanyalkar, 2007), (Senoussi et al.,2015) , (Zanjani et al.,2016), (Bajgiran et al.,2016)			x	x	x				
(Jung et al.,2008), (Jolaia et al., 2011)			x						

(Paksoy & Chang, 2010), (Shi et al.,2012), (Pan & Rakesh, 2013), (Varseia & Polyakovskiy, 2015), (Garg et al.,2015), (Ardalan et al.,2016)	x								
(Kuhna & Liskea, 2011)			x	x					
(Nezhad et al.,2013)		x							
(Songsong & Papageorgiou, 2013) , (Zhang et al.,2014)				x	x		x		
(Choudhary & Shankar, 2014)								x	x
(Pasandideh et al.,2015)	x			x	x	x			
(Liu et al.,2015), (Keskin et al.,2015)			x		x				
(Carvalho & Nascimento, 2016)				x				x	

Table 5 shows that Production Planning/Scheduling- Distribution/Routing Planning is the most studied integrated topic. And following this, the other integrated topic is Production Planning /Scheduling- Distribution/Routing Planning-Inventory Planning.

Table 5. Number of reviewed works according to “Supply Chain Optimization Topic”

Supply Chain Optimization Topic	Number of Reviewed Works
Supply Chain Network Design	6
Facility/Depot Location	1
Supply Planning	2
Production Planning/Scheduling	8
Distribution/Routing Planning	3
Capacity Planning	1
Lot Sizing-Supplier/Carrier Selection	1
Production Planning/Scheduling- Distribution/Routing Planning-Inventory Planning	9
Production Planning/Scheduling-Lotsizing	1
Supply Planning-Production Planning/Scheduling-Distribution/Routing Planning-Inventory Planning	1
Supply Planning-Production Planning/Scheduling-Distribution/Routing Planning	4
Supply Planning-Production Planning/Scheduling	1
Supply Planning- Distribution/Routing Planning	2
Production Planning/Scheduling- Distribution/Routing Planning	27
Supply Chain Network Design-Production Planning/Scheduling-Distribution/Routing Planning	3
Supply Chain Network Design-Production Planning/Scheduling	1
Supply Chain Network Design-Production Planning/Scheduling-Distribution/Routing Planning-Inventory Planning	1

2013) ,(Darvish et al.,2016), (Bajgiran et al.,2016), (Carvalho & Nascimento, 2016)									
(Chen & Wang, 1997) , (Ryu et al.,2004), (Oh & Karimi, 2006), (Dhaenens-Flipo & Finke, 2001), (Jung et al.,2008)	x								
(Mcdonald & Karimi, 1997), (Timpe & Kallrath, 2000), (Paksoy & Chang, 2010) , (Archetti et al.,2011), (Mirzapour et al.,2011)		x							
(Zare-Reisabadi & Mirmohammadi, 2015)								x	ANT-TABU
(Sabri & Beamon, 2000)								x	MOMIPH
(Sakawa, et al.,2001), (Liang, 2007), (Selim et al.,2008)						x			
(Jang(a) et al.,2002), (Nasiri et al.,2014)								x	LR-GA
(Gupta & Maranas, 2003)								x	
(Liu & Lee, 2003)								x	ITRH
(Chern & Hsieh, 2007), (Songsong & Papageorgiou, 2013)								x	MOLPH
(Roghalian et al.,2007), (Adil & Kanyalkar, 2007), (Leung & Chan, 2009), (Pasandideh et al.,2015), (Varseia & Polyakovskiy, 2015)			x						
(Park(a), 2007)								x	MIP-LIMP
(Boudia(a) et al.,2007)								x	GRASP
(Torabi & Hassini, 2008)				x	x				
(Bard(a) & Nananukul (a), 2009)								x	TABU-LR
(Bard(b) & Nananukul(b), 2009)								x	BRPCH
(Park (b) & Hong, 2009)								x	MILP-GA
(Boudia (c) & Prins (c), 2009)								x	MEMETIC
(Chen et al.,2009), (Çetinkaya et al.,2009) , (Chen et al.,2009), (Bard(c) & Nananukul(c), 2010), (Ozdamar & Yazgac, 2010) , (Bilgen & Çelebi, 2013), (Nezhad et al.,2013) (Khakdaman et al.,2014), (Zhang et al.,2014), (Liu et al.,2015), (Keskin et al.,2015), (Senoussi et al.,2015), (Brahimia & Aouamb, 2015)								x	MIPH
(Safaei et al.,2010)								x	HYBRID SIM
(Shiguemoto & Armentano, 2010), (Armentano et al.,2011)								x	TABU
(Lee(b) et al.,2010)								x	HYBRID SA
(Fahimnia et al.,2015)								x	GA-SA
(Kuhna & Liskea, 2011)								x	SAVING-2OPT
(Jolaia et al.,2011), (Choudhary & Shankar, 2014), (Khalili-Damghani & Tajik-Khaveh, 2015), (Garg et al., 2015)					x				

(Adulyasak et al.,2014)							x	ADAP. NSA
(Muñoz et al.,2015), (Shi et al.,2015)							x	LR-DCOMP
(Zanjani et al.,2016)							x	CLUS-DCOMP
(Ardalan et al.,2016)							x	LR-SSG

Table 7 shows number of reviewed works according to optimization methods. It can be inferred from that heuristics is the most studied optimization method.

Table 7. The Number of reviewed works according to “Optimization Methods”

Optimization Method	Number of Reviewed Works
LP	5
MIP	5
MOLP	5
MOMIP	4
FMP	3
SP	1
MOMIP-FMP	1
HEU	53
Total	77

7. Review of The Works According to “Objective/s”

Objective/s are decided before solving optimization models. All the developed models consider minimization or maximization of objective or a combination of both. In this review, objective/s are limited considering objective/s used in reviewed works. These are maximizing product rate (MPR), maximizing revenues (MR), maximizing benefits (MB), minimizing costs (MC), maximizing service level (MSL), maximizing customer satisfaction (MCS), and minimizing environmental impact (MEI). Table 8, classifies the works reviewed according to objective/s.

Table 8. “Objective/s” of reviewed works

Article	Max Production Rate	Max Revenues (MR)	Max Benefit(MB)	Min Cost(MC)	Max Service Level (MSL)	Max Customer Satisfaction (MCS)	Min Environmental
(Chandra, 1993)	x						
(Martin et al.,1993), (McDonald & Karimi, 1997), (Chen & Wang, 1997), (Oh & Karimi, 2006), (Jung et al.,2008), (Bard(b) & Nananukul(b), 2009), (Bilgen & Çelebi, 2013)			x				
(Fisher & Chandra, 1994), (Fumero & Vercellis, 1999),(Sabri & Beamon, 2000), (Jayaraman & Pirkul,				x			

2001), (Sakawa et al.,2001), (Jang(a) et al.,2002) , (Gupta & Maranas, 2003) , (Liu & Lee, 2003), (Ryu et al.,2004), (Bertazzi et al.,2005), (Lei et al.,2006), (Chern & Hsieh, 2007), (Stacey et al.,2007) , (Roghianian et al.,2007), (Adil & Kanyalkar, 2007), (Dhaenens-Flipo & Finke, 2001), (Liang, 2007) , (Boudia(a) et al.,2007), (Boudia (a) et al.,2008), (Bard(a) & Nananukul (a), 2009), (Park (b) & Hong, 2009), (Boudia (c) & Prins (c), 2009), (Çetinkaya et al.,2009), (Safaei et al.,2010), (Bard(c) & Nananukul(c), 2010), (Shiguemoto & Armentano, 2010), (Ozdamar & Yazgac, 2010), (Paksoy & Chang, 2010), (Lee(b) et al.,2010) , (Archetti et al.,2011), (Armentano et al.,2011), (Kuhna & Liskea, 2011) , (Shi et al.,2012), (Amorim et al.,2013), (Pan & Rakesh, 2013) , (Nezhad et al.,2013) , (Choudhary & Shankar, 2014), (Khakdaman et al.,2014), (Nasiri et al.,2014) , (Adulyasak et al.,2014), (Pasandideh et al.,2015), (Muñoz et al.,2015), (Liu et al, 2015), (Keskin et al.,2015), (Senoussi et al.,2015), (Brahimia & Aouamb, 2015) , (Shi et al., 2015), , (Zare-Reisabadi & Mirmohammadi, 2015), (Fahimnia et al.,2015), (Carvalho & Nascimento, 2016)						
(Timpe & Kallrath, 2000)		x	x			
(Lucas et al.,2001)					x	
(Park(a), 2007) , (Chen et al.,2009), (Bajgiran et al.,2016), (Ardalan et al.,2016), (Zanjani et al.,2016)		x				
(Selim et al.,2008)			x	x	x	
(Torabi & Hassini, 2008), (Mirzapour et al.,2011) , (Songsong & Papageorgiou, 2013), (Khalili-Damghani & Tajik-Khaveh, 2015), (Darvish et al.,2016)				x	x	
(Leung & Chan, 2009)		x	x	x		
(Jolaia et al.,2011), (Garg et al.,2015)		x		x		
(Zhang et al., 2014)				x	x	x

Table 9 shows number of reviewed works according to objective/s. It can be inferred from that minimizing costs is the most studied objective function in optimization models.

Table 9. The number of reviewed works according to “Objective/s”

Objective/s	Number of Reviewed Works
Max Production Rate (MPR)	1
Max Revenues (MR)	5
Max Benefit (MB)	7
Min Cost(MC)	52
Max Service Level (MSL)/Max Customer Satisfaction	1

Min Cost(MC)- Max Service Level (MSL)/Max Customer Satisfaction -Min Enviromental Impact	1
Max Revenues (MR)- Max Benefit (MB)	1
Max Benefit (MB)- Min Cost(MC)- Max Service Level (MSL)/Max Customer Satisfaction	1
Min Cost(MC)- Max Service Level (MSL)/Max Customer Satisfaction	5
Max Revenues (MR)- Max Benefit (MB)- Min Cost(MC)-	1
Max Revenues (MR)- Min Cost(MC)-	2
Total	77

Table 10 shows number of reviewed works according to multiple/single objective/s. It can be inferred from single objective is the most studied.

Table 10. The number of reviewed works according to “Multiple/Single Objective/s”

Multiple/Single	Number of Reviewed Works
Multiple	11
Single	66

8. Conclusions and Further Research

This paper presents a review of optimization studies about supply chain planning. A total of 77 reviewed works published between 1993 and 2016 are used as references. Huang et al. (2003) proposed four classification criteria: supply chain structure, decision level, modeling approach and shared information. Huang’s taxonomy is used as a reference here, and two classification criteria are selected from classification criteria proposed by Huang et al. (2003). And new classification criteria are added to them. And finally we proposed four classification criteria: decision level, supply chain optimization topic, supply chain optimization model and objective/s.

This paper’s purpose is to provide general overview of supply chain optimization works and directions for future research. It can be starting point for researchers. They can see which supply chain topics are popular for working, and which decision/planning level are mostly studied and which optimization method is the most preferred, and which objective/s is/are mostly studied. It would be useful for them to see supply chain topics that weren’t studied more.

The conclusions drawn from this work show that:

1. 7 of 77 works reviewed are about strategical decisions, 53 of them are about tactical decisions, 3 of them are about operational decisions, 6 of them are about both strategical and tactical decisions, 2 of them are both strategical and operational decisions, and six of them are about both tactical and operational. We can infer from that most of the works reviewed are interested in tactical decisions.

2. Majority of reviewed works are about integrated planning. The most popular topic is integrated production planning and distribution planning or production scheduling and routing planning. 28 of 77 reviewed works are about this topic. Today most of the studies are focused on real supply chain cases. So it can be the reason for why production planning and distribution planning or production scheduling and routing planning is the most popular topic.
3. The most preferred optimization method is heuristics; 53 of 77 works reviewed use heuristics. In real supply chains, the product types are changing, the number of customers and the number of members like suppliers, distribution centers, and depots are increasing. Developing a supply chain model that considers production, distribution and inventory planning becomes complicated, and this complexity can't be solved by classical optimization methods in a short time. So, heuristics are widely used to overcome this complexity and provide solutions within a reasonable time.
4. The most studied objective is minimizing costs; 49 of 77 works reviewed use minimizing costs in objective function. And 66 of 77 works reviewed use single objective in optimization model. In real business world single objective is not sufficient to firm success, there are conflicting objectives so multiple objectives are considered together.

After this review, following future directions can be proposed:

In further studies, supply chain structure, supply chain cost (holding cost, purchase cost, production cost, etc.), and aspects relating to modeling and solving the problem: production (number of products, production capacity, set up times etc.) , inventory (safety stock available, inventory capacity etc.), routing (fleet and number of vehicles, number of visits, transport parameters like distance, time period etc.), can be added as classification criteria.

Real supply chain case studies can be analyzed and these studies can be categorized according to business branch, and other criteria.

Which heuristic methods are used mostly can be studied according to supply chain topics (production planning/scheduling, distribution/routing planning, inventory planning, procurement planning, etc.). And these heuristic methods can be compared according to their performances.

The most studied single/multiple Objective/s can be categorized according to supply chain topics (production planning/scheduling, distribution/routing planning, inventory planning, procurement planning, etc.).

Future research can focus on supply chain problems by considering multiple real-life limitations like resource constraints, capacity constraints, loading constraints etc.

9. References

- Adil, G. K., & Kanyalkar, A. P. (2007). Aggregate and detailed production planning integrating procurement and distribution plans in a multi-site environment. *International Journal of Production Research*, 45:5329-5353.
- Adulyasak, Y., Cordeau, J.-F., & Jans, R. (2014). Optimization-based adaptive large neighborhood search for the production routing problem. *Transportation Science*, 48 (1): 20-45.
- Amorim, P., Belo-Filho, M. A., Toledo, F. M., Almeder, C., & Almada-Lobo, B. (2013). Lot sizing versus batching in the production and distribution planning of perishable goods. *International Journal of Production Economics*, 146(1):208–218.
- Archetti, C., Bertazzi, L., Paletta, G., & Speranza, M. (2011). Analysis of the maximum level policy in a production-distribution system. *Computers & Operations Research*, 38:1731-1746.
- Ardalan, Z., Karimi, S., Naderi, B., & Khamseh, A. A. (2016). Supply chain networks design with multi-mode demand satisfaction policy. *Computers & Industrial Engineering*, 96:108-117.
- Armentanoa, V., Shiguemotob, A., & Løkketangenc, A. (2011). Tabu search with path relinking for an integrated production–distribution problem. *computers & Operations Research*, 38(8): 1199–1209.
- Bajgiran, O. S., Zanjani, M. K., & Nourelfath, M. (2016). The value of integrated tactical planning optimization in the lumber supply chain. *International Journal of Production Economics*, 171(1): 22-33.
- Bard(a), J. F., & Nananukul (a), N. (2009). The integrated production–inventory–distribution–routing problem. *Journal of Scheduling*, 12: 257–280.
- Bard(b), J. F., & Nananukul(b), N. (2009). Heuristics for a multiperiod inventory routing problem with production decisions. *Computers & Industrial Engineering*, 57: 713–723.
- Bard(c), J. F., & Nananukul(c), N. (2010). A branch-and-price algorithm for an integrated production and inventory routing problem. *Computers and Operations Research*, 37(12): 2202-2217.
- Bertazzi, L., Paletta, G., & Speranza, M. G. (2005). Minimizing the total cost in an integrated vendor—Managed inventory system. *Journal of Heuristics*, 11: 393-419.
- Bilgen, B., & Çelebi, Y. (2013). Integrated production scheduling and distribution planning in dairy supply chain by hybrid modelling . *Annals of Operations Research*, 211(1): 55-82.
- Boudia (a), M., Louly(a), M. A., & Prins(a), C. (2008). Fast heuristics for a combined production planning and vehicle routing problem. *Production Planning and Control. Production Planning & Control: The Management of Operations*, 19:85:96.
- Boudia (c), M., & Prins (c), C. (2009). A memetic algorithm with dynamic population management for an integrated production–distribution problem. *European Journal of Operational Research*, 195:703-715.
- Boudia(a), M., Louly(a), M. A., & Prins(a), C. (2007). A reactive GRASP and path relinking for a combined production–distribution problem. *Computers & Operations Research*, 34 : 3402–3419.

- Brahimia, N., & Aouamb, T. (2015). Multi-item production routing problem with backordering: a MILP approach. *International Journal of Production Research*, 54(4): 1076-1093.
- Carvalho, D. M., & Nascimento, M. C. (2016). Lagrangian heuristics for the capacitated multi-plant lot sizing problem with multiple periods and items. *Computers & Operations Research*, 71: 137-148.
- Chandra, P. (1993). A Dynamic Distribution Model with Warehouse and Customer Replenishment Requirements. *The Journal of the Operational Research Society*, 44:681-692.
- Chen, H., Hsueh, C., & Chang, M. (2009). Production scheduling and vehicle routing with time windows for perishable food products. *Computers & Operations Research*, 36(7): 2311-2319.
- Chen, M., & Wang, W. (1997). A linear programming model for integrated steel production and distribution planning. *International Journal of Operations & Production Management*, 17 (6): 592-610.
- Chern, C., & Hsieh, J. (2007). A heuristic algorithm for master planning that satisfies multiple objectives. *Computers & Operations Research*, 34:3491-3513.
- Choudhary, D., & Shankar, R. (2014). A goal programming model for joint decision making of inventory lot-size, supplier selection and carrier selection. *Computers & Industrial Engineering*, 71: 1-9.
- Çetinkaya, S., Üster, H., Easwaran, G., & Keskin, B. B. (2009). An integrated outbound logistics model for Frito-Lay: Coordinating aggregate-level production and distribution decisions. *Interfaces*, 39(5): 460-475.
- Darvish, M., Larrain, H., & Coelho, L. C. (2016). A dynamic multi-plant lot-sizing and distribution problem. *International Journal of Production Research*, 1-12.
- Dhaenens-Flipo, C., & Finke, G. (2001). An integrated model for an industrial production- distribution problem. *IIE Transactions*, 33 (9): 705-715.
- Fahimnia, B., Farahani, R. Z., Marian, R., & Luong, L. (2013). A Review and Critique on Integrated Production-Distribution Planning Models and Techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, 32:1-19.
- Fahimnia, B., Davarzani, H., & Eshragh, A. (2015). Planning of complex supply chains: A performance comparison of three meta-heuristic algorithms. *Computers & Operations Research*, in Press., <https://doi.org/10.1016/j.cor.2015.10.008>.
- Fisher, M., & Chandra, P. (1994). Coordination of production and distribution planning. *European Journal of Operational Research*, 72: 503-517.
- Fumero, F., & Vercellis, C. (1999). Synchronized Development of Production, Inventory, and Distribution Schedules. *Transportation Science*, 33:330-340.
- Garg, K., Kannan, D., Diabat, A., & Jha, P. (2015). A multi-criteria optimization approach to manage environmental issues in closed loop supply chain network design. *Journal of Cleaner Production*, 100(1): 297-314.
- Gupta, A., & Maranas, C. (2003). Managing demand uncertainty in supply chain planning. *Computers & Chemical Engineering*, 27: 1219-1227.
- Jang(a), Y., Jang(b), S., Chang, B., & Park, J. (2002). A Combined Model of Network Design and Production/Distribution Planning for a Supply Network. *Computers and Industrial Engineering*, 43: 263-281.

- Jayaraman, V., & Pirkul, H. (2001). Planning and coordination of production and distribution facilities for multiple commodities. *European Journal of Operational Research*, 133: 394-408.
- Jolaia, F., Yazdian, S. A., Shahanaghib, K., & Khojastehc, M. A. (2011). Integrating fuzzy TOPSIS and multi-period goal programming for purchasing multiple products from multiple suppliers. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17(1): 42–53.
- Jung, H., Jeong, B., & Lee, C. (2008). An order quantity negotiation model for distributor-driven supply chains. *International Journal of Production Economics*, 111 (1): 147–158.
- Keskin Aydin, G., Omurca, S. İ., N., A., & Ekinci, E. (2015). A comparative study of production–inventory model for determining effective production quantity and safety stock level. *Applied Mathematical Modelling*, 39(20): 6359–6374.
- Khakdaman, M., Wong, K. Y., Zohoori, B., Tiwari, M. K., & Merkert, R. (2014). Tactical production planning in a hybrid Make-to- Stock–Make-to-Order environment under supply, process and demand uncertainties: a robust optimisation model. *International Journal of Production Research*, 53(5): 1358-1386.
- Khalili-Damghani, K., & Tajik-Khaveh, M. (2015). Solving a multi-objective multi-echelon supply chain logistic design and planning problem by a goal programming approach. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 10(4): 242-252.
- Kuhna, H., & Liskea, T. (2011). Simultaneous supply and production planning. *International Journal of Production Research*, 49(13): 3795-3813.
- Lee(b), Y., Kim(b), S. H., & Moon, C. (2010). Production-distribution planning in supply chain using a hybrid approach. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 13:35-46.
- Lei, L., Liu, S., Ruszczynski, A., & Park, S. (2006). On the integrated production, inventory, and distribution routing problem. *IIE Transactions*, 38: 955-970.
- Leung, S., & Chan, S. S. (2009). A goal programming model for aggregate production planning with resource utilization constraint. *Computers & Industrial Engineering*, 56 (3): 1053–1064.
- Liang, T. F. (2007). Applying fuzzy goal programming to production/transportation planning decisions in a supply chain. *International Journal of Systems Science*, 38(4): 293 - 304.
- Liu, S. C., & Lee, S. B. (2003). A two-phase heuristic method for the multi-depot location routing problem taking inventory control decisions into consideration. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 22: 941-950.
- Liu, X., Wang, W., & Peng, R. (2015). A novel two-stage Lagrangian decomposition approach for refinery production scheduling with operational transitions in mode switching. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 23:1793–1800.
- Lucas, C., MirHassani, S., Mitra, G., & Poojari, C. (2001). An application of Lagrange relaxation to a capacity planning problem under uncertainty. *Journal of the Operational Research Society*, 52 (11): 1256-1266.
- Martin, H., Denver, D. C., & James, C. E. (1993). Integrated production, distribution, and inventory planning at Libbey–Owens–Ford. *Interfaces*, 23:68-78.

- Mcdonald, C., & Karimi, I. (1997). Planning and scheduling of parallel semicontinuous processes. *Production planning. Industrial and Engineering Chemistry Research*, 36, 2691–2700.
- Mirzapour Al-e-hashema, S., Malekly, H., & Aryanezhada, M. (2011). A multi-objective robust optimization model for multi-product multi-site aggregate production planning in a supply chain under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 34(1): 28-42.
- Muñoz, E., Capón-García, E., Láinez-Aguirre, J. M., Espuña, A., & Puigjaner, L. (2015). Supply chain planning and scheduling integration using Lagrangian decomposition in a knowledge management environment. *Computers and Chemical Engineering*, 72:52-67.
- Mula, J., Peidro, D., Diaz-Madroño, M., & Vicens, E. (2010). Mathematical programming models for supply chain production and transport planning. *European Journal of Operational Research*, 204 :377–390.
- Nasiri, G. R., Zolfaghari, R., & Davoudpour, H. (2014). An integrated supply chain production–distribution planning with stochastic demands. *Computers & Industrial Engineering*, 77:35–45.
- Nezhad, A. M., Manzour, H., & Salhi, S. (2013). Lagrangian relaxation heuristics for the uncapacitated single-source multi-product facility location problem. *Int. J. Production Economics*, 145:713–723.
- OH, H.--, & Karimi, I. (2006). Global multiproduct production–distribution planning with duty drawbacks. *AIChE Journal*, 52: 595–610.
- Ozdamar, L., & Yazgac, T. (2010). A hierarchical planning approach for a production–distribution system. *International Journal of Production Research*, 37: 3759-3772.
- Paksoy, T., & Chang, C. (2010). Revised multi-choice goal programming for multi-period, multi-stage inventory controlled supply chain model with popup stores in Guerrilla marketing. *Applied Mathematical Modelling*, 34(11): 3586–3598.
- Pan, F., & Rakesh, N. (2013). Multi-echelon supply chain network design in agile manufacturing. *Omega*, 41: 969–983.
- Park (b), Y. B., & Hong, S. C. (2009). Integrated production and distribution planning for single-period inventory products. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 22: 443-457.
- Park(a), Y. B. (2007). An integrated approach for production and distribution planning in supply chain management. *International Journal of Production Research*, 43: 1205-1224.
- Pasandideh, S. H., Niakib, S. T., & Asadia, K. (2015). Optimizing a bi-objective multi-product multi-period three echelon supply chain network with warehouse reliability. *Expert Systems with Applications*, 42(5):2615–2623.
- Roghanian, E., Sadjadi, S., & Aryanezhad, M. (2007). A probabilistic bi-level linear multi-objective programming problem to supply chain planning. *Applied Mathematics and Computation*, 188 (1): 786–800.
- Ryu, J., Dua, V., & Pistikopoulos, E. (2004). A bilevel programming framework for enterprise-wide process networks under uncertainty. *Computers & Chemical Engineering*, 28 (6–7):1121–1129.
- Sabri, E. H., & Beamon, B. M. (2000). A multi-objective approach to simultaneous strategic and operational planning in supply chain design. *Omega*, 28 (5): 581-598.

- Safaei, A. S., S.M., M. H., Z., F. R., F., J., & Ghodsypoura, S. (2010). Integrated multi-site production-distribution planning in supply chain by hybrid modelling. *International Journal of Production Research*, 48(14): 4043-4069.
- Sakawa, M., Nishizaki, I., & Uemura, Y. (2001). Fuzzy programming and profit and cost allocation for a production and transportation problem. *European Journal of Operational Research*, 131 (1): 1–15.
- Selim, H., Am, C., & Ozkarahan, I. (2008). Collaborative production–distribution planning in supply chain: a fuzzy goal programming approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(3): 396–419.
- Senoussi, A., K., M. N., Penz, B., Brahimi, N., & Dauz`ere-P`er`es, S. (2015). Modeling and solving a one-supplier multi-vehicle production-inventory-distribution problem with clustered retailers. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1-19.
- Shi, J., Zhang, G., & Sha, J. (2012). A Lagrangian based solution algorithm for a build-to-order supply chain network design problem . *Advances in Engineering Software*, 49:21–28.
- Shi, L., Jiang, Y., Wang, L., & Huang, D. (2015). A novel two-stage Lagrangian decomposition approach for refinery production scheduling with operational transitions in mode switching. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 23:1793–1800.
- Shiguemoto, A. L., & Armentano, V. A. (2010). A tabu search procedure for coordinating production, inventory and distribution routing problems. *International Transactions In Operational Research*, 17:179-195.
- Songsong, L., & Papageorgiou, L. G. (2013). Multiobjective optimisation of production, distribution and capacity planning of global supply chains in the process industry. *Omega*, 41(2): 369–382.
- Stacey, J., Natarajathinam, M., & Sox, C. (2007). The storage constrained, inbound inventory routing problem. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37: 484 – 500.
- Swaminathan, J., & Tayur, S. (2003). Tactical planning models for supply chain management. *Handbooks in Operations Research and Management Science 11*, 423–454.
- Timpe, C., & Kallrath, J. (2000). Optimal planning in large multi-site production networks. *European Journal of Operational Research*, 126 (2): 422–435.
- Torabi, S., & Hassini, E. (2008). An interactive possibilistic programming approach for multiple objective supply chain master planning. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(2): 193–214.
- Varseia, M., & Polyakovskiy, S. (2015). Sustainable supply chain network design: A case of the wine industry in Australia. *Omega* , 1-12.
- Zanjani, M. K., Bajgiran, O. S., & Nourelfath, M. (2016). A hybrid scenario cluster decomposition algorithm for supply chain tactical planning under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 252 :466–476.
- Zare-Reisabadi, E., & Mirmohammadi, S. H. (2015). Site dependent vehicle routing problem with soft time window: Modeling and solution approach. *Computers & Industrial Engineering*, 177-185.
- Zhang, Q., Shah, N., Wassick, J., Helling, R., & Egerschot, P. V. (2014). Sustainable supply chain optimisation: An industrial case study. *Computers & Industrial Engineering*, 74 :68–83.

The Impact of Carbon Emissions Policies on Reverse Supply Chain Network Design^(*)

Karbon Emisyon Politikalarının Tersine Tedarik Zincir Ağı Tasarımı Üzerindeki Etkileri

Bandar A. ALKHAYYAL⁽¹⁾, Surendra M. GUPTA⁽²⁾

ABSTRACT: Reverse Supply Chain is described as an initiative that plays an important role in the global supply chain for those who seek environmentally responsible solutions for their end-of-life products. The relative economic and environmental benefits of reverse supply chain are influenced by costs and emissions during collection, transportation, recovery facilities, disassembly, recycling, remanufacturing, and disposal of unrecoverable components. The design of reverse supply chain network takes into account social, economic and environmental objectives. This paper addresses the design of reverse supply chain under the three common regulatory policies, strict carbon caps, carbon tax, and carbon cap-and-trade.

Keywords: Greenhouse gas (GHG) emissions, low carbon logistics, reverse supply chain, sustainably supply chain

Öz: Küresel tedarik zincirinde önemli bir rol oynayan tersine tedarik zinciri, ömrünü tamamlamış ürünler için çevreye karşı sorumlu çözümler arayanların bir girişimi olarak tanımlanmaktadır. Tersine tedarik zincirinin nispi ekonomik ve çevresel faydaları, toplama, nakliye, geri kazanım tesisleri, demontaj, geri dönüşüm, yeniden imalat ve geri dönüşü olmayan bileşenlerin imha edilmesi sırasında oluşan maliyetler ve emisyonlardan etkilenmektedir. Tersine tedarik zinciri ağ tasarımı sosyal, ekonomik ve çevresel hedefleri dikkate almaktadır. Bu makale, sıkı karbon kapsülleri, karbon vergisi, karbon emisyon üst sınırı ve ticareti olmak üzere üç ortak düzenleyici politikada ters tedarik zincirinin tasarımını ele almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sera gazı emisyonları, düşük karbonlu lojistik, tersine tedarik zinciri, sürdürülebilir tedarik zinciri

Jel Kodları: L62, R4, F18, H23, O13

1. Introduction and Related Work

The number of products discarded by consumers has been gradually growing, which has led to legislations in various countries that hold the original equipment manufacturers (OEM) responsible for the end-of-life processing of products. In addition, the field of supply chain has also been influenced by consumer awareness of environmental issues (Vadde, Kamarthi, & Gupta, 2006) & (Ilgin & Gupta, 2010).

⁽¹⁾ Prince Sultan University, Department of Engineering Management, College of Engineering; balkhayyal@psu.edu.sa

⁽²⁾ Northeastern University, Department of Mechanical and Industrial Engineering; s.gupta@northeastern.edu

^(*) This paper was presented at the “The 15th International Logistics and Supply Chain Congress (LMSCM)” on October 19-20, 2017.

Climate change, disposal capacities, finite resources, growing population, improving quality of life, increasing emissions, and rising energy prices have motivated both corporations and academics to develop strategies based on corporate social responsibilities and sustainable supply chains (Carter, 2008), (Nagurney, Zungang, & Trisha, 2007), & (Paul, Kalyan, & Luk, 2005). While the concept of integrating sustainability into supply chain is relatively new, its implementation is however increasing continuously (Seuring, Joseph, Martin, & Purba, 2008).

Nowadays, although the products are still moving in the direction of the end customer the reverse flow of products is also taking place. This movement is obviously pronounced in most of the industrial sectors, especially in automobiles, beverages, electronic products, and pharmaceuticals. The automobile industry, for example, has included the changes in the supply chain to smooth the end-of-life vehicles recovery and the US vehicle recycling infrastructure (Boon, Isaacs, & Gupta, 2000) & (Ferguson & Browne, 2001).

Reverse Supply Chain (RSC) is an initiative that plays an important role in the global supply chain for those who seek environmentally responsible solutions for their end-of-life (EOL) products. The relative economic and environmental benefits of RSC are influenced by costs and emissions during collection, transportation, recovery facilities, disassembly, recycling, remanufacturing, and disposal of unrecoverable components (Ilgin & Gupta, 2010), (Alkhayyal & Gupta, 2015), and (Gupta, 2013).

Seuring and Muller (2008) defined the sustainable supply chain management as “the management of materials, information and capital flows as well as cooperation among companies along the supply chain while taking goals from all three dimensions of sustainable development, viz., economic, environmental and social, into account which are derived from customer and stakeholder requirements”. In this paper, the supply chain economics is taken into account by maximizing the total profit and minimizing the CO₂ emissions, energy use, transportation, rent, labor, and product recovery costs, by investigating the cost factors by facility type, on-site, inter-facility, and total tCO₂e from on-site electricity use by unit. Greenhouse Gas (GHG) emissions regulations and environmental sustainability are preventing extreme environmental damages from happening. The social dimension includes, but not limited to, the reduction in negative consequences of coastal destruction, noise, stress, traffic congestion, spread of disease, and the improvement in the quality of life.

A literature review is conducted by Mexiell and Gargeya (2005) on economic considerations of supply chain design. A comprehensive review of the published literature on sustainable supply chain is presented by Seuring and Muller (2008), and Srivastava (2013).

Recent available literature reviews considering different aspects of supply chain sustainability include: energy use (Dotoli, 2005), GHG emissions reduction (Guillen-Gosalbez and Grossmann, 2009), green design (Hugo and Pistikopoulos, 2005), production planning and control for remanufacturing (Hugo, Rutter, Pistikopoulos, Amorelli, & Zoia, 2005), product recovery (Jayaraman, 2006), reverse logistics (Sheu, 2008), and waste management (Guillen-Gosalbez and Grossmann, 2009).

Gungor and Gupta (1999) addressed the issues of environmentally conscious manufacturing and product recovery with an extensive review of the literature. The

study looked at the product recovery process from environmentally conscious manufacturing point of view, and included the common issues in both environmentally conscious manufacturing and product recovery (viz. environmentally conscious design, environmentally conscious production, recycling and remanufacturing, and production planning and inventory control). Ilgin and Gupta (2010) further extended this literature review through 2010. There are several other authors who reported on product recovery designs under certain legislation and regulations (Das, 2002), (Bellmann & Khare, 2000), (Dekker & Fleischmann, 2004), (Fleishmann, 2000), (Guide, V. D. R., Jayaraman, V., & Srivastava, 1999), (Guide, 2000), & (Henshaw, 1994).

Reducing the emissions generated due to a supply chain has become an important goal. Thus, the “trade-offs in the supply chain are no longer just about cost, service and quality, but also about cost, service, quality and carbon,” (Chaabane, Ramudhin, & Paquet, 2012). A Closed-loop supply chain (CLSC) network considered by Paksoy, Bektaş, & Özceylan (2011), focused on the transportation logistics cost and their GHG emissions, to exam the trade-off between operational and environmental performance measures. Abdallah, Farhat, Diabat, & Kennedy (2012) investigated the carbon emissions as a consequence of the supply chain network design and supplier selection using life-cycle assessment (LCA) approach.

A mixed-integer programming model was formulated to find an optimal strategy for companies to meet their carbon cap, while minimizing costs by Diabat and Simichi-Levi (2010). Chaabane, Ramudhin, & Paquet (2012) formulated a model of an aluminium firm and examined the carbon emissions impact on designing a sustainable CLSC network based on LCA principles. They also evaluated the tradeoffs between economic and environmental dimensions under various cost and strategies. The issues of facility location problem in CLSC with a trading price of carbon emissions and a cost of procurement were considered in Diabat et al.’s (2013) work. Fahimnia et al. ((2013) evaluated the forward and reverse supply chain influences on the carbon footprint using mixed integer linear programming (MILP) model, where carbon emissions are demonstrated in terms of dollar carbon cost.

Benjaafar, Li, & Daskin (2013) illustrated the impact of carbon emission and introduced a series of lot sizing models to be integrated into operations decisions and showed how significant emissions reductions without increases in costs can be achieved by operational adjustments alone. Supply chain and transportation mode selection decisions study for a major retailer based on the carbon policies was reported by (Jin, Granda-Marulanda, & Ian, 2014)

In this research, a mixed integer linear programming model of reverse supply chain with full valuation of emissions is considered to determine the optimal flow of parts among multiple remanufacturing centers that will maximize the total profit with less CO₂ emissions, based on actual sites in the Boston area. The proposed model considers a mid-sized LG A/C unit with a refurbished market price of \$288 (LG Model: LW1213ER Refurbished, 2015). Valuation of emissions is done using a direct carbon tax, with the value varied according to ranges proposed at the current COP21 climate talks in Paris, and with the other two different regulatory policies, strict carbon cap where firms are subject to mandatory caps on the amount of carbon they emit, and carbon cap-and-trade where firms are subjected to carbon caps but are rewarded

(penalized) for emitting less (more) than their caps. To that end, we determine how the proposed policies will influence profit margins for remanufactured goods.

The model proposed can be used for designing and analyzing a reverse supply chain in a carbon trading environment, and optimize not only costs but also emissions in the supply chain operations. It captures the trade-offs between costs and emissions in the supply chain operations. It shows that carbon tax emissions, particularly at higher taxes, mostly affects transportation operations which results in reduced transportation costs and emissions; on the other hand, the higher the carbon tax is, the greener would be the supply chain design, not necessarily following a linear relationship. Applying an emissions cap combined with a carbon tax slightly increases total supply chain costs, but yields a greener design. Numerical example illustrates different policies and their impact on the costs and the effectiveness of emission reduction.

2. Notation and Assumptions

2.1. Notation

The notations used in this paper are given below:

Notation	Definition
$C1v$	Storage capacity at remanufacturing facility v per remanufactured unit;
$C2v$	Storage capacity at remanufacturing facility v per used unit;
Cu	Storage capacity at collection center u per unit;
Cw	Storage capacity at reselling center w per unit;
CAP	Carbon strict cap;
Du	Demand of products at collection center u ;
Dw	Demand of products at reselling center w ;
duu	Distance from collection center u to remanufacturing facility v , per mile;
dvw	Distance from remanufacturing facility v to reselling center w , per mile;
EXu	Energy cost at collection center u per unit;
EXv	Energy cost at remanufacturing facility v per unit;
EXw	Energy cost at reselling center w per unit;
GH	GHG emissions per ton-mile;
GHu	GHG emissions in collection center u , per unit;
GHv	GHG emissions in remanufacturing facility v , per unit;
GHw	GHG emissions in reselling center w , per unit;
$GHGt$	GHG emissions total;
Hu	Holding cost per unit at collection center u ;
Lu	Labor cost at collection center u per unit;
Lv	Labor cost at remanufacturing facility v per unit;
Lw	Labor cost at reselling center w per unit;
O_1	Occupied space by remanufacturing unit;
O_2	Occupied space by used-product unit;
Kg	Weight of each unit;
P	Reprocessing cost per unit;
R	Retrival cost per unit;
$RCAPv$	Remanufacturing facility v capacity;
RCu	Rent cost at collection center u per unit;
RCv	Rent cost at remanufacturing facility v per unit;
RCw	Rent cost at reselling center w per unit;

SH_u	Shortage cost per unit at collection center u ;
SUP_u	Supply at collection center u ;
T_{uv}	Transportation cost from collection center u to remanufacturing facility v , per unit;
T_{vw}	Transportation cost from remanufacturing facility v to reselling facility w , per unit;
u	Collection center;
v	Remanufacturing facility;
w	Reselling center;
X_{uv}	Decision variable for the number of units transferring from collection center u to remanufacturing facility v ;
Y_{vw}	Decision variable for the number of units transferring from remanufacturing facility v to reselling center w ;
Z_v	Binary variable (0/1) for selection of remanufacturing facility v ;
Z_w	Binary variable (0/1) for selection of reselling center w .

2.2. Assumptions

We assume that GHG emissions come from four sources:

1. from the collection centers: the amount of emissions is proportional to the power consumption of these centers;
2. from the remanufacturing facilities: the amount of emissions is proportional to the volume of these remanufacturing facilities;
3. from the reselling centers: the amount of emissions is proportional to the power consumption of these centers; and
4. from the distribution of the products: the emissions level is based on the traveled distance between facilities, and the weight of each unit (40 Kg).

The model also assumes that inventory cost of a used product at the remanufacturing facility is 25% of its retrieval cost (R), and for a remanufactured product it is 25% of its reprocessing cost (P).

3. Problem Formulation

The model is formulated as a single period mixed integer linear programming model of reverse supply chain where full valuation of emissions is considered to determine the optimal flow of parts among multiple remanufacturing facilities that will maximize the total profit which includes the CO₂ emissions, energy use, transportation, rent, labor, and product recovery costs.

Objective Functions

Minimize

$$\text{Retrieval cost } \sum_u \sum_v R X_{uv} +$$

$$\text{Transportation cost } \sum_u \sum_v T_{uv} X_{uv} + \sum_v \sum_w T_{vw} Y_{vw} +$$

$$\text{Remanufacturing cost } \sum_v \sum_w P Y_{vw} +$$

$$\begin{aligned}
& \text{Inventory cost } \sum_u \sum_v (R_u/4) X_{uv} + \sum_v \sum_w (P_v/4) Y_{vw} + \\
& \text{Rent cost } \sum_u RC_u * Du + \sum_v RC_v * X_{uv} + \sum_w RC_w * Y_{vw} + \\
& \text{Labor cost } \sum_u Lu * Du + \sum_v Lv * X_{uv} + \sum_w Lw * Y_{vw} + \\
& \text{Energy cost } \sum_u Eu * Du + \sum_v Ev * X_{uv} + \sum_w Ew * Y_{vw} + \\
& \text{Greenhouse Gas (GHG) Emissions} \\
& \sum_u GH_u * Du + \sum_u \sum_v GH_v X_{uv} + \sum_v \sum_w GH_w Y_{vw} + \\
& \sum_u \sum_v GH * duv * Kg * X_{uv} + \sum_v \sum_w GH * d_{vw} * Kg * Y_{vw} \\
& \text{Shortage cost } \{(D_w - SUP_u) * (1 - Z)\} * SH_u
\end{aligned} \tag{1}$$

Constraints

Demand constraint must be met while minimizing the total cost of production and inventory.

$$\sum_v Y_{vw} = D_w ; \forall w \tag{2}$$

Remanufacturing facility total output is at most its total input

$$\sum_u X_{uv} \geq \sum_v Y_{vw} ; \forall v \tag{3}$$

Remanufacturing items occupied space at each remanufacturing facility is at most its capacity, and total space occupied at each collection center by returned items at most its capacity

$$\sum_w O_1 * Y_{vw} \leq C_{1v} * Y_v ; \forall v \tag{4}$$

$$\sum_v O_2 * X_{uv} \leq C_u ; \forall u \tag{5}$$

Total space occupied at each remanufacturing facility by returned items at most its capacity

$$\sum_u O_2 * X_{uv} \leq C_{2v} * Z_v ; \forall v \tag{6}$$

Total space occupied at reselling center by returned items at most its capacity

$$\sum_v O_1 * Y_{vw} \leq C_w * Z_w; \forall w \quad (7)$$

Carbon strict cap limit

$$GHG_t \leq CAP \quad (8)$$

Non-negativity constraint

$$X_{uv} \geq 0; \forall u, v \quad (9)$$

$$Y_{vw} \geq 0; \forall v, w \quad (10)$$

Total number of returned items supplied to remanufacturing facilities by collection centers is at most the supply

$$\sum_w Y_{vw} \leq RCAP_v; \forall v \quad (11)$$

$$\sum_v X_{uv} \leq SUP_u; \forall u \quad (12)$$

4. Case Study

The numerical example is based on actual sites in the Boston (Massachusetts) area and considers three collection centers (located in Melrose, Canton, and Natick), two remanufacturing facilities (located in Taunton and Hingham), and three reselling centers (located in Revere, Boston, and Somerville). The actual distances in miles between the locations were considered, to calculate mile per gallon costs and emissions of CO₂ kg per gallon, assuming the gasoline price per gallon of October 2015. The number of laborers, their annual salaries, and the size of the space were also considered. In short, the example reflects a breakdown of the cost factors: rent, labor, energy, CO₂ emissions, and transportation, by facility type, on-site, inter-facility, and total tCO₂e from on-site electricity use by unit. The U.S. Energy Information Administration at the U.S. Department of Energy data reports (U.S. Energy Information Administration, 2015) were used to calculate the energy usage for each facility. This example considers a mid-size LG A/C unit, model LW1213ER, with dimensions of 23 5/8" x 15" x 22 1/6", and a refurbished market price of \$288 (LG Model: LW1213ER Refurbished, 2015). Two 12-foot trucks with a capacity of 58 A/C units each and a load volume of 475 cubic feet were used for transportation (12 Foot Truck, 2017). Valuation of emissions is done using the suggested direct carbon tax, strict cap, and cap-and-trade values according to ranges proposed at the 21st Conference of the Parties under the UNFCCC in Paris (Conference of the Parties (COP21), 2015), the U.S. Interagency Working Group (2013) and, the U.S. Environmental Protection Agency (2015), to determine how proposed ranges will influence profit margins for remanufactured goods.

4.1. Data

In this section two different survey databases were used, Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS) which was used for collection centers and reselling centers energy data. Manufacturing Energy Consumption Survey (MECS)

was used for remanufacturing facilities energy data in subsection. Tables 1 to 4 have the labor cost, rent cost, and distances between locations per mile respectively.

Table 1. Labor Actual Cost

Cities	Number of laborers	Labor cost per year
Canton	5	\$93,600
Natick	3	\$56,160
Melrose	4	\$74,880
Taunton	15	\$280,800
Hingham	17	\$318,240
Revere	4	\$74,880
Boston	3	\$56,160
Somerville	6	\$112,320

Table 2. Rent Actual Cost

Cities	Space (Sq ft)	Rent per Sq ft/year	Total rent per year
Canton	1000	\$14.4	\$4,220
Natick	3000	\$10.5	\$10,575
Melrose	1500	\$15.0	\$7,460
Taunton	10000	\$11.0	\$110,000
Hingham	9801	\$8.0	\$78,408
Revere	2700	\$10.0	\$27,000
Boston	5100	\$25.0	\$127,500
Somerville	4000	\$17.0	\$68,000

Table 3. Actual Distances between Collection Center and Remanufacturing Facilities per Mile

From/To City	Taunton	Hingham
Melrose	52.8	28.1
Canton	17.2	19.3
Natick	37.0	30.5

Table 4. Actual Distances Between and Remanufacturing Facilities and Reselling Centers per Mile

From/To City	Revere	Boston	Somerville
Taunton	45.0	40.0	43.0
Hingham	24.0	19.0	22.0

5. Results and Discussion

The absence of a carbon tax for the A/C unit priced at \$218 results in a profit margin estimated to be 24.3% for a \$288 selling price according to current refurbished market price (LG Model: LW1213ER Refurbished, 2015), whereas a USEPA-recommended \$40/ton CO₂ equivalent (tCO₂e) tax reduced the profit margin to 19.1% assuming a price for remanufactured item of \$233 per unit (US Environmental Protection Agency, 2015). However, strict carbon cap reduces the profit margin to 13%, and cap-and-

trade policy reduces the profit margin to 9%. LINGO 13.0 was used to solve the problem. The optimal results obtained from the direct carbon tax are shown in Tables 5 and 6.

Table 5. Optimal Number of Units Transported From Collection Center to Remanufacturing Facility

City	Taunton	Hingham
Melrose	0	50
Canton	0	0
Natick	0	450

Table 6. Optimal Number of Units Transported From Remanufacturing Facility to Reselling Center

City	Revere	Boston	Somerville
Taunton	0	0	0
Hingham	150	200	150

The optimal remanufacturing cost is \$218 per unit, which shows that this model is \$70 per unit less than the current refurbished market price. The emission quantity is 0.018 tCO_{2e} per unit. Comparing this result to the deflated refurbished market price using a consumer price index expressed in 2002 dollars and analyzing that result using the economic input-output life cycle assessment (EIO-LCA) model a technique for estimating the materials and energy resources required for environmental emissions resulting from economic activities (Carnegie Mellon University Green Design Institute, 2016). The EIO-LCA sector chosen was the U.S. 2002 Benchmark for air conditioning, refrigeration, and warm air heating equipment manufacturing. This shows that the emission quantities are 0.109 tCO_{2e} per unit less than refurbished manufacturing. The valuation of emissions for the optimal result was done by using the values according to ranges proposed at the 21st Climate Change Conference (COP21) in Paris, therefore existing approaches used different carbon policies and applications. Using the carbon price of \$40/ton CO₂ equivalent (tCO_{2e}), our model gives a profit margin of 19.1%. Moreover, the climate change concerns are continuing to increase along with the acceleration of global warming. The IPCC reports that globally GHG emissions have increased by more than 80% from 1970 to 2010, resulting in widespread threats to global ecosystems and human enterprise (IPCC, 2014). The new Paris agreement proposes a means to achieve zero net GHG emissions by the second half of this century (COP21, 2015). This paper explored this topic through which a deterministic model is employed to determine the effects of internalizing a cost of RSC GHG emissions into optimization models. Variations in optimal facility use, pricing/profit margins, and transportation logistics were compared against a variable cost of carbon, employing a case study method established through the inclusion of actual data from sites in the Boston area.

A number of model extensions and refinements could be made. First, the deterministic model could be relaxed to facilitate the potential to relocate remanufacturing facilities/reselling centers rather than shutting down the facility, based upon factors such as traffic congestion and parking difficulties; commuting distance; current land/energy/labor cost criteria; and general population, economy, and geographic characteristics of the setting. Proximity of additional recycling infrastructure, such as

rail lines, Material Recovery Facilities, shipping terminals, and disposal facilities, and their incorporation in a spatially-explicit RSC may serve to make the models presented here more realistic. Finally, this paper used a variable social cost of carbon whose value was set to levels recommended by government agencies and reports to represent a carbon tax on all activities leading to GHG emissions. Furthermore, other policy means of controlling GHG emissions such as strict carbon caps or cap-and-trade policies have been modeled. The existing cost model could also be used to determine how much GHG emissions are reduced by remanufacturing versus disposal, providing a value for the cost of carbon abatement from remanufacturing operations that could be of use to environmental economics research.

6. Conclusion

This paper has presented a reverse supply chain optimization model designed to take into account the influence of both strategic and operational activities of the supply chain on the environment. A case study based on actual sites was considered to illustrate performance of the model and to determine how the proposed policies would influence profit margins on remanufactured goods. The results indicated that the carbon price ranges that were used in this study will control the amount of GHG emissions generated in reverse supply chain operations. The results also indicated that the carbon tax policy forces a strict constraint on the amount of carbon emissions generated in supply chain operations. It shows that the RSC is sensitive to the carbon price. The work herein advances the theoretical modeling of optimal RSC systems while presenting an empirical case study of remanufactured appliances, an understudied facet of current industrial literature.

7. References

- 12 Foot Truck. (2017). Retrieved from Penske Truck Leasing Corporation: <http://www.pensketruckrental.com/moving-trucks/12-foot-truck/>
- Abdallah, T. Farhat, A. Diabat, A. Kennedy, S. (2012). Green supply chains with carbon trading and environmental sourcing: Formulation and life cycle assessment, *Applied Mathematical Modelling*, vol. 36. p. 4271–4285.
- Alkhayyal, B & Gupta, S. M. (2015). “A Linear Physical Programming Approach to Evaluate Collection Centers for End-Of-Life Products”. *Proceedings of the 2015 Northeast Decision Sciences Institute Conference*.
- Bellmann, K. and Khare, A.(2000). Economic Issues in Recycling End-of-Life Vehicles, *Technovation*, Vol. 20, 677-690
- Benjaafar, S. Li, Y. Daskin, M. (2013). Carbon footprint and the management of supply chains: insights from simple models, *IEEE Transactions Automotive Science Eng.* Vol. 10. p. 99-116.
- Boon, J. E., Isaacs, J. A., & Gupta, S. M. (2000) “Economic Impact of Aluminum-Intensive Vehicles on the US Automotive Recycling Infrastructure”. *Journal of Industrial Ecology*, 4(2), 117-134.
- Carnegie Mellon University Green Design Institute. (2016). *Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA) US 2002 (428 sectors) Producer model [Internet]*, Available from: <<http://www.eiolca.net/>> [Accessed 21 June, 2017].
- Carter, C. R. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 38, no 5, p. 360.

- Chaabane, A., Ramudhin, A. Paquet, M. (2012). Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme, *International Journal of Production Economics*, vol. 135, p. 37-49.
- Conference of the Parties (COP21). (2015). *The Paris Agreement. The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*. Available from <http://www.cop21paris.org/> [Accessed May. 12, 2017].
- Das, J. K. (2002). Responding to Green Concerns: the Role of Government and Business, *Vikalpa*, Vol. 27, 3-12.
- Dekker, R., & Fleischmann, M. (Eds.). (2004). Reverse logistics: quantitative models for closed-loop supply chains. *Springer Science & Business Media*.
- Diabat, A, Abdallah, T. Al-Refaie, A. Svetinovic, D. Govindan, K. (2013). Strategic Closed-Loop Facility Location Problem With Carbon Market Trading, *IEEE Transactions on engineering Management*, vol. 60, no. 2. p. 398-408.
- Diabat, A. Simichi-Levi, D. (2010). A carbon-capped supply chain network Problem. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. p. 523-27.
- Dotoli, M. (2005). A multi-level approach for network design of integrated supply chains. *International journal of production research*, 43:4267–4287.
- Fahimnia, B. Sarkis, J. Dehghanian, F. Banihashemi, N. Rahmanm. S. (2013). The impact of carbon pricing on a closed-loop supply chain: an Australian case study, *Journal of Cleaner Production*, vol. 59. p. 210-25.
- Ferguson, N., & Browne, J. (2001). "Issues in end-of-life product recovery and reverse logistics". *Production Planning & Control*, 12(5) (2001), 534-547.
- Fleishmann, M. (2000). Quantitative models for reverse logistics. *Rotterdam*.
- Guide, V. D. R. (2000). Production Planning and Control for Remanufacturing: Industry Practice and Research Needs, *Journal of Operations Management*, Vol. 18, 467- 483.
- Guide, V. D. R., Jayaraman, V., & Srivastava, R. (1999). Production planning and control for remanufacturing: a state-of-the-art survey. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 15(3), 221-230.
- Guillen-Gosalbez, G. and Grossmann, I. (2009). Optimal design and planning of sustainable chemical supply chains under uncertainty. *American Institute of Chemical Engineers Journal*, 55:99–121.
- Gungor, A., & Gupta, S. M. (1999). Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers & Industrial Engineering*, 36(4), 811-853.
- Gupta, S. M. (2013). Reverse Supply Chains: Issues and Analysis, *CRC Press*, ISBN: 978-1439899021.
- Henshaw, J. M. (1994). Design for recycling: new paradigm or just the latest 'design-for-X' fad?. *International Journal of Materials and Product Technology*, 9(1), 125-138.
- Hugo, A. and Pistikopoulos, E. (2005). Environmentally conscious long-range planning and design of supply chain networks. *Journal of Cleaner Production: Recent advances in industrial process optimization*, 13:1471–1491.
- Hugo, A., Rutter, P., Pistikopoulos, S., Amorelli, A., & Zoia, G. (2005). Hydrogen infrastructure strategic planning using multi-objective optimization. *International Journal of Hydrogen Energy*, 30(15), 1523-1534.
- Ilgin, M. A., & Gupta, S. M. (2010). Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): a review of the state of the art. *Journal of environmental management*, 91(3), 563-591.

- Interagency Working Group, (2013). *Technical update on the social cost of carbon for regulatory impact analysis-under executive order 12866*. United States Government.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Jayaraman, V. (2006). Production planning for closed-loop supply chains with product recovery and reuse: An analytical approach. *International Journal of Production Research*, 44:981–998.
- Jin, M. Granda-Marulanda, N.A. Ian, D. (2014). The impact of carbon policies on supply chain design and logistics of a major retailer, *Journal of Cleaner Production*; vol. 85. p. 453-461.
- LG Model: LW1213ER Refurbished*. (2015). World Wide Voltage, LG Electronics. Air Conditioners. Available from http://www.worldwidevoltage.com/lg-lw1213er-12-000-btu-window-air-conditioner-with-remote-factory-refurbished--only-for-usa-.html?utm_source=googlepeplaandutm_medium=adwords&id=61865531738 [Accessed Feb. 17, 2017].
- Meixell, M. and Gargeya, V. (2005). Global supply chain design: A literature review and critique. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41:531– 550.
- Nagurney, A., Zugang, L, & Trisha, W. (2007). Sustainable Supply Chain and Transportation Networks. *International Journal of Sustainable Transportation*, vol. 1, no 1, p. 29 - 51.
- Paksoy, T. Bektaş, T. Özceylan, E. (2011). Operational and environmental performance measures in a multi-product closed-loop supply chain, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 47, no. 4. p. 532-46.
- Paul R. K., Kalyan. S, & Luk N. W. (2005). Sustainable Operations Management. *Production and Operations Management*, vol. 14, no 4, p. 482-492.
- Seuring S, Müller M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, No. 15, pp. 1699-1710.
- Seuring, S., Joseph, S., Martin, M., & Purba, R. (2008). Sustainability and supply chain management - An introduction to the special issue. *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, no 15, p. 1545-1551.
- Sheu, J. (2008). Green supply chain management, reverse logistics and nuclear power generation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44:19– 46.
- Srivastava, S. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9:53–80.
- U.S. Energy Information Administration. (2015). *Table 5.6.A. Average Price of Electricity to Ultimate Customers by End-Use Sector, Electric Power Monthly [Internet]*, Available from http://www.eia.gov/electricity/monthly/epm_table_grapher.cfm?t=epmt_5_6_a [Accessed 20 June, 2017].
- US Environmental Protection Agency. (2015). *The Social Cost of Carbon. Climate Change - Social Cost of CO₂, 2015-2050 [Internet]*. Available from <http://www3.epa.gov/climatechange/EPAactivities/economics/scc.html> (Accessed 14 June, 2017).

Vadde, S., Kamarthi, S. V., & Gupta, S. M. (2006). Pricing decisions for product recovery facilities in a multi-criteria setting using genetic algorithms. *Proceedings of the SPIE International Conference on Environmentally Conscious Manufacturing VI*, (6385) 108-118.

YAZAR REHBERİ

1. Genel

Doğuş Üniversitesi Dergisi (ISSN 1302-6739; e-ISSN 1308-6979), Doğuş Üniversitesi'nin bir yayın organıdır. Dergi; iktisat, işletme ve finans konularında özgün bilimsel Türkçe ve İngilizce makaleler yayımlar. Diğer disiplinlerden bu alanlarla ilgili çalışmalar da değerlendirmeye alınır. Doğuş Üniversitesi Dergisi, 2000 yılında yayın hayatına girmiş uluslararası hakemli bir dergidir ve yılda iki kez Ocak ve Temmuz aylarında yayımlanır. Türkiye Makaleler Bibliyografyası, EconLit, TÜBİTAK-ULAKBİM Sosyal ve Beşeri Bilimler Veri Tabanı, DOAJ (Directory of Open Access Journals), Open Academic Journals Index ve ASOS (Sosyal Bilimler İndeksi) adlı kaynaklarda indekslenmekte olan Dergi EBSCOhost Academic Search Complete, OpenAIRE, Open Archives Initiative, Doğuş Üniversitesi Makale Veri Tabanı ve Doğuş Üniversitesi Akademik Arşiv Sistemi üzerinden erişime açıktır. Yazılarda belirtilen düşünce ve görüşlerden yazar(lar)ı sorumludur. Yayımlanmak üzere kabul edilen makalelerin tüm yayın hakları süresiz olarak Doğuş Üniversitesi Dergisi'ne aittir.

2. Hakemlik Süreci

Dergiye gönderilen makaleler iki hakem tarafından değerlendirilir. Hakemlerden birinin olumsuz, diğerinin olumlu görüş bildirmesi durumunda yayın kurulu hakem raporlarını inceleyerek makalenin işlem sürecini üçüncü bir hakeme gönderme yönünde ya da yazarına iade etme şeklinde belirler. Makalenin yayımlanabilmesi için en az iki hakemin olumlu görüş bildirmesi gerekir. Gönderilen yazıların, başka bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak için gönderilmemiş olduğuna ilişkin, sunan yazar tarafından imzalı bir metin (Yayın Hakkı Devir Formu) yazıyla birlikte sunulmalıdır. Hakemlerin raporları tamamlandıktan sonra yazılar, Yayın Kurulu'nun onaylaması durumunda yayıma hazır hale gelir ve geliş sırası da dikkate alınarak uygun görülen sayıda basılır. Yayımlanması kabul edilen yazıların bütün yayın hakları süresiz olarak Doğuş Üniversitesi'ne aittir.

3. Yazım Kuralları

Doğuş Üniversitesi Dergisi'ne gönderilecek yazılar Türkçe veya İngilizce olabilir. Yazının uzunluğu 15 sayfayı geçmemelidir. Yazının elektronik kopyası Microsoft Word programında Times New Roman yazı karakteri ile hazırlanmalıdır. Marj ayarları; üstten 5cm, alttan 4cm, sağ ve soldan 4.5cm olmalıdır.

3.1. Başlık ve Yazar Adı

Başlık, makale hangi dilde ise önce o dilde büyük harflerle 12 punto, koyu ve sayfaya ortalı olarak verilmelidir. Makalenin diğer dildeki karşılığı ise, bir satır boşluk bırakılarak büyük harflerle, 10 punto, koyu ve italik olarak sayfaya ortalı olarak verilmelidir. Yazarın/yazarların adı, bağlı bulunduğu kurum ve bölümü ile e-posta adresi internet üzerindeki kayıt formuna yazılmalıdır. Dergide kör hakemlik uygulandığından makale üzerinde yazar/yazarlara ait bilgi **verilmemelidir**.

3.2. Özet ve Anahtar Kelimeler

Makale hangi dilde ise önce o dilde en çok 100 kelimelik bir “özet” ve altında diğer dilde en çok 100 kelimelik ikinci bir “özet” italik olarak verilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin altında, anahtar kelimeler (en çok 5 kelime) ile İngilizce özetin altında ekonomi, işletme, finans konularındaki makaleler için *Journal of Economic Literature* (JEL) sınıflama numarası verilmelidir.

3.3. Başlıklar ve Metin

Metin içinde başlıklar Arap rakamıyla numaralandırılmalı (1., 1.1., 1.1.2. gibi) ve derinlik üçten fazla olmamalıdır. Birinci düzey başlıklar 12 punto ve koyu, ikinci düzey ve daha sonraki başlıklar 10 punto ve koyu olarak verilmelidir. Metin 10 punto ve tek satır aralıkla yazılmalıdır. Her paragraftan sonra bir satır boşluk bırakılmalı ve paragraflar sola yaslı olarak başlamalıdır. Başka kaynaklardan yapılan aktarmalar üç satırı geçmiyor ise tırnak içinde italik olarak, üç satırı geçiyor ise ayrı bir paragrafta sağdan ve soldan birer santim içeri çekilerek 9 punto ve italik olarak verilmelidir. Tablo ve şekillere başlık ve sıra numarası verilmeli, başlıklar tabloların üzerinde (Tablo 1. Tablo adı), şekillerin ise altında (Şekil 1. Şekil adı) yer almalıdır. Tablo ve şekiller dikey olarak (tam sayfa olan tablo ve şekiller yatay olarak yerleştirilebilir), denklemler sayfaya ortalı olarak verilmeli ve denklemlerin sıra numaraları parantez içinde olup sayfanın sağ tarafına yaslanmalıdır. Kaynaklara göndermeler, metin içi parantez yöntemi ile yapılmalıdır. Parantez içindeki sıra; yazar/yazarların soyadı, (yazarı olmayan kaynaklarda eser adının ilk üç kelimesi ve hemen izleyen üç nokta) kaynağın yılı, sayfa numarası/numaraları şeklinde olmalıdır (örneğin: Soyad, tarih: sayfa sayısı). Metin içinde,

yukarıdaki gibi gönderme yapılan bütün kaynaklar, Referanslar listesinde belirtilmeli, gönderme yapılmayan kaynaklar bu listede yer almamalıdır. Kaynaklar alfabetik sırayla ve kaynakça yazım örneklerinde belirtildiği biçimde yazılmalıdır. Makale ve kitap adları özel isim dışında küçük harflerle yazılmalıdır. Dergi adlarının ise ilk harfleri büyük olmalıdır. Kaynakça yazım biçimi için “kaynakça yazım örnekleri” ne bakılmalıdır. Karar verilemeyen durumlarda dergide yayımlanmış makaleler incelenmelidir. Makalelerin basıma girecek son şeklini yayım kurallarına uygun sunmak yazarlara aittir; makaleler uygun sunulana kadar yayımlanmaz.

4. Makale Gönderisi

Doğuş Üniversitesi Dergisi'ne makale gönderisi ve ayrıntılı bilgi için <http://journal.dogus.edu.tr/> adresindeki “**Yazar Rehberi**” ne bakılmalıdır.

AUTHOR GUIDELINESS

1. General

Dogus University Journal (ISSN 1302-6739; e-ISSN 1308-6979) is published by Dogus University, which is a referred bi-annual and blind peer-review. It has been published since the year of 2000 (only e-journal as of January 2013). The journal publishes original Turkish or English articles on the subjects of economics, business and finance. The submissions, which are in other disciplines but related to these fields, are also accepted for review. The articles published in the Journal are indexed in The Bibliography of Turkey's Articles, EconLit, TUBITAK-ULAKBIM Social Science and Humanities, DOAJ (Directory of Open Access Journals), Open Academic Journals Index and ASOS (Social Sciences Index), and accessible on the system of EBSCOhost Academic Search Complete, OpenAIRE, Open Archives Initiative, Dogus University article database and Dogus University System of Academic Archive. The views expressed in the papers are under the responsibility of authors. All the intellectual property rights of the papers accepted for the publication belong to Dogus University Journal indefinitely.

2. Refereeing Process

Articles sent to Dogus University Journal reviewed by two referees. In case one of the referees reviews the articles positively and the other negatively, Editorial Board examines referees reviews and may decide to pass the article to a third judge or return it to its author. Two positive reviews are required for an article to be considered fit for publication. The submitted text must be

accompanied by a signed autograph (Copyright Transfer Form) that states that it has not been published elsewhere or has not been sent for publication. After the referees' reports have been completed, the papers will be ready for publication if approved by the Editorial Board and will be printed at the appropriate number, taking into consideration the order of arrival. All the intellectual property rights of the papers accepted for the publication belong to Dogus University Journal indefinitely.

3. Article Writing Codes

Articles sent to Dogus University Journal can either be in English or Turkish. The length of the article should not exceed 15 pages. The softcopy of the article is to be typed in Times New Roman font as a Microsoft Word document. Margins are: 5 cm on the top, 4 cm at the bottom, 4.5 cm from the right and left.

3.1. Title and Author's Name

The title of the article is to be written first in the original language of the article aligned in the centre in bold with font-size 12. The correlation of the article in the other language is to be stated after single space in font-size 10, in the centre, in bold and italic. Author(s)' name(s), name of the current institution, department name and e mail address are to be filled in on the copyright form. Since the blind refereeing is employed in the journal, information about the author(s) **should not be mentioned** on the article.

3.2. Summary and Key Words

Initially, there has to be a 'summary' of the article in at most 100 words in italics in the original language of the text followed by another one in the other language. Below the English and Turkish summaries, key words (at most 5 words) are to be written. Below the 'summary' in English, Journal of Economic Literature (JEL) classification numbering is to be given.

3.3. Titles and Text

Titles in the text are to be numerated with Arabic figures (e.g. 1., 1.1,1.1.2...etc.) with depth not more than 3. The main titles are to be in font-size 12 in bold, the subtitles and the followings are to be in font size 10, in bold. The text must be written in single-spaced 10 point-size. After each paragraph there must be a single space and the paragraphs are to be started aligned to the left. If the references from other sources are not more than 3 lines they are written in italics in quotation marks. If the reference is more than 3 lines, the paragraph is to be written 3 inches indented from right and left in italics in font-size 9. Tables and diagrams are to be titled and numerated.

Titles must be positioned above the tables (e.g. Table 1. Name of the table), and under the diagrams (e.g. Diagram 1 Name of the diagram). Tables and diagrams must be placed vertically (if the tables and diagrams are full-page size they can be placed horizontally). Equations must be aligned in the middle of the page and the numbers of the equations must be aligned to the right hand side of the page in parenthesis. References to the sources must be given in parenthesis in the text. The order in the parenthesis is as follows: Author(s) surname(s), (for the sources without author's name the first three words of the name of the book, then insert triple dot), year of the source, page number(s) (e.g. Surname, date: page number). All the sources referred in the text following the rules stated above must be acknowledged in the bibliography, and sources that are not cited in the text should not be on this list. Sources must be put in alphabetical order and must be regulated according to the examples (APA Style) shown in 'bibliography writing' part. Except for the proper names, the names of the articles and books are to be written in lower-case letters. The initial letters of the names of the journals are to be upper-case letters. For the 'bibliography' format, 'bibliography writing samples' part must be checked. In case of any indecision, published articles in the journal must be checked. To present the last form of the article organized according to the publication rules before the publication process is in the author's charge; the articles are not published unless they are presented in the appropriate text format.

4. Article Submission

For detailed information and article submission to Doğuş University Journal, it is should be looked at the "**Author Guide**" at <http://journal.dogus.edu.tr/>.

Acıbadem Caddesi, Zeamet Sokak, No: 21

34722 - Acıbadem / Kadıköy / İSTANBUL

Tel / Phone: +90-216- 4447997

Faks / Fax: +90-216-5445532

<http://journal.dogus.edu.tr>

e-posta / e-mail: journal@dogus.edu.tr