

alphanumeric

The Journal of
Operations Research, Statistics,
Econometrics and Management Information Systems

Volume 3

Issue 1

2015

Peer Reviewed International Journal

<http://www.alphanumericjournal.com/>

ALPHANUMERIC JOURNAL

Volume 3, Issue 1, 2015

*The Journal of Operations Research, Statistics,
Econometrics and Management Information Systems*

Editors

Bahadır Fatih YILDIRIM

bahadirfildirim@alphanumericjournal.com

Sultan KUZU

sultankuzu@alphanumericjournal.com

Production Editor

Hüseyin BURGAZOĞLU

h.burgazoglu@alphanumericjournal.com

ISSN 2148-2225

<http://www.alphanumericjournal.com/>

<http://dergipark.ulabim.gov.tr/alphanumeric>



**Alphanumeric Journal is a “Peer-Reviewed
International Journal”.**

The journal is semiannually published

in June and December.

This page intentionally left blank

ALPHANUMERIC JOURNAL

Volume 3, Issue 1, 2015

EDITORIAL BOARD

A. Neyran ORHUNBİLGE	Istanbul University	Mustafa CAN	Istanbul University
Bilge ACAR BOLAT	Istanbul University	Mustafa GÜNEŞ	Gediz University
Burak GÜRİŞ	Istanbul University	Nazif ÇALIŞ	Adiyaman University
Cavit YEŞİLYURT	Kafkas University	Neslihan FİDAN	Istanbul University
Çiğdem ARICIGİL ÇİLAN	Istanbul University	Nezih Metin ÖZMUTAF	Izmir Katip Celebi University
Emine Ebru AKSOY	Gazi University	Nihat TAŞ	Istanbul University
Emrah ÖNDER	Istanbul University	Oğuz AKBİLGİÇ	University of Calgary
Erdoğan ÖZTÜRK	Suleyman Demirel University	Ötüken SENER	Kafkas University
Ergün EROĞLU	Istanbul University	Özgür ÇAKIR	Marmara University
Erhan ÖZDEMİR	Istanbul University	Özlem KUVAT	Balikesir University
Esmâ Nur ÇİNİCIOĞLU	Istanbul University	Rauf NİŞEL	Marmara University
Eyüp CETİN	Istanbul University	Reşat KASAP	Gazi University
H. Öner ESEN	Istanbul University	Sadi Evren ŞEKER	Istanbul Medeniyet University
Hacer YUMURTACI AYDOĞMUŞ	Akdeniz University	Seda TOLUN	Istanbul University
Hakan DEMİRGİL	Suleyman Demirel University	Selahattin GÜRİŞ	Marmara University
Halim KAZAN	Gezbe Institute of Technology	Selim BAŞAR	Ataturk University
Hamdi EMEÇ	Dokuz Eylül University	Seung Hyun BAEK	Hanyang University
İbrahim GÜNGÖR	Akdeniz University	Seyhan NİŞEL	Istanbul University
İlker Murat AR	Karadeniz Technical University	Sinan SARAÇLI	Afyon Kocatepe University
İrfan ERTUĞRUL	Pamukkale University	Şakir ESNAF	Istanbul University
İsmet GÖÇER	Adnan Menderes University	Şebnem AKAL	Marmara University
L. Sinem SARUL	Istanbul University	Şebnem ER	University of Cape Town
M. Erdal BALABAN	Istanbul University	Sona MARDIKYAN	Bogazici University
M. Vedat PAZARLIOĞLU	Dokuz Eylül University	Timur KESKİNTÜRK	Istanbul University
Mahmut ERDOĞAN	Gumushane University	Tunçhan CURA	Istanbul University
Mahmut ZORTUK	Dumlupınar University	U. Tuğba ŞİMŞEK GÜRSOY	Istanbul University
Mehpare TİMOR	Istanbul University	Vincent F. YU	National Taiwan University of Science and Technology
Miguel Angel Bautista Martin	University of Barcelona	Yeliz YALÇIN	Gazi University

This page intentionally left blank

ALPHANUMERIC JOURNAL

Volume 3, Issue 1, 2015

CONTENTS

- 001-006** A Genetic Algorithm Metaheuristic For The Weapon-Target Based Media Allocation Problem
Silah-Hedef Temelli Medya Planlama Problemi İçin Genetik Algoritma Metasezgiseli
Timur KESKİNTÜRK, Eyüp ÇETİN
- 007-014** Performance Of Shannon's Maximum Entropy Distribution Under Some Restrictions: An Application On Turkey's Annual Temperatures
Shannon'un Maksimum Entropi Dağılımının Bazı Kısıtlar Altındaki Performansı: Türkiye'nin Yıllık Hava Sıcaklıkları Üzerine Bir Uygulama
Hatice ÇİÇEK, Sinan SARAÇLI
- 015-024** An Efficiency Planning in Supply Chain Management with Mathematical Programming
Matematiksel Programlama İle Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkinlik Planlaması
Murat ATAN, Sibel ATAN, Şenol ALTAN
- 025-040** Text Mining as a Supporting Process for VoC Clarification
Müşteri Sesinin Ayrıştırılmasını Destekleyen Bir Süreç Olarak Metin Madenciliği
Aysun KAPUCUGİL İKİZ, Güzin ÖZDAĞOĞLU
- 041-050** Measuring the Relative Efficiencies of Statistics Departments in Turkey Using Data Envelopment Analysis
Türkiye'deki İstatistik Bölümlerinin Göreli Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi
Cenk İÇÖZ, Harun SÖNMEZ
- 051-058** Process Capability And Price Evaluation Chart For A Pharmaceutical Company
Bir İlaç Firması İçin Süreç Yetenek Analizi Ve Fiyat Değerlendirme Grafiği
Sündüz DAĞ, Nihan KABADAYI
- 059-066** A Solution To Rational Decision Making Via Compositional Data Analysis: A Case Study Using Students Cellular Phone Tendencies
Rasyonel Karar verme Problemi İçin Compositional Veri Analizi Yaklaşımı: Öğrenci Telefon Tercihleri Üzerine Bir Uygulama
Şenay LEZKİ, Sinan AYDIN, Fikret ER

067-080

Determining The Relationship Between Happiness And Human Development: Multivariate
Statistical Approach

Mutluluk Ve İnsani Gelişmişlik Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi: Çok Değişkenli İstatistiksel
Yaklaşım

Dilek MURAT, Sevda GÜRSAKAL

081-088

The Evaluation Of The Development Agency Regions In Turkey In Terms Of Some Socioeconomic
Indicator With Factor Analyses

Türkiye'de Kalkınma Ajansı Bölgelerinin Bazı Sosyoekonomik Göstergeler Bakımından Faktör
Analizi İle Değerlendirilmesi

Hasan BULUT, Yüksel ÖNER

089-098

The Research Effects Of Law Changes At Air Transportation On Air Passanger Carries For Türkiye
Havayolu Taşımacılığı Kanunlarındaki Değişikliğin Türkiye'deki Havayolu Yolcu Taşımacılığı Üzerine
Etkilerinin Araştırılması

Hülya ŞEN, Hakkı POLAT

099-117

Determination of Factors Affecting Internal Migration in Turkey with Panel Data Analysis

Türkiye'deki Bölgeler Arası İç Göçü Etkileyen Faktörlerin Panel Veri Analizi İle Belirlenmesi

Gaye KARPAT ÇATALBAŞ, Ömer YARAR



Available online at www.alphanumericjournal.com

alphanumeric journal

The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems

Volume 3, Issue 1, 2015



2015.03.01.OR.01

A GENETIC ALGORITHM METAHEURISTIC FOR THE WEAPON-TARGET BASED MEDIA ALLOCATION PROBLEM

Timur KESKİNTÜRK*

Eyüp ÇETİN†

Assoc. Prof. Dr., Department of Quantitative Methods, School of Business, Istanbul University, İstanbul

Prof. Dr., Department of Quantitative Methods, School of Business, Istanbul University, İstanbul

Received: 20 August 2014

Accepted: 03 January 2015

Abstract

This effort is to solve the media allocation model using metaheuristic genetic algorithm. The NP-complete model which is an integer nonlinear programming is originated from the weapon-target assignment problem of military operations research. We solve the hypothetical example is previously given and solved by MS Excel's Solver using genetic algorithm in this paper. We obtain better solutions than found in the previous published study.

Keywords: Advertising campaign, integer nonlinear programming, genetic algorithm, metaheuristics

Jel Code: C02, M31, M37

SİLAH-HEDEF TEMELLİ MEDYA PLANLAMA PROBLEMİ İÇİN GENETİK ALGORİTMA METASEZGİSELİ

Özet

Çalışmanın amacı medya planlama problemini genetik algoritma metasezgiseli ile çözmektir. Problem askeri yöneylem araştırması alanındaki silah-hedef atama probleminden modifiye edilerek, NP-complete model olan tamsayı doğrusal olmayan programlama problemi olarak modellenmiştir. Çalışmada, daha önce MS Excel Çözücü ile çözülen bir hipotetik problem genetik algoritma kullanılarak çözülmüştür. Daha önce raporlanan sonuçtan daha iyi bir sonuç bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : Reklam kampanyası, tamsayı doğrusal olmayan programlama, genetik algoritma, metasezgiseller

Jel Kodu : C02, M31, M37

* tkturk@istanbul.edu.tr (Corresponding author)

† eycetin@istanbul.edu.tr

1. INTRODUCTION

In various media for advertising, media planning is the process of selecting time and space, in order to maximize the effectiveness of advertising effort (Hairong, 2005). The best media plans provide the target audience with an optimum level of coverage and opportunities to see the campaign (Fox Media Company, 2005). Media allocation is to apportion the information to appropriate media vehicles and in determining the number of ads in each vehicle (Locander, Scamell, Sparkman and Burton, 1978). An advertising campaign should be more than just the sum of its parts (Fox Media Company, 2005). A synergistic media mix should be obtained and implemented. One of the most important issues in media allocation is how to allocate the media budget; that is, making decisions in which markets to advertise and how much to spend in each of these markets in order to match media audiences with the target audience (Hairong, 2005). In this study, we propose a metaheuristic solution technique based on genetic algorithm for the media allocation model developed by the second author Çetin and Esen (2006).

2. THE MODEL

In Çetin and Esen (2006), the authors employed the weapon-target allocation model which in the class of NP-complete models, for developing the media allocation model. The development of the model and the data of the hypothetical problem are quoted from Çetin and Esen (2006) as follows: By an analogy that the weapons can be determined as media vehicles to be advertised when the military targets as target audiences (segments) to be planned to reach. In that study, TV, radio, Internet, newspaper, billboard, printings, e-mail and etc. are given as media vehicles. People exposed by media vehicles in different times of the day are given as target audiences. The number of weapons (x_{ij}) is determined as the number of ads.

The number of ads (frequency) refers to the number of times within a given period of time an audience is exposed to a media schedule. Effective frequency is defined as the level of frequency that is essential to achieve the desired communication goals of marketing strategy (Hairong, 2005).

The mathematical programming model is as follows under the assumption that the target audience is constant to be exposed by such media vehicles (as in military targets) in a given time period.

Let $i = 1, 2, \dots, t, \dots, r, \dots, w, \dots, n, \dots, W$ be the number of kinds of advertisements,

w be the number of renewable (can be updated during the day) media type,

t be the number of TV appropriate to be advertised,

$r - t$ be the number of radio appropriate to be advertised,

$w - r$ be the number of renewable media types other than TV and radio (such as Internet),

$n - w$ be the number of newspaper appropriate to be advertised,

$W - w$ be the number of unrenovable media type,

$W - n$ be the number of press (unrenovable) media type other than newspaper (such as billboards, printing etc.),

$j = 1, 2, \dots, T$ be the number of segments,

W_i be the number of advertisements type i available,

T_j be the minimum number of ads required for target audience j ,

U_j be the relative segment weights,

p_{ij} be the probability of reaching the target audience j by a single ad type i ,

c_{ij} be the unit variable cost of an ad i to the target audience j ,

x_{ij} be the number of advertisements of type i assigned to target audience j ,

B be the total advertising campaign budget,

ρ_1 be the upper limit for percentage of total budget invested to TV,

ρ_2 be the upper limit for percentage of total budget invested to radio,

ρ_3 be the upper limit for percentage of total budget invested to newspaper.

The objective is to maximize the total percentage (probability) of reaching (exposure) the target audiences,

$$\max \sum_{j=1}^T U_j \left(1 - \prod_{i=1}^W (1 - p_{ij})^{x_{ij}} \right) \quad (1)$$

Total assignment cost must not exceed the total ad campaign budget. The expression enclosed in parenthesis denotes the sum of costs of each media vehicle,

$$\sum_{j=1}^T \left(\sum_{i=1}^w c_{ij} x_{ij} + \sum_{i=w+1}^W \frac{1}{T} c_{ij} x_{ij} \right) \leq B \quad (2)$$

The total budget allocation to TV, radio and newspapers is restricted by desired proportions respectively,

$$\sum_{j=1}^T \sum_{i=1}^t c_{ij} x_{ij} \leq B \rho_1 \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^T \sum_{i=t+1}^r c_{ij} x_{ij} \leq B \rho_2 \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^T \sum_{i=w+1}^n \frac{1}{T} c_{ij} x_{ij} \leq B \rho_3 \quad (5)$$

There are specific numbers of advertisements available for different advertisement vehicles,

$$\sum_{j=1}^T x_{ij} \leq W_i \quad (6)$$

where $\forall i = w+1, \dots, W$, $W_i = Tk$ and In fact, Tk refers to k ads for those due to the stability nature of press media during the day.

Each target audience requires at least some number of advertisements, due to the fact that there is a threshold (effective frequency) for a media vehicle, which the total volume of this medium exceeds. The probability of arising the persons intention to buy the product or service under the

influence of this kind of advertisements does not increase after this point (Belenky and Nistraman Consulting, 2001). We take the limits of each media vehicle as a whole. The model imposes the assignment to be as close as possible to the lower bounds and thus,

$$\sum_{i=1}^W x_{ij} \geq T_j \quad (7)$$

For press media vehicles, it is compulsory to be the same advertisement number (weapon) through different target audiences,

$$\forall i = w+1, \dots, W, x_{ij} = x_{i(j+1)}, \forall j = 1, 2, \dots, T-1,$$

Finally, non-negativity and integer constraints complete the mathematical model,

$$x_{ij} \geq 0 \text{ and integer,}$$

$$\forall i = 1, 2, \dots, W, \forall j = 1, 2, \dots, T.$$

The model is an integer nonlinear programming model which can be solved by any appropriate software. On the other hand, the proposed model is NP-hard (NP-complete). As in WTA problem, there is no exact algorithm to solve this model. Therefore, heuristic approaches can be employed for near optimal solutions (Çetin and Esen, 2006).

3. GENETIC ALGORITHM

Genetic algorithms (developed by Holland (Goldberg, 1989; Reeves, 1995) and a meta-heuristic that mimic the process of evolution in order to solve complex combinatorial problems), have been applied successfully to a wide variety of problems. Genetic Algorithms (GAs) updates a population of solutions via genetic operators such as crossover, mutation and selection to achieve offsprings with better quality until convergence criteria are met. At each generation, a genetic algorithm is capable of producing and maintaining a set of feasible solutions, maintaining a population of candidate solutions, and evaluating the quality of each candidate solution according to the problem-specific fitness function (Keskintürk and Yildirim, 2011).

Our implementation includes a chromosome of size WXT. Every chromosome represents of total solution of the problem and every cell of chromosome represents x_{ij} variables that the number of advertisements of type i assigned to target audience j . Initial population of the problem generates randomly.

The fitness function f for a chromosome to penalize the objective function severely can be calculated as a function of the objective function value as maximize the total percentage of reaching the target audiences.

In a genetic algorithm, chromosomes with a better fitness value receive more chances to survive in the next generations. The roulette wheel selection operator is used to select parents for the next generation.

After parents are selected the crossover operation is applied which we used a single point crossover. Since our chromosomes are matrix we applied the single point in a different two ways: Vertical and horizontal. While vertical crossover is chosen randomly, parents exchange the segments information and in horizontal crossover target audience information are exchanged.

For maintaining diversity in genetic algorithm, mutation operator is used. In this study we applied mutation as random changing of the number of advertisements between zero and upper limit (20) with mutation probability, p_m .

The pseudo-code of the genetic algorithm is presented in Figure 1.

Genetic Algorithm	
STEP 0:	Generate an initial population
STEP 1:	Evaluate the fitness value of the chromosomes
STEP 2:	Perform selection operation.
STEP 3:	Perform crossover and mutation operations according to probabilities.
STEP 4:	Repeat steps 1, 2 and 3 until the GA is reached number of generations
STEP 5:	Select the best solution.

Figure 1. Pseudocode for the genetic algorithm.

4. COMPUTER APPLICATION

A hypothetical example, given in Çetin and Esen (2006) is as follows: Assume that a company is planning to start an advertising campaign for a particular product. The duration is up to the company management. The company takes four target audiences () as morning time, afternoon time, prime time and nighttime of the day. Also, it has fifteen () media vehicles to be advertised as ATV, BTV, CTV, DTV, ETV, FTV, GTV, K Radio, L Radio, Internet, P Newspaper, R Newspaper, billboard, printings and e-mail. From the past rating and circulation observations, the company knows the percentages and unit costs of reaching the target audiences in different time partitions according to media vehicles. The unit refers to different measures for different media vehicles. The percentages (probabilities) are shown in Table 1 while the unit variable costs (in \$10.000), advertising capacities, segment weights (marketing values of targets) and the number of advertising required for each target is shown in Table 2.

Table 1. The Probability Matrix

	Morning time (1)	Afternoon time (2)	Prime time (3)	Night time (4)
ATV	0,21	0,12	0,12	0,23
BTV	0,35	0,24	0,12	0,07
CTV	0,19	0,04	0,00	0,19
DTV	0,00	0,26	0,19	0,13
ETV	0,13	0,19	0,25	0,00
FTV	0,24	0,14	0,22	0,09
GTV	0,09	0,00	0,18	0,28
K Radio	0,39	0,17	0,47	0,00
L Radio	0,24	0,31	0,14	0,43
Internet	0,10	0,23	0,03	0,35
P Newspaper	0,12	0,11	0,03	0,09
R Newspaper	0,32	0,23	0,09	0,21
Billboard	0,32	0,10	0,28	0,02
Printings	0,23	0,12	0,08	0,03
E-mail	0,29	0,07	0,04	0,32

In this example, TV, radio and Internet are determined as renewable media, while newspaper, billboard, printings and e-mail are press media. It is seen in Table 1 that some vehicles has 0 probability to reach some targets. As shown in Table 2, prime time is the most important segment, as nighttime is the least important segment for the product. These weights can be changed with respect to the features of the product. Total advertising budget is $B = \$75.000$

Table 2. The costs, number of ads and segment weights

	Morning time (1)	Afternoon time (2)	Prime time (3)	Night time (4)	Ad capacity
ATV	0,140	0,120	0,140	0,150	8
BTV	0,110	0,130	0,150	0,100	7
CTV	0,100	0,043	0,100	0,085	9
DTV	0,130	0,130	0,130	0,125	5
ETV	0,130	0,135	0,140	0,140	6
FTV	0,150	0,150	0,150	0,150	8
GTV	0,160	0,160	0,160	0,180	3
K Radio	0,015	0,010	0,010	0,010	10
L Radio	0,025	0,020	0,020	0,027	15
Internet	0,050	0,050	0,050	0,065	12
P Newspaper	0,100	0,100	0,100	0,100	8
R Newspaper	0,160	0,160	0,160	0,160	4
Billboard	0,096	0,096	0,096	0,096	4
Printings	0,020	0,020	0,020	0,020	4
E-mail	0,008	0,008	0,008	0,008	4
Number of ads required	16	18	25	10	
Segment weights	2	3	4	1	

The management wants to restrict total TV, radio and newspaper expenditure shares with $\rho_1 = 0,55$, $\rho_2 = 0,15$ and $\rho_3 = 0,25$ respectively. The problem is the media and budget allocation subject to the constraints so that the total probability of reaching the target audiences is maximized (in theory) within the given budget (Çetin and Esen, 2006).

Results of genetic algorithm are obtained on Pentium Dual Core Machine with 4GB of memory

and 120 GB of hard drive using MATLAB R2009a as the programming medium. Probability of crossover and mutation are selected as .9 and .01 respectively. Population size is 20 and number of generation is 1000.

Table 3. MS Excel Solver Results

	Morning time (1)	Afternoon time (2)	Prime time (3)	Night time (4)
ATV	1	0	0	0
BTV	7	0	0	0
CTV	7	0	0	2
DTV	0	5	0	0
ETV	0	0	6	0
FTV	0	0	5	0
GTV	0	0	0	0
K Radio	2	0	8	0
L Radio	0	15	0	0
Internet	0	0	0	12
P Newspaper	2	2	2	2
R Newspaper	1	1	1	1
Billboard	1	1	1	1
Printings	1	1	1	1
E-mail	1	1	1	1

Table 4. Genetic Algorithm Results

	Morning time (1)	Afternoon time (2)	Prime time (3)	Night time (4)
ATV	0	0	0	0
BTV	7	0	0	0
CTV	6	1	0	2
DTV	0	5	0	0
ETV	0	0	6	0
FTV	2	0	5	0
GTV	0	0	0	0
K Radio	2	0	8	0
L Radio	0	14	0	1
Internet	0	0	0	12
P Newspaper	2	2	2	2
R Newspaper	1	1	1	1
Billboard	1	1	1	1
Printings	1	1	1	1
E-mail	1	1	1	1

The problem is solved using MS Excel's classical Solver in Çetin and Esen (2006) and the objective function is found 9,995405062449 when the problem with the same data is solved and found in this study 9.99564671899946 (which is again near-optimal) as the total weighted exposure of the target audiences. We see that this solution could not be improved by further genetic algorithm iterations. Thus, genetic algorithm metaheuristic employed in this study improved the previous solution .004%.

5. CONCLUSIONS

In this effort, we propose genetic algorithm technique as a metaheuristic tool for the solution of weapon-target assignment based media allocation problem presented, which is solved by MS Excel's

Solver, in Çetin and Esen (2006). Our genetic algorithm produces better solutions than MS Excel's Solver for this problem.

We believe that genetic algorithm approach is a good and feasible alternative for the solution of this type class of problems. As a further research, we may employ genetic algorithm approach for the problem with many target audiences (such as, in terms of hours or minutes) and many advertising tools and multiple companies as well. In addition, we employ different operators, parameter optimization efforts and some local search techniques for the advanced of our solution method. What is more, it may be used some heuristic and metaheuristic techniques such as ant colonies algorithm for the solution of weapon-target based media allocation problem.

References

- Belenky, A.S., Nistraman Consulting, 2001. An Approach to Planning an Advertising Campaign of Goods and services, Computers and Mathematics with Applications. 42: 993-1008.
- Çetin, E., Tolun Esen, S., 2006. A Weapon-target Assignment Approach to Media Allocation, Applied Mathematics and Computation. 175:1266-1275.
- Fox Media Company, Independent Media Planning and Buying Specialists, http://ourworld.compuser.com/homepages/foxmedia/mediap_.htm, (02/12/2005).
- Goldberg, D.E., 1989. Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning, Addison Wesley Publishing Company. USA.
- Hairong, L. Advertising Media, <http://www.admedia.org>, (02/10/2005).
- Keskinturk, T., Yildirim, M.B., A genetic algorithm metaheuristic for bakery distribution vehicle routing problem with load balancing, 2011 International Symposium on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA 2011), 287-291 pp., Istanbul, Turkey, June 2011.
- Locander, W.B., Scamell, R.W., Sparkman, R.M., Burton, J.P., 1978. Media Allocation Model Using Nonlinear Benefit Curves, Journal of Business Research, 6: 273-293.
- Reeves, C.R., 1995. Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems, McGraw-Hill Book Company Inc., Europe.



2015.03.01.STAT.01

PERFORMANCE OF SHANNON'S MAXIMUM ENTROPY DISTRIBUTION UNDER SOME RESTRICTIONS: AN APPLICATION ON TURKEY'S ANNUAL TEMPERATURES*

Hatice ÇİÇEK¹

Sinan SARAÇLI^{2*}

¹ *Anadolu University Faculty of Sciences, Department of Statistics, Eskişehir-Turkey*

² *Afyon Kocatepe University Faculty of Sciences, Department of Statistics, Eskişehir-Turkey*

Received: 10 June 2014

Accepted: 07 January 2015

Abstract

Entropy has a very important role in Statistics. In recent studies it can be seen that entropy started to take place nearly in every branch of science. In information theory, entropy is a measure of the uncertainty in a random variable. While there are different kinds of methods in entropy, the most common maximum entropy (MaxEnt) method maximizes the Shannon's entropy according to the restrictions which are obtained from the random variables. MaxEnt distribution is the distribution which is obtained by this method. The purpose of this study is to calculate the MaxEnt distribution of Turkey's Annual temperatures for last 43 years under combinations of the restrictions $1, x, x^2, \ln x, (\ln x)^2, \ln(1+x^2)$ and to compare this distribution with the real probability distribution by the help of Kolmogorov-Smirnov goodness of fit test. According to the results, goodness of fit statistics accept the null hypothesis that all the entropy distributions fit with the probability distribution. The results are given in related tables and figures.

Keywords: Shannon's Maximum Entropy Distribution, Lagrange Multipliers, Discrete Distributions.

Jel Code : C02, C46, C63.

* This study is a part of Hatice Çiçek's MS thesis supervised by Sinan Saraçlı at Afyon Kocatepe University Institute of Science, 2013 and a part of this study is presented at ENAR's Spring Meeting, March 16 – 19, 2014, Baltimore, Maryland, USA.

*Corresponding author: ssaracli@aku.edu.tr

SHANNON'UN MAKSİMUM ENTROPİ DAĞILIMININ BAZI KISITLAR ALTINDAKİ PERFORMANSI: TÜRKİYE'NİN YILLIK HAVA SICAKLIKLARI ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Özet

İstatistik biliminde entropi oldukça önemli bir yere sahiptir. Son yıllardaki çalışmalarda entropinin neredeyse bilimin her dalında yer aldığı görülebilir. İnfomasyon teorisinde, Entropi, rassal bir değişkenin belirsizliğinin bir ölçüsüdür. Entropi içerisinde farklı birçok metot olmasına rağmen, en yaygın olan Maximum Entropy (MaxEnt) metodu, rassal değişkenlerden elde edilen kısıtlara bağlı olarak Shannon'un entropisini maksimize eder. MaxEnt dağılımı ise bu metot aracılığı ile elde edilen dağılımdır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin son 43 yıllık sıcaklık değerleri için 1 , x , x^2 , $\ln x$, $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$ kısıtlarının kombinasyonları ile MaxEnt dağılımını hesaplamak ve bu dağılımı gerçek olasılık dağılımı ile Kolmogorov-Smirnov uyum iyiliği testi yardımı ile karşılaştırmaktır. Elde edilen sonuçlara göre tüm entropi dağılımlarının gerçek olasılık dağılımı ile uyum gösterdiği şeklindeki sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Elde edilen sonuçlar ilgili tablo ve grafiklerde verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Shannon'un Maksimum Entropi Dağılımı, Lagrange Çarpanları, Kesikli Dağılımlar.

Jel Kodu: C02, C46, C63.

1. Introduction

Historically, many notations of entropy have been proposed. The etymology of the word entropy dates back to Clausius (Clausius 1865), in 1865, who dubbed this term from the greek tropos, meaning transformation, and a prefix en- to recall the indissociable (in his work) relation to the notion of energy (Jaynes 1980). A statistical concept of entropy was introduced by Shannon in the theory of communication and transmission of information (Lesne, 2011).

A Maximum Entropy (MaxEnt) density can be obtained by maximizing Shannon's information entropy measure subject to known moment constraints. According to Jaynes (1957), the maximum entropy distribution is "uniquely determined as the one which is maximally noncommittal with regard to missing information, and that it agrees with what is known, but expresses

maximum uncertainty with respect to all other matters." The MaxEnt approach is a flexible and powerful tool for density approximation, which nests a whole family of generalized exponential distributions, including the exponential, Pareto, normal, lognormal, gamma, beta distribution as special cases (Wu, 2003).

There are many subjects in statistics, examined via Maximum entropy or minimum cross entropy application (MinxEnt) (Kullback, 1959, Kapur and Kesavan 1992; Shamilov ve Kantar Mert 2005, Usta, 2006).

There are potentially more appropriate measures of information than the variance, however, such as that developed by Shannon (1948), Shannon and Weaver (1949), Renyi (1961) and Khinchine (1957). This information theoretic approach was rigorously related to the general body of statistics by Kullback and Leibler (1951) and Kullback (1959). These authors and other current analysts such as Parzen (1990a, b) and

Brockett (1992) have continued to conduct research to show how the information theoretic approach can lead to a view of statistics which both unifies and extends the various parts of the body of statistical methods and theories (Brockett et al 1995).

2. Material and Method

As Losee (1990) mentioned; the amount of self-information that is contained in or associated with a message being transmitted, when the probability of its transmission is p, the logarithm of the inverse of the probability is as in [1].

$$h = \log \frac{1}{p} \text{ or } h = -\log p \tag{1}$$

For a random variable X with values in a finite set R, Shannon's entropy H(x) can be defined as in [2].

$$H(x) = -\sum_{x \in R} p(x) \log p(x) \tag{2}$$

The choice of a logarithmic base corresponds to the choice of a unit for measuring information. If the base 2 is used the resulting units may be called binary digits, or more briefly bits, a word suggested by J. W. Tukey (Shannon and Weaver, 1949).

Recent studies show that, when deciding the restrictions, Entropy distributions of the characterizing moments and some combinations of these moments of a known statistical distribution gives better results to model the data set. For example Wu and Stengos (2005) used $x, x^2, \ln(1+x^2)$ and $\sin x$ functions as the restrictions, Wu and Perloff (2007) used $x, x^2, \ln(1+x^2)$ and $\arctan x$ and Shamilov et al (2008) used $x, x^2, x^3, \ln x, (\ln x)^2$ and $\ln(1+x^2)$ as the restrictions for the entropy distribution (Usta, 2009).

In our study like these recent studies we used $1, x, x^2, \ln x, (\ln x)^2,$ and $\ln(1+x^2)$ as the restrictions to calculate the entropy distributions.

When there are more than one restriction, we need to use Lagrange multipliers to solve the restricted equations at the same time. If we consider

an entropy distribution with three restrictions, to find the MaxEnt distribution of a random x variable, with probabilities p_1, p_2, \dots, p_n the $H(x)$ must be solved under the restrictions given below.

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^n p_i g_{1i} = \mu_1 \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^n p_i g_{2i} = \mu_2 \tag{5}$$

For three restrictions like this, the Lagrange function can be obtained as in [6]. Here μ_i are the i^{th} moments of the related data.

$$L \equiv -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i - \lambda_0 \left(\sum_{i=1}^n p_i - 1 \right) - \lambda_1 \left(\sum_{i=1}^n p_i g_{1i} - \mu_1 \right) - \lambda_2 \left(\sum_{i=1}^n p_i g_{2i} - \mu_2 \right) \tag{6}$$

If we set equation [6] to zero after derivation according to p_i s, then

$$\ln p_i = -1 - \lambda_0 - \lambda_1 g_{1i} - \lambda_2 g_{2i} \quad i = 1, 2, \dots, \tag{7}$$

$$p_i = \exp(-1 - \lambda_0 - \lambda_1 g_{1i} - \lambda_2 g_{2i}) \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{8}$$

$$\sum_{i=1}^n \exp(-1 - \lambda_0 - \lambda_1 g_{1i} - \lambda_2 g_{2i}) = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{9}$$

$$\exp(-1 - \lambda_0) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \exp(-\lambda_1 g_{1i} - \lambda_2 g_{2i})} \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{10}$$

As a result we can obtain the MaxEnt

probabilities as in [11] (Değirmenci, 2011).

$$p_i = \frac{\exp(-\lambda_1 g_{1i} - \lambda_2 g_{2i})}{\sum_{i=1}^n \exp(-\lambda_1 g_{1i} - \lambda_2 g_{2i})} \quad (11)$$

As an illustrative example lets think that we have observations as 3, 7, 10 and 12. and lets take the restrictions as (1, x and x²) now we may write the equations like in [13] (Çiçek, 2013).

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1$$

$$3p_1 + 7p_2 + 10p_3 + 12p_4 = 8$$

$$9p_1 + 49p_2 + 100p_3 + 144p_4 = 75.5 \quad [13]$$

When we adapt the given equations we can obtain the equations given [14].

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= e^{-\lambda_0 - \lambda_1 x} = e^{-\lambda_0 - 3\lambda_1 - 9\lambda_2} \\ p_2 &= e^{-\lambda_0 - \lambda_1 x} = e^{-\lambda_0 - 7\lambda_1 - 49\lambda_2} \\ p_3 &= e^{-\lambda_0 - \lambda_1 x} = e^{-\lambda_0 - 10\lambda_1 - 100\lambda_2} \\ p_4 &= e^{-\lambda_0 - \lambda_1 x} = e^{-\lambda_0 - 12\lambda_1 - 144\lambda_2} \end{aligned} \right\} \quad [14]$$

When we solve these equations we can obtain the Lagrange multipliers as;

$$\lambda_0 = 0.5618, \lambda_1 = -7,80E-18 \text{ and } \lambda_2 = 0.0141$$

As a result, by the help of these multipliers we may obtain the MaxEnt distribution as in Table 1.

Table 1. MaxEnt distribution of the sample for three restrictions.

p_1	0.5020
p_2	0.2851
p_3	0.1386
p_4	0.0744

3. Application

In this section of the study, MaxEnt distributions for temperature values in Turkey during the last 43 years are calculated. The data set is obtained from Turkish State Meteorological Service. To calculate MaxEnt distribution of the related data set under restrictions with the help of the Lagrange multipliers we used MATLAB software and developed a program to calculate any discrete data set under some restrictions. The frequency distribution for this data set can be seen in Table 3 and its histogram is given in Figure 1.

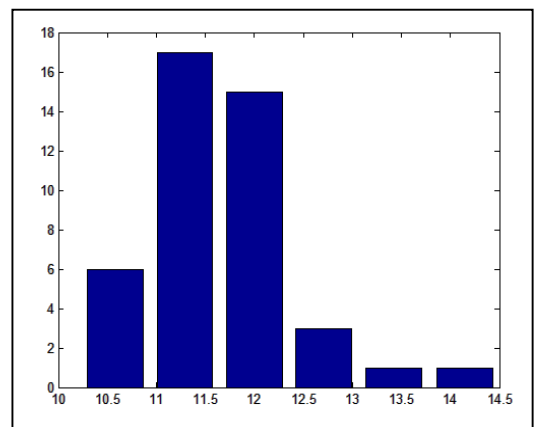


Figure 1. Histogram for the annual temperature values (in Celsius) of Turkey for last 43 years.

Figure 1 shows that the average annual temperature of Turkey in last 43 years is about 11-12 C.

Entropy values are calculated under two, three, four, five and six restrictions for this data set. The best entropy values (Minimum uncertainty amount) for the related restrictions are shown in bold and given in Table 2.

Table 2. Entropy values of the temperature distribution under given restrictions.

Restrictions	Entropy $H(x)$
(1, x)	1.77536033981
(1, x^2)	1.72687192330
(1, $\ln x$)	1.78918471283
(1, $(\ln x)^2$)	1.78131812647
(1, $\ln(1+x^2)$)	1.79175946922
(1, x, x^2)	1.77371720718
(1, x, $\ln x$)	1.77554313034
(1, x, $(\ln x)^2$)	1.77549169046
(1, x, $\ln(1+x^2)$)	1.77554248388
(1, x^2 , $\ln x$)	1.72736338152
(1, x^2 , $\ln(x)^2$)	1.72771821411
(1, x^2 , $\ln(1+x^2)$)	1.72735921453
(1, $\ln x$, $(\ln x)^2$)	1.78906743971
(1, $\ln x$, $\ln(1+x^2)$)	1.78918513332
(1, $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$)	1.77923497943
(1, x, x^2 , $\ln x$)	1.68678640317
(1, x, x^2 , $(\ln x)^2$)	1.71520751538
(1, x, x^2 , $\ln(1+x^2)$)	1.68653487964
(1, x, $\ln x$, $\ln(x)^2$)	1.77554313034
(1, x, $\ln x$, $\ln(1+x^2)$)	1.77543835428
(1, x, $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$)	1.74012605933
(1, x^2 , $\ln x$, $(\ln x)^2$)	1.74973313274
(1, x^2 , $\ln x$, $\ln(1+x^2)$)	1.72716039931
(1, x^2 , $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$)	1.70088754359
(1, $\ln x$, $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$)	1.78133520000
(1, x, x^2 , $\ln x$, $(\ln x)^2$)	1.73922899405
(1, x, x^2 , $\ln x$, $\ln(1+x^2)$)	1.68628798649
(1, x, x^2 , $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$)	1.65478629163
(1, x, $\ln x$, $\ln(x)^2$, $\ln(1+x^2)$)	1.75994429256
(1, x^2 , $\ln x$, $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$)	1.70065491805
(1, x, x^2 , $\ln x$, $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$)	1.65073612464

Table 2 shows that the minimum Entropy (Maximum information) is obtained as 1.6507 under six restrictions. As a summary of the table; the minimum entropy value under restrictions (1, x^2) is 1.7268, restrictions (1, x^2 , $\ln(1+x^2)$) is 1.7273, restrictions (1, x, x^2 , $\ln(1+x^2)$) is 1.6865, restrictions (1, x, x^2 , $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$) is 1.6547, and restrictions (1, x, x^2 , $\ln x$, $(\ln x)^2$, $\ln(1+x^2)$) is 1.6507.

It can also be seen that by increasing the number of restrictions, the entropy values decrease.

At the next step of the analysis, Kolmogorov-Smirnov goodness of fit test is applied to test whether or not each of the entropy distributions under these restrictions fit to the real probability distribution.

The two-sample Kolmogorov-Smirnov (K-S) goodness of fit test is one of the most useful and general nonparametric methods for comparing two samples, as it is sensitive to differences in both location and shape of the empirical cumulative distribution functions of the two samples.

If $F_o(x)$ is the population cumulative distribution, and $S_N(x)$ the observed cumulative step-function of a sample (i.e., $S_N(x) = k/N$, where k is the number of observations less than or equal to x), then the sampling distribution of $D = \max |F_o(x) - S_N(x)|$ is known, and is independent of $F_o(x)$ if $F_o(x)$ is continuous (Frank and Massey, 1951).

Null and the alternative hypothesis for K-S test can be written as:

$H_0 : F(x) = F_o(x)$ (The data follow a specified distribution)

$H_1 : F(x) \neq F_o(x)$ (The data do not follow the specified distribution)

Table 3. Temperatures, frequencies, probabilities and entropy distributions

Temperature	f_o	p_i	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
10.23-10.94	6	0.1395	0.2629	0.2625	0.2941	0.3164	0.3192
10.94-11.65	17	0.3953	0.2169	0.2168	0.2288	0.2355	0.2362
11.65-12.36	15	0.3488	0.1767	0.1768	0.1752	0.1726	0.1722
12.36-13.07	3	0.0697	0.1422	0.1424	0.1322	0.1248	0.1238
13.07-13.78	1	0.0232	0.1130	0.1132	0.0983	0.0889	0.0878
13.78-14.53	1	0.0232	0.0880	0.0883	0.0714	0.0618	0.0608

f_o : Observed frequencies

p_i : Probability distribution

f_{2-6} : Entropy distributions under given restrictions

Maximum Differences between the probability distribution and entropy distributions (D) according to Cumulative Density Functions (CDF) and probabilities for these differences are given in Table 4 and the graph for Cumulative Density Function for all entropy distributions is given in Figure 2.

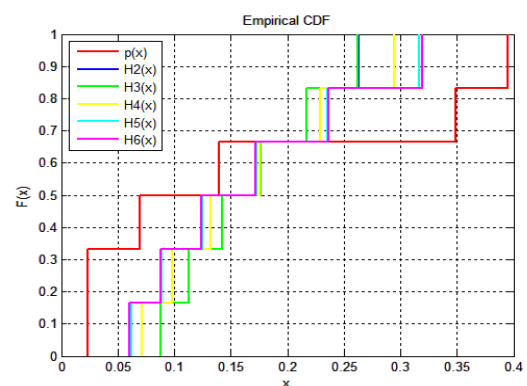
Table 4. Goodness of fit statistics for entropy distributions and data set.

$p_i-H_i(X)$	D	$p(D)$
$H_2(X)$	0,1784	0,3180
$H_3(X)$	0,1785	0,3180
$H_4(X)$	0,1736	0,3180
$H_5(X)$	0,1762	0,8096
$H_6(X)$	0,1766	0,8096

Table 4 shows that according to the probabilities ($p(D)$) of K-S test we accept the null hypothesis and we can say that the maximum entropy distributions under all restrictions

statistically fit to the related data set 95% confidently.

While we obtain the maximum information from the entropy distribution under six restrictions, according to Figure 2. and the D values given in Table 4, the maximum difference is between the probability distribution (the red line in Figure 2) and the entropy distribution under three restrictions (the green line in Figure 2) according to Cumulative Density Function.

**Figure 2.** CDF Graph of KS test

4. Results and Discussion

In this study, the performances of Shannon's maximum entropy distributions are examined under two, three, four, five and six restrictions for discrete variables and comparisons of restricted entropy distributions are concluded according to their entropy values which obtained minimum for the related restriction.

One of the importance of this study can be defined as; if any data set doesn't fit to a known statistical distribution, it can be explained via a entropy distribution.

Results show that by an increasing number of restrictions, MaxEnt distribution explains the related data set much better.

To explain the Turkey's annual temperature values for the last 43 years, the best MaxEnt distribution has the restrictions set of $(1, x, x^2, \ln x, (\ln x)^2, \ln(1+x^2))$ with an entropy value of 1.6507.

References

- Brockett P.L. (1992). Information theoretic approach to actuarial science: A unification and extension of relevant theory and applications, Society of Actuaries Transactions XLIII.
- Brockett P.L., Charnes A., Cooper W.W., Learner D., Phillips F.Y., (1995). Information theory as a unifying statistical approach for use in marketing research, European Journal of Operational Research (84) 310-329
- Clausius R., (1865). The mechanical theory of heat-with its applications to the steam engine and to physical properties of bodies, John van Voorst, London.
- Çiçek H., (2013). Maksimum Entropi Yöntemi ile Türkiye'deki Coğrafi Bölgelerin Yıllık Hava Sıcaklık Değerlerinin İncelenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Değirmenci İ., (2011). Entropi Ölçümleri ve Maksimum Entropi İlkesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi.
- Frank J., Massey, J.R., (1951). The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit, Journal of the American Statistical Association, Vol. 46, No. 253 pp. 68-78.
- Jaynes E.T., (1957). Information theory and statistical mechanics. Physics Review 106, 620-630.
- Jaynes E. T. (1980). The minimum entropy production principle. Ann. Rev. Phys. Chem. 31, 579-601.
- Kapur J.N., Kosevan, H.K., (1992). Entropy Optimization Principle with Applications, Academic Press.
- Khinchine A.I., (1957). Mathematical Foundations of Information Theory, Dover Publ., New York. (New translation of Khinchine's papers "The entropy concept in probability theory" and "On the fundamental theorems of information theory" originally published in Russian in Uspekhi Matematicheskikh VII (3) (1953) and XI (1) (1956), respectively).
- Kullback S., (1959). Information Theory and Statistics, Wiley, New York.
- Kullback S., Leibler R.A., (1951). On information and sufficiency, Annals of Mathematical Statistics 22, 79-86.
- Lesne A., (2011). Shannon entropy: a rigorous mathematical notion at the crossroads between probability, information theory, dynamical systems and statistical physics. Under consideration for publication in Math. Struct. in Comp. Science (Source: <http://preprints.ihes.fr/2011/M/M-11-04.pdf>)
- Losee R.M., (1990). The Science of Information: Measurement and Applications. Academic Press, San Diego.
- Parzen E., (1990a). Goodness of fit tests and entropy, Department of Statistics, Texas A & M University, Tech. Report No:103.
- Parzen E., (1990b). Unification of statistical methods for continuous and discrete data, Department of Statistics, Texas A & M University, Tech. Report No. 105.
- Renyi A., (1961). On measures of entropy and information, Proc. 4th Berkeley Symp. Math. Statist. Probability, 1960, University of California Press, Berkeley, CA, Vol. 1, 547-561.
- Shannon C.E., (1948). A mathematical theory of communication, Bell System Technical Journal 27, 379-423, 623-656.
- Shannon C.E., Weaver W., (1949). The Mathematical Theory of Communication, University of Illinois Press, Urbana, Ill.
- Shamilov A., and Kantar Mert Y. (2005), "On a distribution minimizing maximum entropy", Ordered Statistical Data: Approximations, Bounds and Characterizations, Izmir University of Economics.
- Shamilov A., Kantar Mert, Y., Usta, I., (2008). Use of MinMaxEnt distributions defined on basis of MaxEnt method in wind power study, Energy Conversion & Management, 49(4), 660-677.
- Usta İ., (2006). MaxEnt ve MinxEnt Optimizasyon Prensiplerine Bağlı Nümerik İncelemeler ve İstatistiksel Uygulamalar, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı.
- Usta, İ., (2009). Moment Kısıtlarına Dayalı Genelleştirilmiş Entropi Yöntemleri, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı.
- Wu X., (2003). Calculation of maximum entropy densities with application to income distribution, Journal of Econometrics (115) 347 – 354.

- Wu X., Stengos T., (2005). Partially Adaptive Estimation via Maximum Entropy Densities, *Econometrics Journal*, 8(3), 352-366.
- Wu X., Perloff, J.M., (2007). GMM estimation of a maximum entropy distribution with interval data, *Journal of Econometrics*, 138(2), 532-546.



2015.03.01.OR.02

MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA İLE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ETKİNLİK PLANLAMASI

Murat ATAN*

Sibel ATAN†

Şenol ALTAN‡

Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Beşevler - ANKARA

Received: 11 October 2014

Accepted: 25 June 2015

Özet

Bir ürünün üretim dağıtım planı üretimin ilk aşamasından başlayarak, ürünün tüketiciye ulaşması ve geri dönüşümünü de içeren tüm süreçlerde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve ulaştırmacılardan oluşan bir bütündür. Tedarik zinciri yönetimi; tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve perakendecileri en verimli şekilde bütünleştiren bir yaklaşımdır. Bu bütünün önemli bir parçası tedarik zinciridir. Tedarik zinciri malların ve bilginin akışını yöneten bütünleşik bir sistem şeklinde tasarlanmalıdır. Tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm işletmelerin uzun vadeli performanslarını arttırmak amacıyla, söz konusu işletmelere ait işletme fonksiyonları ve planlarının sistematik ve stratejik koordinasyonu şeklinde oluşturulmalıdır. Bu çalışmada, tedarik zinciri yönetiminde üretim dağıtım planı probleminin etkinliğinin planlanması ele alınmıştır. İşletmelerin çeşitli kısıtlayıcı koşulları altında bir üretim dağıtım problemi için matematiksel programlama tabanlı alternatif bir model geliştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Üretim Dağıtım Planı, Matematiksel Programlama, Optimizasyon, Etkinlik Planlaması.

Jel Kodu: C02, C44, C61, M11

* E- Mail Address: atan@gazi.edu.tr (Correspondence Author)

† E- Mail Address: sduman@gazi.edu.tr

‡ E- Mail Address: saltan@gazi.edu.tr

AN EFFICIENCY PLANNING IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT WITH MATHEMATICAL PROGRAMMING

Abstract

Starting from the initial phase of production, suppliers involved in all the processes from consumers to recycling is a whole made up of consumers, producers and distributors. Supplier chain management is an approach that integrates suppliers, producers, distributors and retail sellers in a most efficient way. One of the most important pieces of this whole is supplier chain. Supplier chain should be designed in an integrated manner that will manage the flow of goods and information. In order to boost the long-term performance of the firms in the supplier chain, managerial functions and plans should be devised in a systematic and strategic manner. In this study, the problem of the distribution of production plan in supply chain management the effectiveness of planning is discussed. Under the terms of a production deployment of various enterprises, restrictive for mathematical programming problem-based alternative a model has been tried to be developed.

Keywords: Supply Chain Management, Production Distribution Plan, Mathematical Programming, Optimization, Efficiency Planning.

Jel Code: C02, C44, C61, M11

1. Giriş

Tedarik zinciri, bir veya daha fazla ürün grubuyla ilgili elde etme, üretim ve dağıtım faaliyetlerinden kolektif bir biçimde sorumlu olan otonom veya yarı otonom iş faaliyetlerinden oluşan bir şebekedir. Tedarik zinciri, malzemelerin sağlanması, bu malzemelerin ara ve nihai ürünlere dönüşümü ve nihai ürünlerin müşterilere ulaştırılma çabasını yerine getiren araç ve dağıtım seçeneklerinin bir şebekesidir. Tedarik zinciri yönetimi ise müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en az maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışını sağlayan uygulamalar bütünüdür (Tedarik-Zinciri Yönetimi-Nedir, Erişim Tarihi: Mayıs 2013).

Özellikle kar amaçlı işletmelerde bilişim teknolojisinin kullanımının yaygınlaşmaya başladığı 1960 yılların başlarında IBM tarafından geliştirilen ilk malzeme ihtiyaç planlaması MRP yazılımı kullanılmaya başlanmıştır. 1980'lerde MRP II ile işletmelerinin üretim ile doğrudan ilişki olan üretim, satın alma, kalite kontrol, stok kontrol, muhasebe ve maliyet analizi vb. uygulamaları takip

altına alınmıştır. 1990'lı yıllarda kurumsal kaynak planlaması ERP ile sadece üretim sektörü değil hemen hemen tüm sektörlerde uygulama başlamıştır. Bilişim sektöründeki hızlı ilerleme, internetin yaygınlaşması ile 2000'li yıllarda işletmeler müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) ve tedarik zincir yönetimi (TZY) modüllerini de içeren ERP II kurumsal kaynak planlaması uygulaması kullanılmaya başlanmıştır.

2. Tedarik Zincir Yönetimi

Küreselleşme ve rekabet koşullarının da etkisiyle işletmeler azalan kar marjlarını koruyabilmek ya da arttırabilmek amacıyla işletmesinin faaliyet alanlarını farklı alanlara yaymaya çalışmaktadır. Son yıllarda bilgi teknolojilerinin gelişmesi, bilgi akışının hızlanması ve ulaşımın giderek kolaylaşması işletmelerin piyasada rekabet edebilmesini kolaylaştırmıştır. Küreselleşme sadece ürün üretmekte olan veya bunları pazarlayan işletmelerin çalışma koşullarını etkilemekle kalmamış bunun yanında hızlanan bilgi akışından payını alan tüketicilerin de bilinçlenmesine katkıda bulunmuştur. Tüketicinin bilinçlenmesiyle birlikte tüketici istek ve beklentilerinde meydana gelen değişimler, o güne

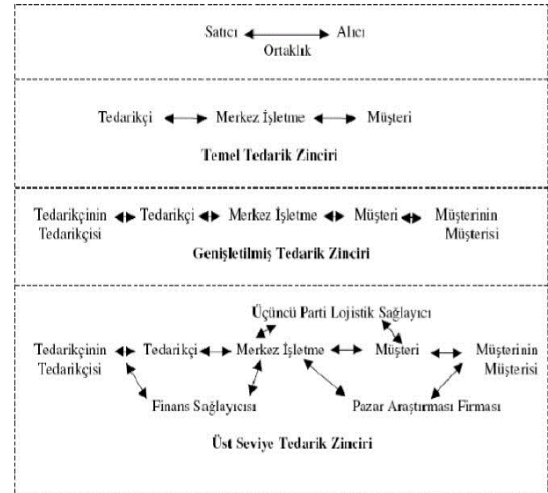
kadar itme prensibi temelli çalışan işletmelerin üretim sistemleri üzerinde baskı yaratmaya başlamıştır. Pazardaki oyuncu sayısının artmasıyla şiddetlenen rekabet işletmelerin mevcut pazar koşullarında çalışmalarını etkilemiş ve üretimden yana olan talep dengesi, değişim rüzgârları ile tüketici odaklı olarak yön değiştirmeye başlamıştır (Zalluhoğlu, 2007: 3).

Bugün gelinen nokta da, çağdaş üretim ve işlemler fonksiyonun müşteri odaklı olarak hareket ettiğini, maliyetler yerine öncelikle müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılayacak çeşitli ürünün, kaliteli ve tüketicinin istediği fiyattan üretimi üzerine odaklandığını görülmektedir (Soyuer ve Aracıoğlu, 2007:9).

1990'lı yılların başlarından itibaren işletmelerin süreçlerini müşteri odaklı olarak değerlendirmeye alması, rekabet güçlerini arttırmak ve yüksek kar hedeflerine ulaşabilmek için geleneksel pazarlama stratejilerini ve tedarik yönetimi alternatiflerini yeniden ve detaylı olarak gözden geçirmelerine neden olmuştur. Bu noktada hammadde satın alma ve tedarikçilerden başlayarak satış noktalarına ve nihai kullanıcıya uzanan tedarik zinciri yönetiminin verimli işletilmesi, maliyetlerin kısılması ve operasyonların hızlanması yönünde işletmelere önemli rekabet avantajları yaratmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi, işletmenin ihtiyaç duyduğu hammadde vb. ürünleri karşılarken tüm sistem içerisindeki maliyeti minimize etmek için üretilen ve dağıtılan doğru miktarda malın doğru yerde ve doğru zamanda olmasını sağlayan tedarikçileri, imalatçıları, depoları ve dağıtım merkezlerini verimli bir şekilde birleştirmeyi amaçlayan bir yönetim tarzı olarak önemini hissettirir. Günümüzde artık sadece uygun fiyatla üretmek değil, üretimde kullanılan malzeme ve hammaddelerin fabrikalara, fabrikalarda üretilen malların da piyasaya tam zamanında ve uygun fiyatlarla yapılması, hem işletmelerin faaliyetlerini geliştirebilmeleri hem de ekonomik kalkınmanın hızlandırılması bakımından önemli hale gelmiştir. Dolayısıyla, hem zincir boyunca bilgi akışının etkin duruma getirilmesi, hem de tüketici hizmetleri düzeyleri ile ilişkili amaçların

sağlanabilmesi için tedarik zinciri içinde eldeki mevcut kaynakların toplamının en uygun şekilde kullanılması sağlanmalıdır (Zalluhoğlu, 2007: 10).



Kaynak: Eymen, E. U., Tedarik Zincir Yönetimi, www.kaliteofisi.com

Şekil 1. Tedarik Zinciri Yapısı

Tedarik zinciri yönetimini sadece tek bir uzmanlık alanı olarak algılamak hatalıdır. Bir satın alma süreci ile gelen malın işletme içinde nasıl kullanılacağı farklı bir iştir. Üretilmiş malın depolanması ile depodan malın alınıp son kullanıcıya ulaştırılması da farklı bir süreçtir. Her biri kendi içinde iyi bilinmesi gereken iş süreçleridir. Ama hepsi de birbirine bir zincirin halkaları kadar iyi bağlanmıştır. Tüm halkaların sağlamlığı söz konusu olduktan sonra, zincirin sağlamlığından söz edilebilmektedir. Bunun yanında tedarik zinciri yönetimi teknik bir faaliyetin ötesinde bir yönetim felsefesi olarak görülmesi elde edilebilecek yararı en üst düzeye çıkartacaktır. Tedarik zinciri yönetimi ile müşteri isteklerini kısa sürede ve istenilen şekilde sağlama ve maliyetler, katma değer yaratmayan faaliyetler ile gerekli olmayan malzemelerin azaltılmasını sağlar. Sonuçta etkin bir tedarik zinciri yönetimi, stokların azaltılmasına, daha düşük işlem maliyetlerine, ürünlerin uygun zamanda son kullanıcıya ulaştırılması sağlar. Bu durumda son

kullanıcının tatmininin artmasına neden olur (Eymen, 2007: 9).

2.1. Tedarik Zinciri Modellemesi

Tedarik zinciri yönetim modellemesi oluşturulurken kesin çizgiler ile model özelliklerini belirlemek mümkün değildir. Her modelleme kendi iç dinamiklerine göre tanımlanmalıdır. Ancak yine de literatür açısından bazı adımları ortak olarak tanımlamak mümkündür. Bu özellikler; problemin oluşturulması, hedeflerin oluşturulması, modelin formüle edilmesidir. Potansiyel problemleri olan sistem parçalarının incelenmesi ve çalışmanın buna göre hazırlanması etkili bir çalışma yapabilmek için gereklidir. Tedarik zinciri modelinin amaçları, üzerinde çalışılacak problemin durumuna göre saptanır.

Çalışmanın hedefinin belirlenmesi daha önce yapılan modelin sonuçlarının yeni verilere uyarlanmasını engelleyecek şekilde dar planlanmamalıdır. Hedeflerin ve problemin belirlenmesinden sonra, modeli kuracak olan kişi modelin temel çatısını geliştirebilir. Bu çatı genellikle olayların prensiplerini ve kullanılan elemanları içerir. Toplanan verilerin doğruluğunun, elde edilen sonuç üzerindeki etkisi büyüktür. Yapılan ilk plan içerisinde; gerekli olan verilerin, bilgi kaynaklarının ve bu bilgilerin nasıl elde edilebileceği belirtilmektedir (Paksoy, 2005: 438 - 439).

2.2. Tedarik Zincirinde Üretim - Dağıtım Ağının Oluşturulması

Tedarik zincirinde bir ürünün tedarikçi aşamasından müşteri aşamasına ulaşması için ürünün taşınması ve depolanmasına dağıtım denir. Dağıtım tedarik zincirinin beş aşaması olan müşteri, perakendeci, dağıtımçı, imalatçı ve tedarikçi aşamalarından herhangi ikisi arasında gerçekleşebilir. Hammaddeler tedarikçilerden imalatçılara ve nihai ürünler ise imalatçılardan müşterilere taşınır. Dağıtım, bir şirketin karlılığını etkileyen en önemli faktörlerden biridir çünkü hem tedarik zinciri maliyetleri hem de müşteri

memnuniyeti dağıtımdan doğrudan etkilenir. Dağıtım ağı tercihi düşük maliyetten yüksek servis düzeyi ve hızlı sipariş karşılamaya kadar birçok tedarik zinciri amacını gerçekleştirmekte kullanılabilir. Şirketler, dağıtım ağı tasarımında var olan birçok seçenektan birini seçebilir. Kötü bir tasarım hem maliyetleri arttırır hem de hizmet düzeyini düşürür ve bir şirketin karlılığını önemli ölçüde etkiler.

Bir tedarik zincirinin performansı iki boyutta incelenmelidir.

1. Karşılanan müşteri ihtiyaçları ve
2. Müşteri ihtiyaçlarını karşılamanın maliyeti'dir.

Doğayı ile bir işletme, farklı dağıtım ağı seçeneklerini karşılaştırırken, seçeneğin müşteri hizmeti ve maliyetler üzerindeki etkisini değerlendirmelidir; çünkü karşılanan müşteri ihtiyaçları ve maliyetleri dağıtım ağının karlılığını belirler. Dağıtım ağı yapısının etkilediği müşteri hizmeti performansları şunlardır:

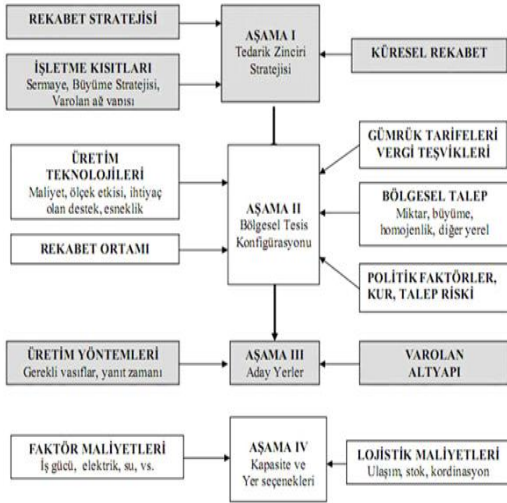
- Tepki Zamanı
- Ürün Çeşitliliği
- Ürün Varlığı
- Müşteri Tecrübesi
- Sipariş Görünürlüğü
- Geri Verebilirlik.

Tepki zamanı bir müşterinin sipariş vermesinden, ürünün kendisine teslim edilene kadar geçen zamandır. *Ürün Çeşitliliği*, bir müşterinin dağıtım kanalının sunmasını beklediği ürün çeşitlerinin sayısıdır. *Ürün Varlığı*, bir müşteri siparişi geldiğinde stokta ürünün bulunma olasılığıdır. *Müşteri tecrübesi* ise müşterinin sipariş verme ürünü teslim alma kolaylığıdır. *Sipariş görünürlüğü*, verilen sipariş vermeden ürün teslimine kadar olan tüm aşamalarda müşterinin siparişinin durumunu takip edebilme yeteneğidir. *Geri verebilirlik* ise bir müşterinin hatalı ya da herhangi bir nedenle ürünü geri verebilme kolaylığı ve ağı bu tür geri vermelerden kaynaklanan sorunları çözebilme yeteneğidir.

Tedarik zinciri ağ tasarım kararları, imalat, depolama ve ulaşım ile ilgili tesislerin yerlerinin belirlenmesi ve her bir tesisin kapasitesinin ve rolünün belirlenmesini içerir. Tedarik zinciri tasarım kararları aşağıdaki gibi

sınıflandırılabilir (Gürdrama, 2009: 19 – 20):

1. Tesis Rolü: Her bir tesis nasıl bir rol oynamalıdır? Her bir tesiste hangi süreçler gerçekleştirilmelidir.
2. Tesis Yeri Seçimi: Tesisler nerelerde kurulmalıdır?
3. Kapasite Atama: Her bir tesise ne kadar kapasite atanmalıdır?
4. Pazar ve Tedarik Atama: Her bir tesis hangi pazarlara hizmet vermelidir? Her bir tesis hangi tedarikçiler tarafından beslenmelidir?



Kaynak: Gürdrama, Tedarik Zinciri Yönetimi, ss 20.

Şekil 2: Tedarik Zinciri Tasarımı Karar Aşamaları

Birinci Aşama (Tedarik Zinciri Stratejisinin Tanımlanması): Ağ tasarımının ilk aşamasında amaç bir tedarik zinciri konfigürasyonunun tanımlanmasıdır. Tedarik zinciri stratejisi, tedarik zincirinin işletme stratejisini destekleyecek hangi özelliklere sahip olması gerektiğidir.

İkinci Aşama (Bölgesel Tesis Konfigürasyonunun Tanımlanması): İkinci aşamada amaç, tesislerin kurulacağı bölgelerin, tesis rollerinin ve yaklaşık kapasitelerinin belirlenmesidir. Eğer, tedarik zinciri küresel ise bu aşama ülkelere göre taleplerin belirlenmesi, değil ise bölgelere göre taleplerin belirlenmesi ile başlamalıdır. Talep tahmini talep miktarlarının yanı sıra, müşteri talebinin farklı bölge ya da

ülkelerde homojen ya da değişken mi olduğunu içermelidir. Talep homojen ise yüksek kapasiteli büyük tesisler, talep değişken ise düşük kapasiteli bölgesel tesisler kurmak gerekebilir. İkinci adım, var olan üretim teknolojileri göz önüne alınarak, ölçek ekonomisinin maliyetleri azaltmada önemli etkisi olup olmadığının belirlenmesidir. Eğer ölçek ekonomisi var ise, birçok pazara birkaç tesis ile hizmet sağlamak daha karlı olabilir. Eğer ölçek ekonomisi yok ise, belki de her bir pazar için ayrı bir tesis kurmak daha iyi olabilir. Daha sonra, talep riski, kur riski ve politik riskler belirlenmelidir. Ayrıca, her bölgedeki rakipler ve tesislerin rakiplerin tesislerine uzak mı yoksa yakın mı olacağı belirlenmelidir. Her bir pazar için yanıt süresinin ne olacağına karar vermek gerekir. Son olarak, her bölge için bütünlük düzeyde faktör ve lojistik maliyetlerini belirlemelidir. Tüm bu bilgilere dayanarak yöneticiler tedarik zinciri ağ tasarım modellerini kullanarak, tedarik zinciri için bölgesel tesis konfigürasyonunu belirlemelidir. Bölgesel tasarım, ağda kurulacak tesislerin yaklaşık sayısını, tesislerin kurulacağı bölgeleri ve kurulan bir tesisin belirli bir pazar için var olan ürünlerin tümünü ya da belirli bir kısmını tüm pazarlar için üretip üretmeyeceğini belirler.

Üçüncü Aşama (Aday Arsaların Seçimi): Bu aşamada amaç, belirli bir bölge içinde kurulum yerinin belirlenmesidir. Yer seçimi, kullanılacak üretim metodlarını destekleyecek altyapının durumu göz önüne alınarak yapılmalıdır. Altyapı ihtiyaçları, somut ve soyut altyapı ihtiyaçları olarak ikiye ayrılabilir: Somut altyapı ihtiyaçları, tedarikçilerin var olup olmadığı, ulaşım hizmetleri, iletişim, elektrik, su, depolama altyapısından oluşur. Soyut altyapı ihtiyacı ise, vasıflı işgücünün var olup olmadığı, işgücü dönüşüm oranları, halkın işletme ve endüstriye bakışından oluşur.

Dördüncü Aşama (Yer Seçenekleri): Bu aşamada amaç, kesin bir yer seçilmesi ve kapasite atamasının yapılmasıdır. Bu aşamada, çeşitli lojistik ve tesis maliyetleri, vergiler, teşvikler göz önünde bulundurulmalıdır.

2.3. Tedarik Zincirinde Üretim - Dağıtım Ağının Tasarımında Kullanılan Matematiksel Modeller

Tedarik zincirinde dağıtım ağının tasarımında literatürde en sıklıkla kullanılan iki farklı yaklaşım ile matematiksel modelleme yapılabilir. Bunlar sırasıyla;

1. *Matematiksel Optimizasyon Teknikleri:* Bu yöntemler kesin algoritmalar, en az maliyet, en yüksek kar, en kısa yanıt süresi gibi en iyi çözüm verir. Bu yöntemlerin en bilinen ve kullanılanları Doğrusal programlama, Tamsayılı programlama, Dinamik programlama, Envanter ve stok kontrol modelleri, Sezgisel (heuristic) algoritmalarıdır.

2. *Simülasyon Modelleri:* Gerçek sistemin bilgisayar üzerinde modellenerek seçenek stratejilerin denenerek sonuçlarının değerlendirildiği modeller bu grupta yer almaktadır.

3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkinlik Planlaması: Alternatif Bir Matematiksel Programlama Uygulaması

3.1. Araştırmanın Amacı

Günümüzde rakabet ortamında faaliyetini sürdüren işletmeler için tedarik zincir yönetimi çok önemlidir. Rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmelerin tedarik zincir yönetimini etkin olarak yönetmesi gereklidir. Bu çalışmada bir işletmenin tedarik zincir yönetiminde bu etkinliği planlaması için matematiksel modelleme kullanılarak bir alternatif model önerisi yapılmıştır.

3.2. Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları

Araştırmada önerilen model için kullanılan tedarikçi, fabrika ve dağıtım merkezlerine ait veriler hipotetik olarak araştırmacılar tarafından üretilmiştir. Verilerin gerçek bir işletmeden ölçülerek alınmamış olması çalışmanın sınırlılığdır. Çalışmada kullanılmak üzere tanımlanmış olan tüm veriler Ekler bölümünde Tablo 2 ile Tablo 8 arasında verilen tablolar ile gösterilmiştir.

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmada Paksoy (2005) tarafından önerilen tedarikçiler, üreticiler, dağıtım merkezleri ve müşteri bölgelerinden oluşan çok aşamalı tedarik zinciri için malzeme ihtiyaçlarını da göz önüne alan karma tamsayılı bir üretim dağıtım modeli temel alınarak doğrusal programlama yapısı kullanılarak model geliştirilmiştir. Oluşturulan matematiksel modelin kapalı notasyonla gösterimi aşağıda yapılmıştır.

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min} \left[\sum_i \sum_j \sum_t C_{ijt} X_{ijt} + \sum_j \sum_k C_{jk} Y_{jk} + \sum_k \sum_l C_{kl} Z_{kl} \right] + \left[\sum_j \varphi_j \varnothing_j + \sum_k \delta_k \Delta_k \right] \quad (1)$$

Kısıtlayıcı Koşullar

Tedarikçi kapasite kısıtı; i x t adet kısıt

$$\sum_j X_{ijt} \leq a_{it} \quad \forall_i, \forall_t$$

Fabrika kapasite kısıtı

$$\sum_k Y_{jk} \leq b_j \varnothing_j, \forall_j$$

Fabrika sayısı kısıtı

$$\sum_j \varnothing_j \leq P$$

Dağıtım merkezi kapasite kısıtı

$$\sum_l Z_{kl} \leq c_k \Delta_k, \forall_k$$

Dağıtım merkezi sayısı kısıtı

$$\sum_k \Delta_k \leq D$$

Birinci aşama denge kısıtı; j x t adet kısıt

$$\sum_i X_{ijt} - \omega_t \sum_k Y_{jk} = 0, \forall_j, \forall_t$$

İkinci aşama denge kısıtı

$$\sum_j Y_{jk} - \sum_l Z_{kl} = 0, \forall_k$$

Üçüncü aşama talep denge kısıtı

$$\sum_k Z_{kl} \geq d_l, \quad \forall_l$$

$\varnothing_j, \Delta_k = \{0, 1\}, \forall_{j,k} X_{ijt}, Y_{jk}, Z_{kl} \geq 0$ ve $\forall_{i,j,k,l,t}$ olmak üzere,

(1) nolu eşitlikte;

X_{ijt} : i'inci tedarikçiden j'inci fabrikaya gönderilen t'inci bileşenin miktarı.

Y_{jk} : j'inci fabrikadan k'inci dağıtım merkezine gönderilen nihai ürün miktarı.

Z_{kl} : k'inci dağıtım merkezinden l'inci müşteriye gönderilen miktar.

C_{ijt} : i'inci tedarikçiden j'inci fabrikaya t'inci bileşenin birim tedarik maliyeti (para birimi/bileşen).

C_{jk} : j'inci fabrikadan k'inci dağıtım merkezine taşıma birim maliyeti (para birimi/ürün).

C_{kl} : k'inci dağıtım merkezinden l'inci müşteriye taşıma birim maliyeti (para birimi/ürün).

ω_t : Bir birim nihai ürün içindeki t'inci bileşenin kullanım miktarı (bileşen/ürün).

φ_j : j'inci fabrikanın sabit işletme maliyeti.

$$\varnothing_j : \begin{cases} 1 & \text{j. fabrikada üretim gerçekleştirilirse} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

δ_k : k'inci dağıtım merkezinin sabit işletme maliyeti

$$\Delta_k : \begin{cases} 1 & \text{k'inci dağıtım merkezi açılırsa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

D: Açılacak toplam dağıtım merkezinin üst sınırı.

P: Açılabilecek toplam fabrika sayısının üst sınırı.

a_{it} : i'inci tedarikçinin t'inci bileşen kapasitesi.

b_j : j'inci fabrikanın kapasitesi.

c_k : k'inci dağıtım merkezinin kapasitesi.

d_l : l'inci tüketicinin talebi

şeklinde tanımlanmıştır. İşletmenin ürettiği nihai ürün üç bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen üç tane, ikinci bileşen iki tane ve son bileşende bir tane kullanılarak nihai ürün oluşturulmaktadır. İşletmenin oluşturduğu tedarik zinciri yöntemine dayalı üretim dağıtım planı için gerekli olan veriler Ekler bölümündeki çizelgelerde tanımlanmıştır. Tanımlanan bu verilere göre (1) nolu eşitlikte kapalı notasyon ile verilen modelin açık hali aşağıda sunulmuştur.

Amaç Fonksiyonu

$$\begin{aligned} \text{Min } [& (4X111 + 5X112 + 3X113 + 5X114 + 6X115 \\ & + 6X121 + 5X122 + 7X123 + 2X124 + 4X125 \\ & + 3X131 + 4X132 + 6X133 + 5X134 + 5X135) \\ & + (3X211 + 2X212 + 4X213 + 6X214 + 2X215 \\ & + 5X221 + 4X222 + 4X223 + 5X224 + 3X225 \\ & + 5X231 + 4X232 + 3X233 + 4X234 + 4X235) \\ & + (7X311 + 8X312 + 6X313 + 2X314 + 2X315 \\ & + 6X321 + 4X322 + 2X323 + 3X324 + 4X325 \\ & + 3X331 + 4X332 + 5X333 + 7X334 + 6X335)] \\ & + [(5Y11 + 4Y12 + 6Y13 + 5Y14 + 3Y15) + (8Y21 \\ & + 2Y22 + 3Y23 + 7Y24 + 8Y25) + (3Y31 + 5Y32 \\ & + 2Y33 + 4Y34 + 5Y35) + (4Y41 + 7Y42 + 7Y43 \\ & + 3Y44 + 6Y45) + (6Y51 + 3Y52 + 5Y53 + 8Y54 \\ & + 4Y55)] + [(7Z11 + 5Z12 + 4Z13 + 7Z14 + 4Z15) \\ & + (8Z21 + 7Z22 + 9Z23 + 3Z24 + 5Z25) + (2Z31 \\ & + 4Z32 + 3Z33 + 8Z34 + 7Z35) + (3Z41 + 8Z42 \\ & + 5Z43 + 2Z44 + 2Z45)] + [(2340\varnothing_1 + 950\varnothing_2 \\ & + 2015\varnothing_3 + 1395\varnothing_4 + 880\varnothing_5)] + [(1135\Delta_1 \\ & + 945\Delta_2 + 1680\Delta_3 + 1745\Delta_4 + 1400\Delta_5)] \end{aligned}$$

Kısıtlayıcı Koşullar

$$X_{111} + X_{121} + X_{131} \leq 1100$$

$$X_{112} + X_{122} + X_{132} \leq 820$$

$$X_{113} + X_{123} + X_{133} \leq 1640$$

$$X_{211} + X_{221} + X_{231} \leq 1420$$

$$X_{212} + X_{222} + X_{232} \leq 795$$

$$X_{213} + X_{223} + X_{233} \leq 1950$$

$$X_{311} + X_{321} + X_{331} \leq 900$$

$$X_{312} + X_{322} + X_{332} \leq 620$$

$$X_{313} + X_{323} + X_{333} \leq 1220$$

$$Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} - 520\emptyset_1 \leq 0$$

$$Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25} - 580\emptyset_1 \leq 0$$

$$Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35} - 470\emptyset_1 \leq 0$$

$$Y_{41} + Y_{42} + Y_{43} + Y_{44} + Y_{45} - 380\emptyset_1 \leq 0$$

$$Y_{51} + Y_{52} + Y_{53} + Y_{54} + Y_{55} - 490\emptyset_1 \leq 0$$

$$\emptyset_1 + \emptyset_2 + \emptyset_3 + \emptyset_4 + \emptyset_5 \leq 4$$

$$Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + Z_{14} - 600\Delta_1 \leq 0$$

$$Z_{21} + Z_{22} + Z_{23} + Z_{24} - 620\Delta_2 \leq 0$$

$$Z_{31} + Z_{32} + Z_{33} + Z_{34} - 420\Delta_3 \leq 0$$

$$Z_{41} + Z_{42} + Z_{43} + Z_{44} - 430\Delta_4 \leq 0$$

$$Z_{51} + Z_{52} + Z_{53} + Z_{54} - 580\Delta_5 \leq 0$$

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 + \Delta_5 \leq 4$$

$$X_{111} + X_{211} + X_{311} - 3(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15}) = 0$$

$$X_{121} + X_{221} + X_{321} - 3(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25}) = 0$$

$$X_{131} + X_{231} + X_{331} - 3(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35}) = 0$$

$$X_{112} + X_{212} + X_{312} - 2(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15}) = 0$$

$$X_{122} + X_{222} + X_{322} - 2(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25}) = 0$$

$$X_{132} + X_{232} + X_{332} - 2(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35}) = 0$$

$$X_{113} + X_{213} + X_{313} - 1(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15}) = 0$$

$$X_{123} + X_{223} + X_{323} - 1(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25}) = 0$$

$$X_{133} + X_{233} + X_{333} - 1(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35}) = 0$$

$$Y_{11} + Y_{21} + Y_{31} + Y_{41} + Y_{51} - (Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + Z_{14} + Z_{15}) = 0$$

$$Y_{12} + Y_{22} + Y_{32} + Y_{42} + Y_{52} - (Z_{21} + Z_{22} + Z_{23} + Z_{24} + Z_{25}) = 0$$

$$Y_{13} + Y_{23} + Y_{33} + Y_{43} + Y_{53} - (Z_{31} + Z_{32} + Z_{33} + Z_{34} + Z_{35}) = 0$$

$$Y_{14} + Y_{24} + Y_{34} + Y_{44} + Y_{54} - (Z_{41} + Z_{42} + Z_{43} + Z_{44} + Z_{45}) = 0$$

$$Y_{15} + Y_{25} + Y_{35} + Y_{45} + Y_{55} - (Z_{51} + Z_{52} + Z_{53} + Z_{54} + Z_{55}) = 0$$

$$Z_{11} + Z_{21} + Z_{31} + Z_{41} \leq 550$$

$$Z_{12} + Z_{22} + Z_{32} + Z_{42} \leq 410$$

$$Z_{13} + Z_{23} + Z_{33} + Z_{43} \leq 480$$

$$Z_{14} + Z_{24} + Z_{34} + Z_{44} \leq 320$$

$$\emptyset_j, \Delta_k = \{0,1\}, \forall_{j,k}, X_{ij}, Y_{jk}, Z_{kl} \geq 0 \text{ ve } \forall_{i,j,k,l,t}$$

3.4. Araştırma Modelinin Çözümü

Bir önceki bölümde kapalı ve açık notasyonla ifade edilen tedarik zincir yönetiminde üretim – dağıtım planı matematiksel modeli Win QSB v.2.0 paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Çözüm sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Win QSB v.2.0 ile Çözüm Sonuçları

Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer
X113	1640	X313	990	Y31	100	Ø2	1
X131	1920	X322	460	Y33	340	Ø3	1
X132	820	X323	230	Z12	120	Δ1	1
X211	1092	X331	900	Z13	480	Δ2	1
X222	728	X332	160	Z24	470	Δ3	1
X213	1010	Y11	500	Z31	550	Δ5	1
X221	690	Y12	240	Z32	290	Amaç	147160
X232	900	Y15	290	Z45	290		
X233	940	Y22	230	Ø1	1		

Tablo 1'deki çözüm sonuçlarına göre; Birinci aşamada bileşenlerin hangi tedarikçiden hangi fabrikaya ne miktarda temin edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Örneğin; birinci tedarikçiden birinci fabrikaya üçüncü bileşenden gönderilmesi gereken miktar 1640 birim olarak hesaplanmıştır. ($X_{113} = 1640$). İkinci aşamaya ilişkin ise hangi fabrikadan hangi dağıtım merkezine ne kadar nihai ürün gönderilmesi gerektiği belirlenmektedir.

Örneğin; Birinci fabrikadan birinci dağıtım merkezine gönderilmesi gereken nihai ürün miktarı 500 birimdir ($Y_{11} = 500$). Üçüncü aşamada ise, dağıtım merkezlerinden müşterilere gönderilen miktar tespit edilmiştir. Örneğin; birinci dağıtım merkezinden ikinci müşteriye gönderilen miktar 120 birim olarak hesaplanmıştır ($Z_{12}=120$). Ayrıca, hangi fabrikaların ve dağıtım merkezlerinin açılması gerektiği belirlenmektedir. Örneğin; 1, 2 ve 3'üncü fabrikalar açık ($Ø_1=1$; $Ø_2=1$; $Ø_3=1$), 4 ve 5'ci fabrikalar kapalıdır ($Ø_4 = 0$ ve $Ø_5= 0$). Dağıtım merkezlerinden ise; 1, 2, 3 ve 5 açık, 4 kapalıdır ($Δ_1=1$; $Δ_2=1$; $Δ_3=1$; $Δ_4 = 0$; $Δ_5 = 1$).

4. Sonuç ve Tartışma

Özellikle modern işletmeler hızlı büyüyen ve artan rekabet koşulları altında müşterilerinin ve tedarikçilerin beklentilerine ve isteklerine en kısa sürede ve en iyi şekilde cevap vermesi zorunludur. Bu nedenle işletmelerin tedarik zinciri yönetimini etkin şekilde kullanması gereklidir. Yöneticilerin işletmelerin planlama, kontrol ve tasarım gibi pek çok stratejik fonksiyonu içeren tedarik zinciri

yönetiminin değerini daha iyi anlamayı başarmışlardır.

Bu çalışmada, rekabetçiliğin ön planda olduğu piyasalarda faaliyetini sürdüren işletmelerin bir yönetim aracı olarak kullanılan tedarik zinciri yönetiminde üretim dağıtım probleminin etkinlik planlaması için alternatif bir matematiksel modelleme problemi ele alınmıştır. Konuya ilişkin kavramsal çerçeve kısaca anlatıldıktan sonra, önerilen matematiksel programlama tabanlı üretim dağıtım modeli anlatılmıştır. Önerilen alternatif modelde; üreticiler (fabrikalar), dağıtım merkezleri (depolar), tedarikçiler ve müşteri gruplarının bir araya gelmesi ile oluşan çok aşamalı tedarik zinciri için üretim dağıtım probleminin ihtiyaçlarını da göz önüne alan bir matematiksel model gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Sonrasında ise geliştirilen model sayısal olarak hipotetik bir şekilde üretilmiş olan veriler kullanılarak çözümlenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Geliştirilen model önerisi deterministik (statik) bir modeldir. Günümüzde işletmelerin ihtiyaçları daha dinamik yapılar içermektedir. Bu nedenle model dinamik doğrusal programlama yapısıyla geliştirilebilir. Ayrıca yine üreticiler (fabrikalar), dağıtım merkezleri (depolar), tedarikçiler ve müşteri gruplarının ihtiyaç yapıları kararlı olmayabilir. Yani bulanık yapılar içerebilir. Bu durumda ise bulanık doğrusal programlama yapısı kullanılarak çözümler üretilebilir.

Kaynakça

- Eymen, E. U., (2007). Tedarik Zinciri Yönetimi, www.kaliteofisi.com, Erişim Tarihi: Mayıs 2013.
<http://www.setyazilim.com.tr/Tedarik-Zinciri-Yönetimi-Nedir>, Erişim Tarihi: Mayıs 2013.
- Gürdrama, S., (2009). Tedarik Zinciri Yöntemi, Ders Notları.
- Lee H. L., (1993). Design for Supply Chain Management: Concepts and Examples, Perspectives in Operations Management, (ed. R. Sarin), Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
- Paksoy, T., (2005). "Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Optimizasyonu: Malzeme İhtiyaç Kısıtı Altında Stratejik Bir Üretim - Dağıtım Modeli" Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sayı: 14, 435 – 454.

Soyuer, H., Aracıoğlu, B. (2007). “Üretim Yönetimi Alanında Yaşanan Paradigmal Değişimler ve Kullanılan Nicel Yöntemlere Etkileri”, Sıtkı Gözlü’ye Armağan, İstanbul, 307 - 322.

Zalluhoğlu, A. E., (2007). Tedarik Zincir Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İzmir.

Ekler

Tablo 2. Tedarikçilerden Fabrikalara Birim Taşıma Maliyetleri

Tedarikçiler	Bileşen	Fabrikalar				
		F1	F2	F3	F4	F5
A	1	4	5	3	5	6
	2	6	5	7	2	4
	3	3	4	6	5	5
B	1	3	2	4	6	2
	2	5	4	4	5	3
	3	5	4	3		4
C	1	7	8	6	2	2
	2	6	4	2	3	4
	3	3	4	5	7	6

Tablo 3. Fabrikalardan Dağıtım Merkezlerine Birim Taşıma Maliyetleri

Fabrikalar	Dağıtım Merkezleri				
	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5
F1	5	4	6	5	3
F2	8	2	3	7	8
F3	3	5	2	4	5
F4	4	7	7	3	6
F5	6	3	5	8	4

Tablo 4. Dağıtım Merkezlerinden Müşterilere Birim Taşıma Maliyetleri

Dağıtım Merkezleri	Müşteriler				
	M1	M2	M3	M4	M5
DM1	7	5	4	7	4
DM2	8	7	9	3	5
DM3	2	4	3	8	7
DM4	3	8	5	2	2
DM5	9	5	7	4	9

Tablo 5. Fabrikaların Üretim Kapasiteleri ve Sabit Maliyetler

Dağıtım Merkezleri	Kapasite	Sabit Maliyetler
DM1	600	1135
DM2	620	945
DM3	420	1680
DM4	430	1745
DM5	580	1400

Tablo 6. Dağıtım Merkezlerinin Dağıtım Kapasiteleri ve Sabit Maliyetler

Müşteriler	Toplam Talep
M1	550
M2	410
M3	480
M4	320

Tablo 7. Müşteri Nihai Ürün Talepleri

Fabrikalar	Kapasite	Sabit Maliyetler
F1	520	2340
F2	580	950
F3	470	2015
F4	380	1395
F5	490	880

Tablo 8. Tedarikçilerin Bileşen Temelli Kapasiteleri

Tedarikçiler	Bileşenler		
	1	2	3
A	1100	820	1640
B	1420	795	1950
C	900	620	1220



Available online at www.alphanumericjournal.com

alphanumeric journal

The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems



Volume 3, Issue 1, 2015

2015.03.01.MIS.01

TEXT MINING AS A SUPPORTING PROCESS FOR VoC CLARIFICATION*

Aysun KAPUCUGİL-İKİZ†

Güzin ÖZDAĞOĞLU‡

Dokuz Eylul University, Faculty of Business, Kaynaklar Kampusu, Buca, İzmir

Received: 18 March 2015

Accepted: 16 May 2015

Abstract

In product development, the foremost issue is to identify "what" the customers' expectations would be from the product. As a promising approach to the product development, Quality Function Deployment also gives crucial importance to the collection and analysis of Voice of the Customer (VoC) to deduce true customer needs. Data sources of VoC include surveys, interviews, focus groups, gembu visits as well as customer reviews which can be collected through call centers, internet homepages, blogs, and microblogs in social networks. Customers' verbatim or reviews obtained from these resources require more detailed extraction to define them as the positive restatement of problems, opportunities or image issues independent of the product or the solution. Basically, this clarification process is a content analysis in which the developers usually seek to extract and classify the spoken-unspoken customer needs from VoC. This labor-intensive manual approach brings subjectivity to the analysis and can take so much time in the case of having condensed and large-volume text data. During the past decade, the field of text mining has enabled to solve these kinds of problems efficiently by unlocking hidden information and developing new knowledge; exploring new horizons; and improving the research process and quality. This paper utilizes a particular algorithm of text clustering, a recently popular field of interest in text mining, to analyze VoC and shows how text mining can also support the clarification process for better extraction of "true" customer needs. Practical implications are presented through analysis of online customer reviews for a product.

Keywords: Voice of the Customer (VoC), Text Mining, Text Clustering, Quality Function Deployment (QFD)

Jel Code: C88, C380, C550, M110, M150, M310

* Initial findings of this paper were also presented in the 20th International Symposium on Quality Function Deployment (ISQFD2014, Istanbul).

† aysun.kapucugil@deu.edu.tr (Corresponding author)

‡ guzin.kavrukoca@deu.edu.tr

MÜŞTERİ SESİNİN AYRIŞTIRILMASINI DESTEKLEYEN BİR SÜREÇ OLARAK METİN MADENCİLİĞİ

Özet

Ürün geliştirmede en başta gelen konu, müşterilerin üründen beklentilerinin ne olacağını belirlemektir. Ürün geliştirme için gelecek vaadeden bir yaklaşım olarak, Kalite Fonksiyon Göçerimi de, gerçek müşteri ihtiyaçlarını ortaya çıkarmak için Müşteri Sesinin toplanmasına ve analizine oldukça önem vermektedir. Müşteri Sesinin veri kaynaklarını anketler, mülakatlar, odak grupları, gemba ziyaretlerinin yanı sıra çağrı merkezlerinden, internet sayfalarından, web günlüklerinden (blog) ve sosyal ağlardaki mikro web günlüklerinden toplanabilen müşteri yorumları oluşturmaktadır. Bu kaynaklardan elde edilen müşteri ifadeleri veya yorumlarının, ürün ya da çözümden bağımsız problem, fırsat veya imaja yönelik konular bazında yeniden olumlu ifadeler şeklinde tanımlamak için daha detaylı ayrıştırılması gerekmektedir. Temel olarak, bu ayrıştırma süreci, geliştiricilerin genellikle müşteri sesinden dile getirilen ve getirilmeyen müşteri ihtiyaçlarını çıkarmaya ve sınıflandırmaya çalıştıkları bir içerik analizidir. Bu emek-yoğun manuel yaklaşım, analize öznellik getirmekte ve yoğun ve büyük hacimde metin verilerin varlığı durumunda çok fazla zaman alabilmektedir. Son on yılda, metin madenciliği alanı gizli bilgileri açığa çıkararak ve yeni bilgi geliştirerek, yeni ufuklar keşfederek, araştırma sürecini ve kalitesini iyileştirerek bu tür problemlerin etkin bir şekilde çözümüne olanak sağlamaktadır. Bu çalışma, müşteri sesini analiz etmek için, metin madenciliğinin son yıllarda popüler ilgi alanı haline gelen metin sınıflandırmaya yönelik özel bir algoritma kullanmakta ve “gerçek” müşteri ihtiyaçlarını daha doğru bir şekilde belirlemek için metin madenciliğinin ayrıştırma sürecini nasıl destekleyebileceğini göstermektedir. Uygulama açısından etkileri, bir ürüne ilişkin online müşteri yorumlarının analiziyle sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Müşteri Sesi, Metin Madenciliği, Metin Sınıflandırma, Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG).

Jel Kodu : C88, C380, C550, M110, M150, M310

1. INTRODUCTION

In product development, the foremost issue is to identify "what" the customers' expectations would be from the product. As a promising approach to the product development, Quality Function Deployment (QFD) also gives crucial importance to the collection and analysis of Voice of the Customer (VoC) to deduce true customer needs.

In the first steps of QFD methodology, a development team tries to segment customers and communicate with them to gather their verbatim through gemba visits, surveys, interviews, focus groups and other tools. In many situations the team can only reach a small group of these customer segments because of time and place limitations. However, today's technology provides many opportunities to customers to share their thoughts and experiences, i.e. customer reviews, about products through consumer web blogs, social networks and even review sections in product web sites. A large

volume of customer verbatim can be collected within these platforms in free-text or structured forms. These customer reviews are not only as valuable as the data obtained by interviews and observations but also enable developers to apply advanced data analysis methods to mine hidden patterns in customer wants and needs.

As customers' verbatim or reviews may not directly refer to their needs, they require more detailed extraction to define them as the positive restatement of problems, opportunities or image issues independent of the product or the solution. Basically, this clarification process is a content analysis in which developers usually seek to extract and classify the spoken and unspoken customer needs from VoC based on their judgments in the current QFD practices. However, this labor-intensive manual approach brings subjectivity to the analysis and can take so much time in the case of having condensed and large-volume text data. Besides, it can create a big burden for the developer since the results may include inconsistencies and are prone to failures.

During the past decade, the field of text mining, an interdisciplinary field that draws on information retrieval, data mining, machine learning, statistics, and computational linguistics, has enabled to solve such problems efficiently by unlocking hidden information, developing new knowledge, exploring new horizons, and improving the research process and quality. In this context, text mining refers to the process of deriving high-quality information from text.

Text contains a huge amount of information of any imaginable type and has a major direction and tremendous opportunity for making an inference from customers for better decision making and developing processes. Compared with the kind of data stored in databases, text is unstructured, amorphous, and contains information at many different levels (Witten, 2004). Handling the high volume of free text manually is only feasible by sampling. With the help of algorithms for text mining such as clustering and key term extraction, free-form customer reviews can be processed efficiently and filtered to essential phrases and frequent patterns of content (Gamon et al., 2005).

There are few studies on text mining for handling online customer reviews or verbatim in the context of QFD. Zhao et al. (2005) proposed a visual data mining framework for fast identification of actionable knowledge. By inspiring from the House of Quality (HoQ) which is one of the main elements of QFD, they provided an Opportunity Map which allows the user to focus on classes (i.e. customer requirements) and the values of a particular attribute (i.e. technical or product specification). The relationships between classes and attributes were expressed in various forms, e.g., rules, distributions of data with regard to certain attributes and classes, etc. Zhao et al. (2005) mainly mined actionable rules (opportunities for solving problems) using a class association rule miner. Coussement and Van den Poel (2008) developed a DSS for churn prediction integrating free-formatted, textual information from customer emails with information derived from the marketing database. The emails were preprocessed as a freeform text data to obtain term-document matrix, and the matrix was reduced using semantic and syntactic text

mining operations (i.e. latent semantic indexing) to decrease the number of variables for the further analysis. The reduced data set was integrated into the marketing database to apply logistic regression for churn analysis. Therefore the importance of a well considered email handling strategy was highlighted and unstructured call center emails were converted into a more structured form suitable for better identifying customers most prone to switch. Zhang et al. (2010) proposed an Apriori-based data mining approach to extract knowledge from historical data for aiding the designers on the HoQ analysis. The approach they used mainly focused on mining potential useful association rules (including positive and negative rules) that reflect the relationships according to three objectives: support, confidence, and interestingness. However, these studies give no special attention to understand “true” customer needs.

Park and Lee (2011) presented a framework for extracting customer opinions from websites and transforming them into product specification data. They collected customer opinions from an online customer center and then transformed into customer needs using text-mining (i.e. using keyword frequencies about customer complaints and comments). Customers were then segmented into several groups by using k-means clustering algorithm. The relations among customer needs were visualized by co-word analysis and product specifications to meet those needs analyzed by decision tree. Lastly, a final target product specification for new products were determined and a target market was identified based on customer profile data. The study suggested this framework to incorporate customer opinions efficiently with new product development processes, and defined customer needs as product-dependent functional requirements or directly products themselves. However, any statement about the product (i.e. functional or technical requirement) is not a customer need. Functional requirements tell what the product must be or do whereas customer needs are just benefits that tell why things are important to the customers (QFDI, 2013). Customer needs generally lie behind any verbatim or reviews obtained from them. By counting the keyword frequencies only, the true customer needs may not be

extracted from the raw customer complaints, reviews or comments. Their methodology has lack of a component for the customer verbatim clarification process.

Moving from these facts, this paper uses text clustering as a recently popular field of interest in text mining to analyze VoC and shows how this technique can also support the clarification process to extract “true” customer needs from online customer reviews for a product. The paper aims at adding a new approach to the current techniques of QFD methodology and supporting the use of this approach in practice.

The organization of the rest of this paper is as follows. Among other text analytics tasks, Section 2 describes the use of text mining and gives brief information about text clustering. This section gives the details about text clustering process with a special distance-based partitioning algorithm. Section 3 and Section 4 present a case study and its findings on exemplifying text clustering analysis in order to clarify the VoC obtained from online customer reviews and determine the true needs for a particular product. Section 5 presents concluding remarks and suggests future work for the similar research studies.

2. Text Mining

Feldman and Dagan (1995) can be considered as the first study that describes text mining in the context of knowledge discovery and defines it as “knowledge discovery from text” indicating a machine supported analysis of text from information retrieval, information extraction as well as natural language processing integrated with data mining, machine learning and statistics. Text mining concept is handled in different research areas with different perspectives, i.e., information extraction, text data mining, knowledge discovery process (Hotto et al., 2005).

Text mining process simply starts with a collection of documents, then these documents are retrieved and preprocessed by checking format and character sets through a data mining platform including text processing components. When the text data is ready for analysis, a particular method is set or a model is developed to run related algorithms to extract

information or to discover a pattern (Gupta and Lehal, 2009).

Traditional text mining applications mostly focus on information access where significant links are searched for finding the right information with the right users at the right time with less emphasis on processing or transformation of text information (Kroeze et al., 2004). However, the recent text mining applications can be regarded as going beyond information access to further help users analyze information and facilitate decision making.

There are also many applications of text mining where the primary goal is to analyze and discover any interesting patterns in unstructured text data. Such unstructured data can be analyzed at different levels of representation schemes. The simplest representations are bag-of-words and string of words. Text data can also be represented at the level of named entities including people, locations, and organizations to obtain more significant patterns than string of words. Improving text mining algorithms and discovering new patterns also rely on the developments in natural language processing, e.g., information extraction in order to process semantic representations (Mooney and Bunescu, 2005; Aggarwal and Zhai, 2012).

Text mining algorithms have been developed to meet the needs for processing text data collected through many platforms such as social network, web, and other information-centric applications. Research in text mining has an increasing trend with the help of today’s advanced hardware and software opportunities. For instance, text mining techniques can be used on large data sets retrieved from the customer reviews to make customer groups or to analyze word intensities to extract some information about their feelings, even customer needs and other categories of items such as problems, solutions and design specifications.

Typical text mining tasks include text categorization, text clustering, concept/entity extraction, production of granular taxonomies, sentiment analysis, document summarization, and learning relations between named entities (Han et al., 2012). Main topics under the title “text mining” are:

- Text classification and clustering,

- Information retrieval,
- Information extraction,
- Opinion mining and summarization.

In order to facilitate the clarification of VoC, this paper specifically demonstrates text clustering on the data set retrieved from customer reviews consisting of high volume of free text.

2.1. Text Clustering

Clustering text data has recently become a popular field of interest in data mining. Applications in this area can be categorized as customer segmentation, classification, collaborative filtering, visualization, document organization, and indexing, and so forth. Each of these applications may have different representations of text data (e.g., bag of words, strings) and requires different model designs with different algorithms. Among text clustering algorithms, there is a wide variety of different types such as agglomerative (hierarchical) clustering algorithms, partitioning algorithms, and standard parametric modeling based methods. These clustering algorithms have different advantages and disadvantages when compared in terms of effectiveness and efficiency (Zhao and Karypis, 2004). If hierarchical techniques are used, then nested sequence of partitions are obtained, with a single cluster at the top and unique clusters of individual points at the bottom. Each node in the intermediate level can be considered as merging at least two clusters from the next lower level or splitting a cluster from the next higher level. The result of a hierarchical clustering algorithm can be graphically presented with a dendrogram. In contrast to hierarchical techniques, partitional clustering techniques create partitions of data points at just one level. If K is the desired number of clusters, then partitional approaches typically find all k clusters at once around centroid points. (Steinbach et al., 2000)

The purpose of the study is finding clusters for user reviews collected around particular words then finding needs of different customer groups rather than finding hierarchy of the words or customers. This necessity and the quadratic time complexity are the underlying cause of selecting one of the partitional

clustering techniques in the study. The next section explains the details of partitional clustering techniques used in text clustering.

2.2. Partitional Clustering Techniques

Partitioning algorithms are especially used in order to obtain clusters of objects. For text clustering, the two most widely used partitioning algorithms are k -medoids and k -means clustering algorithms based on distances between documents (Aggarwal and Zhai, 2012).

In k -medoid clustering algorithms, a set of points is used as medoids around which the clusters are built. The aim of the algorithm is to determine an optimal set of representative documents from the original document collection around which the clusters are constructed. Finally, each document is assigned to its closest representative from the document collection. K -medoid algorithms are relatively slow because of the number of iterations they compute and they may not produce satisfactory results when there are not many common words in large document set (Aggarwal and Zhai, 2012).

The k -means clustering algorithm also uses a set of k representatives around which the clusters are constructed. However, these representatives are not necessarily obtained from the original data and are refined somewhat differently than a k -medoids approach. The simplest form of the k -means approach is to start off with a set of k key items from the original document collection, and assign documents to these items on the basis of closest similarity. The centroid of the assigned points to each seed is used to replace the seed in the last iteration. In the next phase, the new key item is defined, if it is a better central point for this cluster. This approach is processed until the required convergence level is achieved. One of the advantages of the k -means method over the k -medoids method is that it requires an extremely small number of iterations in order to converge (Cutting, et al., 1992). Because of this advantage, k -means clustering method is preferred in the application of this paper.

K -means algorithm is applied through the following steps (Kwale, 2013):

1. Apply text preprocessing (tokenization, filtering stopwords, transform cases, stemming, n-grams, converting text to numeric data, etc.)
2. Choose the number of clusters, k
3. Randomly generate k clusters and determine the cluster centers (centroids), where a cluster's centroid is the mean of all points in the cluster.
4. Repeat the following until no object moves (i.e. no object changes its cluster)
 - 4.1. Determine the distance of each object to all centroids. (Cosine similarity is used in the study to calculate distances)
 - 4.2. Assign each point to the nearest centroid.
 - 4.3. Re-compute the new cluster centroids.

K-means clustering is an unsupervised learning technique that can be used to understand the underlying structure in a dataset. When used with text data, k-means clustering can provide a great way to organize bag of words used by customers to describe their visits. Once it is clear what the customers are trying to do, then it is not only possible to transform these experiences to match the needs, but also to adjust reporting/dashboards to monitor the various customer groups (Harvard TagTeam, 2013).

The most important parameter of k-means algorithm is “the number of clusters (k)” which can directly affect the performance of the results. The performance of this algorithm is generally measured by two indexes, i.e., average silhouette and Davies Bouldin indexes. The higher the silhouette index, or the lower the Davies Bouldin index, the better the partitioning among the clusters (Turi and Ray, 2000; Chandrasekhar, et al., 2011).

3. Case Study: Text Clustering on Customer Reviews

This paper analyzes the user reviews of a particular model of “XYZ diaper bag” obtained from a popular website publishing user reviews for several types of products.

On the web-site, XYZ diaper bag is described as

“...transports all the necessary features for an efficient parenting supply source, including changing pad, key clip and stabilizing metal feet. The mode

includes plenty of pockets inside and out for organizing, separating and keeping things clean and in their place. Depending on preference and situation, the mode allows for three carrying options including two tote straps that snap together for easy carrying and stow away when not in use, a removable padded shoulder strap, or stroller attachments for a no-slip grip to your stroller handle.”

Pictures given in Figure 1 demonstrate the functionality of this bag. The web site that publishes reviews on the product has an effective screen design to support customers. In addition to user reviews in free-text form, positive and negative review categories and ratings are also presented for each product (Figure 2).

For analyzing the customer verbatim on XYZ diaper bag, 232 user reviews with its titles and ratings were downloaded in a sheet by the help of particular software. Then text data mining process was designed on Rapid Studio® 6.0x as follows.

Text Preprocessing

Text clustering process starts with preprocessing of the free-form text data so that advance analysis techniques can be used for further inferences. After the data file was imported to Rapid Studio®, common text-preprocessing techniques were used to clean the data for further analysis (Figure 3). In this step, the following operations were applied:

- a. **Tokenization** is the process of decomposing a complete text into words, phrases, symbols, called tokens. The list of tokens is then used as input data for further processing. Tokenization is implemented based on non-letters and linguistic sentences within the partial model presented as Figure 3.
- b. **Filtering stop words** is applied to clean data from the characters or useless words, e.g., punctuators and prepositions.
- c. **Filtering tokens** is applied to select the character range to consider, i.e., words 2 to 25 characters.
- d. **Transforming cases** is used to convert all words into lowercase.

- e. **Stemming** is the process of cleaning the suffixes to combine word coming from the same root, e.g., go, goes, going. Porter’s stemming method is used within the partial model presented as Figure 3.
- f. **Creating n-gram** provides to analyze more than one word repetition. “Generate n-grams” operator in Figure 3 generates word repetitions up to three words.
- g. **Creating term vector** based on TF-IDF method (see the equations 1 to 3). This parameter is defined within the “process documents from data” operator in the upper level of the model (Figure 4 and Figure 7).
- h. **Pruning** is applied to reduce the time complexity by eliminating words/word groups below 10%. This parameter is defined within the “process documents from data” operator in the upper level of the model (Figure 4 and Figure 7).

For an effective clustering process, the word frequencies should be normalized in terms of their relative frequencies calculated according to the occurrences in the document and over all documents in the data set. In general, a common representation used for text processing is the vector-space based TF-IDF representation (Salton, 1983). In the TF-IDF representation, the term frequency (TF) for each word is normalized by the inverse document frequency (IDF). The IDF normalization reduces the weight of terms which occur more frequently in the collection. This reduces the importance of common terms in the collection, ensuring that the matching of documents be more influenced by those of more discriminative words which have relatively low frequencies in the collection (Jane and Dubes, 1998).

TF-IDF is the product of two statistics: term frequency and inverse document frequency. There are various ways for determining the exact values of both statistics. In the case of the term frequency $tf(t,d)$, the number of times that term t occurs in document d is divided by the number of occurrences of the most frequent word (w) within the same document (Equation 1).



Figure 1. XYZ Diaper Bag

Source: Buzzillions (2014), “XYZ diaper bag” Review Statistics

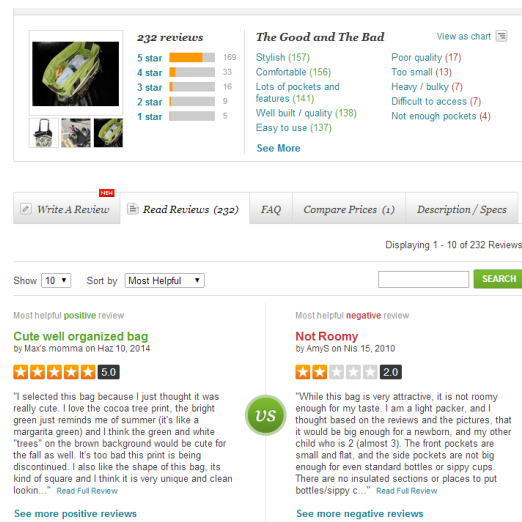


Figure 2. Customer Reviews’ Sample from the Web-page

Source: Buzzillions (2014), “XYZ diaper bag” Review Statistics

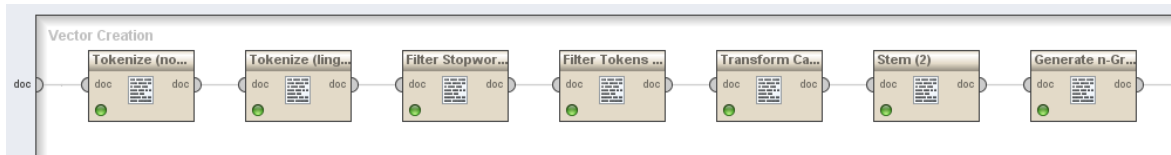


Figure 3. Text Preprocessing

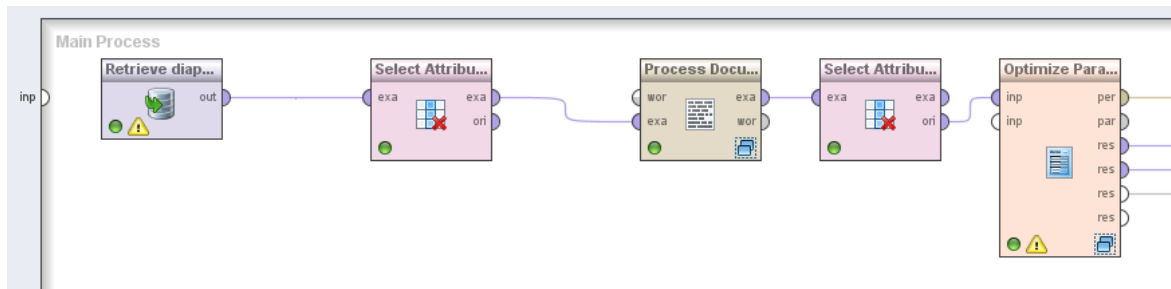


Figure 4. Text Clustering with Parameter Optimization

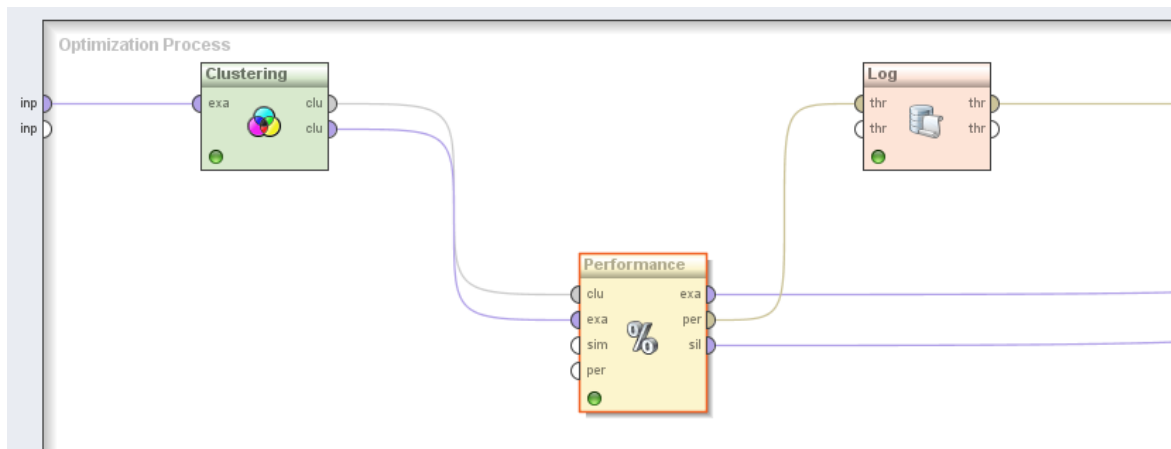


Figure 5. Nested Process in Parameter Optimization Block

$$tf(t, d) = \frac{f(t, d)}{\max\{f(w, d): w \in d\}} \quad (1)$$

IDF is a measurement of how much information the word provides, that is, whether the term is common or rare across all documents. It is the logarithmically scaled fraction of the documents that contain the word, obtained by dividing the total number of documents by the number of documents containing the term, and then taking the logarithm of that quotient (Equation 2).

$$idf(t, D) = \log \frac{N}{|\{d \in D: t \in d\}|} \quad (2)$$

where N is the total number of documents in the document collection, $|\{d \in D: t \in d\}|$ is the number of documents where the term t appears.

Thus, $TF-IDF$ can be calculated as follows (Equation 3):

$$tf - idf(t, d, D) = tf(t, d) \times idf(t, D) \quad (3)$$

Text Clustering

In this paper k -means clustering algorithm, a well-known technique among distance-based partitioning

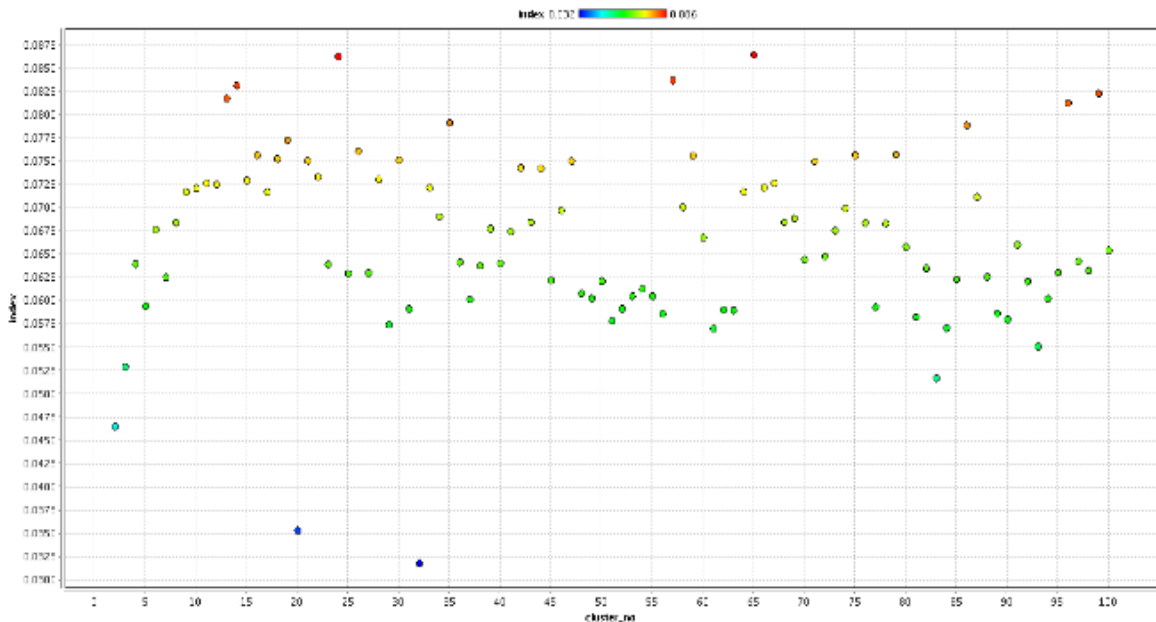


Figure 6. Performance Index Values with Respect to the Number of Clusters

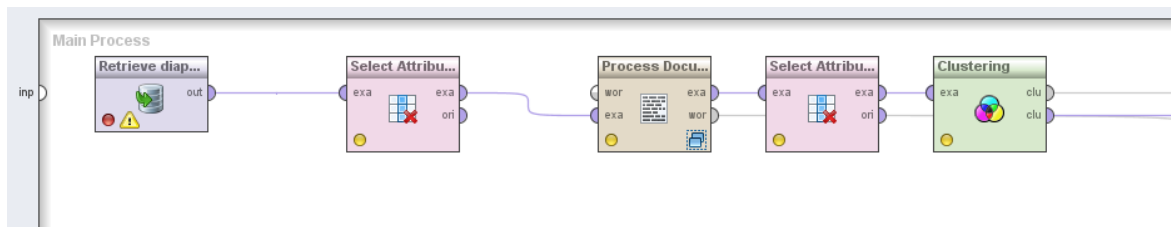


Figure 7. K-means Text Clustering Based on 25 Clusters

algorithms is preferred for analyzing the data set due to the advantages explained in Section 2.2.

The most important parameter of k -means algorithm is the number of clusters that is the value of k . In order to find the best value for the number of customers, parameter optimization was applied with respect to “silhouette index”, i.e., an appropriate performance indicator for k -means clustering, and the best value was obtained when 25 clusters were applied. The corresponding screens for parameter optimization and comparison of different k values are given in Figure 4, Figure 5 and Figure 6.

The number of clusters (k) can be measured by two indexes, i.e., average silhouette or Davies Bouldin indexes, as mentioned in Section 2.2. As both can produce similar results, the silhouette index (denoted

as Index in Figure 6) is used to determine k in this study. A higher Index value within its range indicates the number of clusters which can partition the data set in clearer way. Figure 6 shows an example scatter plot produced in Rapid Studio® for the relationship between Index and k . Index value is found between 0.032 and 0.086 based on the nature of the data used in analysis. The highest of value of this index suggests choosing k as 24. However, it should be pointed out that the minor changes on the selection of pruning percentage even may affect the value of silhouette index. For this study, several pruning percentages are observed in the neighborhood of 10%. In these trials, Index values resulted in similar k values between 20 and 30. Authors chose k as the middle point of this range and therefore, K-Means clustering algorithm is

applied through the “clustering” operator within the model shown in Figure 7 considering 25 clusters that are determined based on Euclidean Distances. The corresponding parameter tab is also presented in Figure 8 to clarify the options selected in Rapid Studio®.

Text clustering was applied on the data set to visualize customer clusters in accordance with items which potentially indicate feeling, need, or product specifications. The output table can easily be interpreted and integrated to the existing tools in QFD.

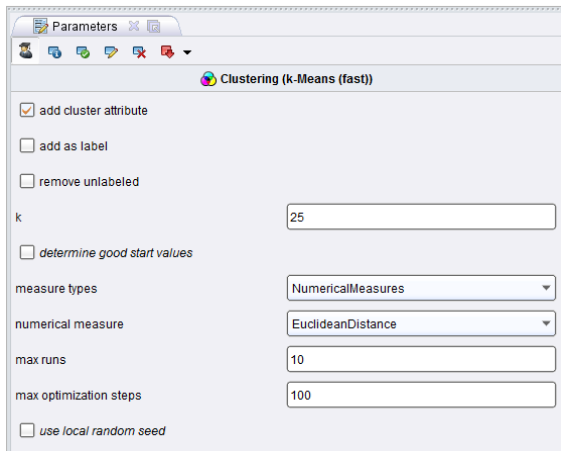


Figure 8. Parameter Tab for K-means Clustering

4. Findings

Customer ratings published on the web site indicate that most of the customers are generally satisfied from the product (Figure 9).



Figure 9. Distribution of Customer Ratings

Source: Buzzilions (2014), “XYZ diaper bag” Review Statistics

On the related web site customer reviews are published with tagged words/terms which also provide some aggregated findings from all review contents (Figure 10).

A word cloud is also developed using Wordle® (2013) to highlight the most frequent words in the source text and represented in Figure 11.

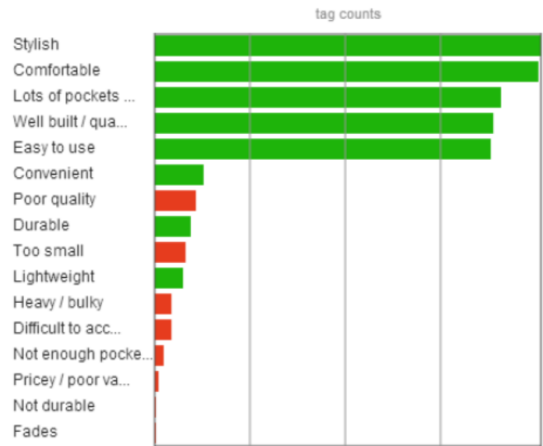


Figure 10. Good and Bad Tag Counts

Source: Buzzilions (2014), “XYZ diaper bag” Review Statistics

In addition to these statistics, text preprocessing performed in the study provides a word list or bag of words (see Appendix 1) from which frequencies of



Figure 11. Word Cloud of the Data Set

words can be utilized for observing what kind of expressions were highlighted over the frequencies, e.g., impressions, problems, product specifications, or even needs. In the word list, each word or word group constitutes an attribute. “Total occurrences” of a word is the attribute’s frequency value for the document set. “Document occurrences” refer to the number of documents that include the corresponding word or the attribute.

Text preprocessing also generates a term vector, where the rows indicate customers or documents, and

the columns indicate the words/terms, i.e. attributes. In the intersection of the rows and the columns, the cells correspond to TF-IDF values that describe the intensity of the term/word in the corresponding document. Appendix 2 shows partial representation of the term vector. The term vector is then used as a numerical data set to perform text clustering on the customer with respect to the particular words they have used in the reviews. K-means clustering is applied on the term vector to see the possible partitions among the customers based on distances between the term frequencies. For this purpose, k-means clustering produces centroid tables (Appendix 3) to show the partitioning structure on the term vector.

Clusters obtained from the text mining phase are analyzed based on the highlighted words repeated in each cluster. These are clarified items which are only simplified, single-issue expressions of what the customer says, behaves, or documents. As mentioned in Introduction Section, customer needs are just benefits that tell why things are important to the customers and generally lie behind any verbatim or reviews obtained from them. The true customer needs cannot be extracted from the raw customer complaints, reviews or comments only by counting their frequencies. An analyst should go beyond the stated ones in order to extract the true needs in turn create differentiated products. This extraction can be

done by analysts by exploring the value for the customer, which is vital step of any QFD work and especially VoC clarification process. Authors try to extract some meaningful categorizations of expressions based on the clusters. In this regard, customer needs, product specifications, and impressions are extracted and rewritten with respect to concepts provided by QFD methodology (Table 1, Table 2, and Table 3). These results also show the common phrases among the clusters. For instance, some of the customers highlight the features associated with fashion whereas others indicate its functionality (Table 1). Beside the needs, customers also comment on the specifications of the product, i.e. pockets to organize materials, carrying options, and size (Table 2). Finally, Table 3 indicates that customers have positive feelings about the product.

Table 1. Extracted Customer Needs

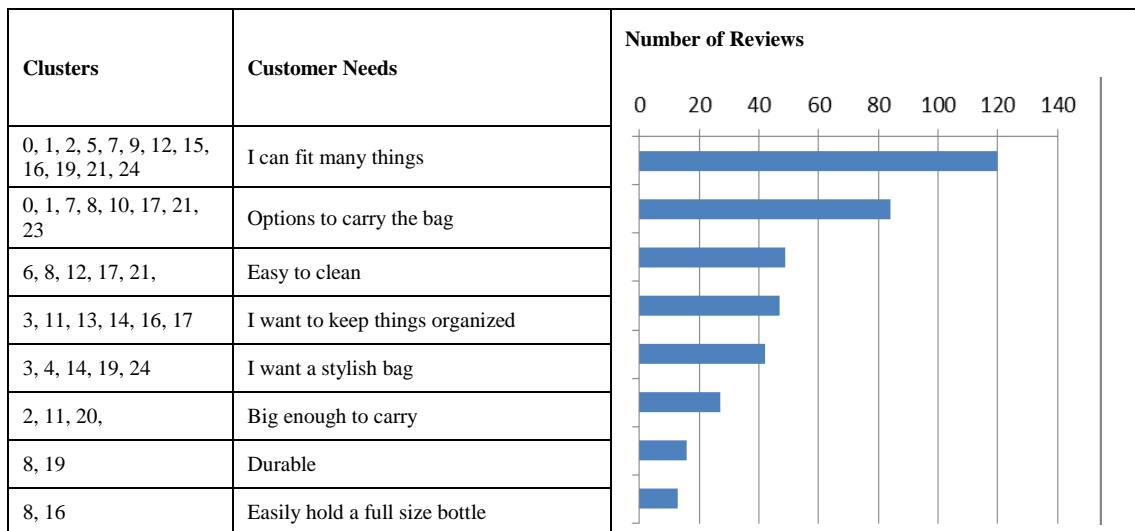


Table 2. Highlighted Product Specifications

Clusters	Product Specifications	Number of Reviews
0, 3, 6, 8, 9, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22	Multiple purpose pockets	130
0, 7, 10, 17, 21	Hangings for the stroller	55
5, 6, 14, 18, 21	Changing pad	48
10, 21, 23	Padded shoulder strap	35
3, 6, 16, 20	Size	25
3, 7, 24	Separate compartments	22
9, 18	Adjustable handles (straps)	20

Table 1. Impressions Declared in the Reviews

Clusters	Impressions	Number of Reviews
6, 16, 20	perfect	20
0, 9, 14, 17, 19, 24	great	67
0, 3, 7, 10, 11, 20, 23	love	60
5, 8, 12	cute	28
21, 22	nice	20

When compared with the product reviews published on the website, it can be observed that extracted needs and highlighted product specifications are compatible with the tag statistics, but the web site statistics do not indicate the true needs so that product designers can use them in the improvement process. This inadequacy can be removed by adopting QFD methodology that provides designers such an approach to understand customer needs for better product improvements. However, analysis of a large-scale text data through the current QFD techniques will increase the time complexity of applications. In this context, this paper proposes that integrating text mining with QFD methodology over customer reviews will create a powerful and agile decision support to identify and categorize clarified items from customers' verbatim in order to discover hidden patterns among these items for better extraction of

5. Conclusion and Future Remarks

QFD gives crucial importance to the collection and analysis of VoC to deduce true customer needs and suggests many analytical tools to extract the needs from customer verbatim. Customer verbatim is traditionally collected from various sources such as surveys, interviews, focus groups, gemba visits. As networking platforms arise in the past decade, customers have the opportunity to write or declare their reviews through call centers, internet homepages, blogs, and microblogs in social networks. These reviews provide more verbatim than the traditional data collection methods and reach larger data sizes that need advance analysis approaches like text mining and web mining algorithms.

Text mining refers to the process of deriving high-quality information from text. This paper discussed text mining to identify and categorize clarified items from customers' verbatim in order to discover hidden patterns among these items for better extraction of customer needs. A case study was conducted on the customers' reviews of a diaper bag in order to show how text preprocessing and clustering can help for VoC clarification. K-means text clustering, a commonly used clustering algorithm based on distance-based partitioning, was applied on the

customer reviews in free text form, and the most frequent group of words and customer clusters were obtained from over 200 reviews in a few minutes. These statistics were used to define clarified items which therefore led to extracting customer needs, highlighted product specifications, and customer's overall impressions about the product. The findings also indicated that starting VoC analysis process through text mining provided objective approach for the further phases of QFD. Besides this advantage, analysts should consider that a deviation might appear if many fake reviews are published to increase or decrease the popularity of the product.

Consequently, this paper discussed the use of text mining as a supporting tool within QFD. Text mining provided many advantages in analyzing VoC over customer reviews. The study may be improved by adding different text mining tools such as other clustering approaches as well as association or classification algorithms to further analyze the details of customer reviews and need extraction. Experimental analysis may also be conducted with different parameter sets and new learning schemes may be added to improve the extraction skills in text analytics. This study emphasizes the idea that text mining techniques really support and accelerate to analyze VoC using QFD philosophy.

QFD adds a value with its knowledge base and tailored approach to retrieve meaningful extractions from customer reviews through text mining. In order to extract automatically the customer needs through text mining, it is necessary to form a dynamic corpus specific to the product under consideration. As future work, such a corpus may be formed in a long run project and besides, learning algorithms may be improved using some insights from QFD.

References

- Aggarwal, C.C., Zhai, C.X.(Eds), (2012). *Mining Text Data*, Springer, New York, e-ISBN 978-1-4614-3223-4.
- Buzzillions, (2014). "XYZ Diaper Bag" Review Statistics, <http://www.buzzillions.com/diaper-bag-reviews>, Access Date: August 18th, 2014.
- Chandrasekhar, T., Thangavel, K., Elayaraja, E., (2011). Performance analysis of enhanced clustering algorithm for gene expression data, *International Journal of Computer Science Issues*, 8(6-3), 253-257.
- Coussement, K., Van den Poel, D., (2008). Integrating the voice of customers through call center emails into a decision support system for churn prediction, *Information & Management*, 45: 164–174.
- Cutting, D.R., Pedersen, J.O., Karger, D.R., Tukey, J.W., (1992). Scatter/Gather: A cluster-based approach to browsing large document collections. SIGIR '92: Proceedings of the 15th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, New York, NY, USA, ACM Press, 318-329.
- Feldman, R., Dagan, I., (1995). KDT-Knowledge Discovery in Texts. Proceedings of the First International Conference on Knowledge Discovery, 112-117.
- Gamon, M., Aue, A., Oliver S.C., Ringger, E.,(2005). Pulse: Mining customer opinions from free text, *Advances in Intelligent Data Analysis VI*, 6th International Symposium on Intelligent Data Analysis, IDA, Proceedings, Madrid, Spain, September 8-10, Springer (Lecture Notes in Computer Science), 121-132.
- Gupta, V., Lehal, G.S., (2009). A survey of text mining techniques and algorithms, *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 1(1):60-76.
- Han, J., Kamber, M., Pei, J., (2012). *Data Mining, Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann Publishers, Waltham, MA, USA.
- Harvard TagTeam, (2013). http://tagteam.harvard.edu/hub_feeds/1981/feed_items/274117. Access: 01.08.2014
- Hotto, A., Nimberger, A., Paaß, G., Augustin, S., (2005). A Brief Survey of Text Mining, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.210.158&rep=rep1&type=pdf>, Access date: 05.05.2014, pp.4-5.
- Jane, A.K., Dubes, R.C., (1998). *Algorithms for Clustering Data*, PrenticeHall, Englewood Cliffs, NJ.
- Kroeze, J.H., Mathee, M.C., Bothma, T.J.D., (2004). Differentiating between data-mining and text-mining terminology. *South African Journal of Information Management*, 6(4): 93-101.
- Kwale, F.M., (2013). A critical review of k means text clustering algorithms. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 4(9): 1-9.
- Mooney, R.J., Bunescu, R., (2005). Mining knowledge from text using information extraction, *SIGKDD Explorations*, 7(1): 3-10.
- Park, Y., Lee, S., (2011). How to design and utilize online customer center to support new product concept generation, *Expert Systems with Applications*, 38: 10638–10647.
- QFDI (2013). *Quality Function Deployment Institute, QFD Black Belt® Workshop, Course Workbook, Chapter 13: Analyze Customer Voice*, 9 -13 September 2013, SantaFe NM, USA.
- Salton, G., (1983). *An Introduction to Modern Information Retrieval*, Mc-Graw Hill, 1983.

- Steinbach, M., Karypis, G., Kumar, V., (2000). A comparison of document clustering techniques. KDD Workshop on Text Mining. <http://glaros.dtc.umn.edu/gkhome/node/157>, Access date: March 4th, 2014.
- Turi, R.H., Ray, S., (2000). Determination of the Number of Clusters in Colour Image Segmentation, SCSSE Monash University, Clayton Vic Australia.
- Witten, I.H., (2004). Adaptive text mining: inferring structure from sequences, *Journal of Discrete Algorithms*, 2:137–159.
- Wordle, (2013). <http://www.wordle.net/>. Access date: 05/01/2015.
- Zhao, K., Liu, B., Tirpak, T.M., Xiao, W., (2005). Opportunity map: A visualization framework for fast identification of actionable knowledge, CIKM'05, October 31–November 5, 2005, Bremen, Germany, http://www.cs.uic.edu/~kzhao/Papers/05_CIKM05_kaidi.pdf, Access date: January 31st, 2014.
- Zhao, Y., Karypis, G., (2004). Empirical and theoretical comparisons of selected criterion functions for document clustering, *Machine Learning*, 55(3):311–331.
- Zhang, Z., Cheng, H., Chu, X., (2010). Aided analysis for quality function deployment with an Apriori-based data mining approach, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 23(7): 673–686.

Appendix 1. Word List (bag of words)

Word (Attribute)	Total Occurrences	Document Occurrences	Word (Attribute)	Total Occurrences	Document Occurrences	Word (Attribute)	Total Occurrences	Document Occurrences
attach	40	38	go	30	25	room	49	43
babi	86	66	got	43	36	shoulder	45	41
bag	573	213	great	80	56	shoulder strap	28	26
big	55	45	hold	51	39	size	41	34
bottl	44	31	keep	39	36	space	29	27
bought	46	37	look	68	59	strap	91	67
carri	72	55	lot	65	56	stroller	93	74
chang	71	59	love	225	148	stuff	43	37
chang pad	58	53	love bag	49	47	stylish	25	24
clean	35	34	month	36	33	thing	79	59
come	33	28	nice	38	29	us	103	81
compart	29	26	old	37	29	want	34	26
cute	41	39	organ	38	37	wipe	34	32
diaper	212	127	pad	80	62			
diaper bag	167	112	perfect	46	40			
durabl	26	24	plenti	36	31			
easi	59	53	pocket	170	110			
fit	55	44	put	31	23			
get	52	47	recommend	31	31			

Appendix 3. Centroid Table

words	clstr0	dstr1	dstr2	clstr3	dstr4	dstr5	clstr6	dstr7	clstr8	clstr9	dstr10	clstr11	clstr12	dstr13	clstr14	clstr15	dstr16	clstr17	clstr18	dstr19	clstr20	dstr21	dstr22	clstr23	clstr24
attach	0.051	0.067	0.066	0.000	0.050	0.048	0.088	0.162	0.000	0.087	0.064	0.000	0.000	0.025	0.061	0.000	0.079	0.039	0.000	0.000	0.000	0.033	0.036	0.052	0.044
babi	0.070	0.031	0.373	0.174	0.022	0.062	0.049	0.065	0.045	0.023	0.045	0.085	0.039	0.014	0.109	0.074	0.000	0.031	0.000	0.063	0.125	0.069	0.000	0.066	0.166
bag	0.033	0.031	0.035	0.017	0.042	0.040	0.037	0.057	0.025	0.030	0.037	0.031	0.035	0.032	0.024	0.054	0.030	0.024	0.318	0.041	0.036	0.036	0.045	0.037	0.034
big	0.013	0.000	0.248	0.000	0.000	0.106	0.071	0.021	0.117	0.145	0.031	0.042	0.000	0.057	0.041	0.051	0.121	0.000	0.000	0.000	0.100	0.073	0.000	0.020	0.000
bottl	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.120	0.000	0.160	0.033	0.000	0.000	0.000	0.100	0.021	0.047	0.418	0.057	0.000	0.066	0.000	0.115	0.112	0.021	0.037
bought	0.000	0.000	0.033	0.000	0.582	0.000	0.145	0.162	0.000	0.129	0.026	0.065	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084	0.031	0.023	0.066	0.000	0.024
carri	0.049	0.054	0.209	0.056	0.030	0.066	0.000	0.052	0.026	0.056	0.000	0.134	0.059	0.045	0.000	0.067	0.000	0.067	0.074	0.047	0.033	0.089	0.029	0.209	0.000
chang	0.005	0.000	0.000	0.000	0.047	0.176	0.251	0.017	0.074	0.055	0.019	0.023	0.036	0.090	0.251	0.000	0.000	0.000	0.165	0.029	0.000	0.186	0.000	0.029	0.042
chang_p ad	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.122	0.262	0.019	0.048	0.053	0.021	0.025	0.039	0.040	0.239	0.000	0.000	0.000	0.178	0.000	0.000	0.147	0.000	0.032	0.018
clean	0.000	0.029	0.000	0.049	0.054	0.000	0.000	0.106	0.000	0.012	0.060	0.086	0.153	0.021	0.000	0.171	0.038	0.045	0.000	0.084	0.032	0.123	0.043	0.000	0.075
come	0.033	0.000	0.020	0.041	0.023	0.111	0.050	0.000	0.038	0.078	0.107	0.036	0.000	0.023	0.147	0.000	0.000	0.000	0.067	0.000	0.087	0.038	0.042	0.046	0.000
compart	0.022	0.000	0.034	0.303	0.040	0.000	0.040	0.051	0.054	0.028	0.054	0.000	0.079	0.000	0.154	0.069	0.000	0.054	0.000	0.025	0.000	0.011	0.000	0.049	0.000
cute	0.027	0.083	0.063	0.045	0.074	0.415	0.066	0.029	0.178	0.009	0.034	0.000	0.175	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.030	0.021	0.040	0.022	0.067
diaper	0.024	0.052	0.125	0.026	0.108	0.078	0.087	0.201	0.090	0.089	0.031	0.041	0.115	0.111	0.045	0.194	0.065	0.082	0.077	0.120	0.084	0.055	0.112	0.109	0.083
diaper_b ag	0.019	0.063	0.105	0.031	0.107	0.081	0.057	0.225	0.043	0.103	0.028	0.049	0.110	0.093	0.054	0.234	0.039	0.060	0.093	0.110	0.063	0.058	0.106	0.116	0.087
durabl	0.000	0.034	0.026	0.000	0.022	0.034	0.000	0.048	0.396	0.014	0.081	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.152	0.000	0.026	0.051	0.000	0.028
easi	0.022	0.022	0.085	0.095	0.042	0.068	0.000	0.099	0.000	0.024	0.093	0.145	0.158	0.030	0.015	0.000	0.029	0.395	0.040	0.064	0.025	0.107	0.000	0.012	0.058
fit	0.287	0.156	0.042	0.039	0.055	0.049	0.053	0.000	0.017	0.046	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000	0.251	0.000	0.041	0.045	0.064	0.028	0.044	0.033	0.045	0.093
get	0.056	0.093	0.071	0.072	0.033	0.212	0.010	0.040	0.058	0.000	0.000	0.031	0.066	0.017	0.061	0.000	0.187	0.037	0.000	0.019	0.037	0.037	0.125	0.073	0.096
go	0.000	0.028	0.054	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.023	0.109	0.032	0.077	0.000	0.000	0.314	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000	0.071	0.000
got	0.037	0.069	0.121	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.065	0.028	0.098	0.043	0.000	0.000	0.050	0.000	0.123	0.023	0.142	0.376	0.059
great	0.099	0.018	0.010	0.000	0.082	0.000	0.081	0.000	0.014	0.214	0.055	0.078	0.070	0.049	0.438	0.000	0.000	0.139	0.000	0.159	0.000	0.049	0.000	0.013	0.132
hold	0.061	0.040	0.000	0.000	0.019	0.073	0.000	0.044	0.292	0.063	0.000	0.100	0.000	0.025	0.018	0.165	0.184	0.051	0.000	0.120	0.251	0.012	0.000	0.037	0.022
keep	0.000	0.092	0.000	0.306	0.000	0.000	0.000	0.024	0.020	0.000	0.000	0.472	0.000	0.093	0.000	0.150	0.151	0.093	0.000	0.072	0.000	0.044	0.000	0.019	0.039
look	0.072	0.034	0.044	0.127	0.091	0.105	0.026	0.132	0.025	0.057	0.019	0.024	0.108	0.062	0.049	0.067	0.027	0.000	0.038	0.178	0.032	0.041	0.142	0.068	0.045
lot	0.108	0.043	0.032	0.138	0.014	0.145	0.049	0.000	0.064	0.054	0.020	0.036	0.032	0.083	0.064	0.095	0.062	0.269	0.045	0.139	0.000	0.023	0.032	0.145	0.000
love	0.111	0.062	0.057	0.104	0.092	0.043	0.087	0.135	0.105	0.046	0.133	0.079	0.063	0.040	0.052	0.025	0.081	0.033	0.035	0.046	0.103	0.078	0.055	0.113	0.093
love_bag	0.211	0.063	0.049	0.104	0.074	0.000	0.075	0.034	0.104	0.011	0.216	0.120	0.030	0.000	0.023	0.050	0.032	0.000	0.000	0.042	0.027	0.048	0.000	0.139	0.069
month	0.137	0.025	0.055	0.000	0.021	0.029	0.033	0.142	0.132	0.066	0.000	0.035	0.000	0.064	0.000	0.105	0.039	0.000	0.000	0.057	0.000	0.000	0.079	0.025	0.000
nice	0.000	0.077	0.020	0.000	0.000	0.127	0.000	0.026	0.022	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.073	0.091	0.000	0.000	0.079	0.048	0.173	0.611	0.000	0.111
old	0.106	0.073	0.216	0.049	0.070	0.000	0.000	0.067	0.070	0.074	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050	0.000	0.000	0.077	0.000	0.000	0.027
organ	0.045	0.000	0.030	0.147	0.042	0.000	0.079	0.023	0.019	0.020	0.000	0.341	0.000	0.039	0.024	0.043	0.000	0.193	0.000	0.031	0.000	0.050	0.000	0.026	0.000
pad	0.005	0.017	0.009	0.063	0.000	0.109	0.298	0.017	0.057	0.053	0.019	0.022	0.035	0.036	0.214	0.000	0.000	0.000	0.159	0.035	0.000	0.276	0.000	0.028	0.016
perfect	0.000	0.027	0.000	0.136	0.042	0.000	0.215	0.074	0.039	0.037	0.000	0.000	0.098	0.100	0.026	0.086	0.303	0.000	0.000	0.020	0.475	0.012	0.000	0.018	0.032
plenti	0.000	0.000	0.035	0.000	0.000	0.045	0.012	0.043	0.000	0.061	0.000	0.000	0.100	0.022	0.000	0.051	0.000	0.000	0.339	0.035	0.000	0.082	0.000	0.025	0.341
pocket	0.065	0.064	0.021	0.068	0.048	0.059	0.128	0.009	0.131	0.099	0.025	0.112	0.043	0.244	0.050	0.064	0.100	0.141	0.062	0.094	0.146	0.138	0.159	0.080	0.023
put	0.071	0.029	0.085	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.085	0.588	0.034	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.071
recomm end	0.031	0.095	0.033	0.000	0.135	0.053	0.040	0.069	0.000	0.030	0.000	0.000	0.045	0.025	0.000	0.000	0.223	0.043	0.069	0.035	0.000	0.095	0.000	0.023	0.068
room	0.050	0.051	0.067	0.110	0.096	0.000	0.020	0.138	0.054	0.024	0.032	0.059	0.000	0.088	0.054	0.052	0.000	0.109	0.000	0.077	0.000	0.027	0.038	0.080	0.202
shoulder strap	0.026	0.133	0.000	0.049	0.000	0.000	0.011	0.019	0.018	0.000	0.119	0.039	0.071	0.035	0.000	0.105	0.000	0.000	0.089	0.046	0.000	0.242	0.000	0.149	0.000
size	0.045	0.000	0.059	0.178	0.019	0.000	0.218	0.021	0.020	0.074	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000	0.000	0.269	0.000	0.000	0.101	0.236	0.045	0.095	0.000	0.000
space	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.000	0.000	0.047	0.000	0.011	0.000	0.000	0.517	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.109	0.000	0.036	0.116	0.043	0.045	0.000
strap	0.035	0.063	0.035	0.084	0.000	0.019	0.008	0.065	0.042	0.095	0.534	0.049	0.000	0.025	0.000	0.000	0.125	0.000	0.098	0.041	0.000	0.229	0.000	0.147	0.000
stroller	0.062	0.086	0.071	0.070	0.032	0.093	0.049	0.251	0.025	0.116	0.134	0.041	0.025	0.028	0.037	0.000	0.115	0.127	0.068	0.030	0.042	0.079	0.064	0.033	0.028
stuff	0.000	0.000	0.136	0.043	0.000	0.116	0.011	0.000	0.000	0.029	0.035	0.000	0.025	0.100	0.000	0.157	0.080	0.000	0.044	0.511	0.000	0.009	0.000	0.082	0.058
stylish	0.000	0.050	0.047	0.172	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.000	0.096	0.000	0.000	0.166										



Available online at www.alphanumericjournal.com

alphanumeric journal

The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems



Volume 3, Issue 1, 2015

2015.03.01.OR.03

MEASURING THE RELATIVE EFFICIENCIES OF STATISTICS DEPARTMENTS IN TURKEY USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Cenk İÇÖZ*

Harun SÖNMEZ†

*Faculty of Science, Statistics Department, Anadolu University, Eskişehir
Faculty of Open Education, Anadolu University, Eskişehir*

Received: 13 March 2014

Accepted: 23 June 2015

Abstract

Determinants of success of an education system can be the facilities offered during an educational process and the qualifications obtained afterwards. However, conversion of the offered facilities into outputs efficiently in the performance evaluation plays an important role for an educational system. On the contrary, comparison of Turkish university performances can be generally performed according to only output based performance indicators like academician performances and nationwide exam results of their graduates publicly. Aim of this study is to calculate the relative efficiencies of 18 statistics departments in Turkey, which are considered as decision making units, using data envelopment analysis. Reasons for inefficiencies of departments arise from pure technical efficiency component. Furthermore, a second stage analysis is implemented to observe the effects of external factors called non-discretionary inputs on efficiency results. Finally, efficiency differences between two types of departments are tested according to their education programs with a Mann - Whiney U Test.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Relative Efficiency, Second Stage Analysis, Higher Education

Jel Code: C44, I21, I23

* cicoz@anadolu.edu.tr (Corresponding author)

† hsonmez@anadolu.edu.tr

TÜRKİYE’DEKİ İSTATİSTİK BÖLÜMLERİNİN GÖRELİ ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ÖLÇÜLMESİ

Özet

Bir eğitim sisteminin başarısındaki belirleyici faktörler: eğitim süreci içinde sunulan olanaklar ve eğitim süreci sonrası elde edilen yeterlilikler olabilmektedir. Bununla birlikte, eğitim sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesinde sunulan olanakların çıktılara etkin bir şekilde dönüştürülmesi önemli bir rol oynamaktadır. Buna karşılık olarak Türkiye’deki üniversite performanslarının karşılaştırılmaları genellikle akademisyen performansları ve ülke genelinde yapılan ortak sınav sonuçları gibi performans belirleyicileri üzerinden sadece çıktı yönü olarak yapıldığı gözlemlenmektedir. Bu çalışmanın amacı karar verme birimi olarak ele alınan Türkiye’deki üniversitelerde eğitim veren 18 adet istatistik bölümünün görelî etkinliklerinin veri zarflama analizi yardımı ile hesaplanmasıdır. Bölümlerin toplam etkin olamamaları teknik etkinsizliklerinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, kontrol edilemeyen girdiler olarak adlandırılan dış etkenlerin etkinlik skorları üzerindeki etkileri bir ikinci aşama analizi kullanılarak araştırılmıştır. Son olarak ise iki farklı tipte eğitim veren istatistik bölümlerinin etkinlik skorları arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığı Mann-Whitney U testi ile sınanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Veri Zarflama Analizi, Görelî Etkinlik, İkinci Aşama Analizleri, Yüksek Eğitim

Jel Kodu : C44, I21, I23

1. INTRODUCTION

Importance of implementing performance measurement techniques in organizations has risen due to today's competitive market conditions, restricted human and physical resources. Therefore, conversion of the limited resources into services and products efficiently is highly significant for organizations. In addition, implementation of efficiency measurement enables comparison with the other organizational performances and the past performances of an organization. With the findings gathered from these techniques, organizations will be able to upgrade their own best performances and the performance among the other organizations.

Data Envelopment Analysis (DEA) is one of the most frequently used performance measurement techniques in literature that can be applicable for both profit and non-profit organizations. DEA can be defined as an application of linear programming that enables measurement of the relative efficiencies for homogeneous organizational units called DMUs (Decision Making Units). These DMUs can be educational institutions like universities and high

schools, financial organizations like banks and insurance companies and even individuals like sportsmen and etc (Ramanathan 2003).

Prominent advantages of DEA over parametric approaches for efficiency measurement are the suitability for the usage of multiple input-outputs and the setting of the efficiency frontier according to the best practice(s). Furthermore, DEA provides potential targets for inefficient DMUs by identifying benchmarks on the efficiency border to be compared for inefficient units (Barros and Leach 2006).

To get a place in a higher education programme in Turkey, sufficient points are required in LYS and YGS exams which are organized by Turkish Student Selection and Placement Centre. YGS exam is a selection exam applied before LYS exam. Those applicants who get a score of 180 from this exam is given a chance to take LYS exam afterwards. Statistics departments accept students with a specific LYS exam score. The graduates of the statistics departments can find jobs in both private sector and public sector. However, there is another exam called KPSS for those interested in working in public sector.

In this paper, we aim to evaluate the performances of 18 statistics and statistics and statistics and computer sciences departments in Turkey by using DEA. KPSS exam results in three sectors are taken as output measures while the ratios of bachelors and graduate students to number of professors are taken as input measures. In addition, some departments have only daytime classes whereas the others have both daytime and evening programmes. Furthermore, quotas for statistics departments determined by the Turkish High Education Board and LYS exam results are selected as non-discretionary inputs. We also will answer the questions if the non-discretionary inputs have an effect on efficiency results and if there are meaningful differences in efficiency results between two groups of statistics departments.

After the foundation of the analysis, DEA literature has been growing rapidly with a huge diversity in both theoretical and applied studies. Popular research areas of efficiency measurement with DEA are education, finance, sports, energy sector and etc. A brief literature review in all areas especially in education will be given in the second part of the study.

The organization of the paper is as follows: in the second section we give a brief literature review of DEA history and related applications with the paper; section three includes the methodology and the DEA model chosen; we give description of the data and the results of the application in section four; finally we conclude the study in section five.

2. Literature Review

DEA history dates back to the work of Farrell (Farrell 1957). After 20 years time, Charnes et al. introduced the term DEA and contributed the ideas of Farrell's. For the history and the detail theoretical background of the different DEA models, see (Cook and Seiford 2009; Cooper et al. 2000).

Application simplicity and the other advantages of DEA make it a popular tool for efficiency measurement. There are various theoretical and applied studies in operations research, management science and several other journals. Applications of DEA are mostly seen on fields such as in tourism (Wöber 2007), sports (Barros and Leach 2006), health

(Gök and Sezen 2011) and finance (Kumar and Gulati 2008).

Inputs and outputs used in higher education institutions (HEIs) do not have real costs because of the non-profit making objective. Furthermore, HEIs convert several inputs like research funds, general funds and student to academics ratios to outputs like several exam scores, publications and so on. Therefore, efficiency measurement in a multiple input-output situation is required for HEIs. Another advantage of DEA is the assigning of virtual costs (weights) to input and output variables with the solution of the DEA model. This is a great asset for HEIs and all non-profit organizations. In short, mentioned properties make DEA a suitable analysis for efficiency measurement of HEIs (Johnes 2006).

We take departments as DMUs in this study as it is rarely seen in literature. Usually, selection of universities as DMUs in applied studies is widespread only with the different nation cases. Johnes stated the advantages and disadvantages of efficiency measurement techniques in higher education context and applied DEA to a data of 2000/2001 with more than 100 HEIs in England (Johnes 2006). Kempkes and Pohl analysed the efficiency of public universities in Germany between years 1998-2003 both with the use of stochastic frontier analysis and DEA (Kempkes and Pohl 2010). Australian case of relative efficiency measurement of universities was presented in the study of Abbott and Doucouliagos's with the aim of decomposing the overall technical efficiency (Abbott and Doucouliagos 2003). Selim and Bursalıoğlu proposed a two-stage efficiency analysis to determine both the efficiencies of Turkish universities at first stage and the effects of external factors on the efficiencies in 2006-2010 (Selim and Bursalıoğlu 2013). Kağnıcioğlu and İcan calculated the relative efficiencies of Turkish Universities in 2007 by taking academic staff numbers as inputs, types of academic publishing and graduate student numbers as outputs (Kağnıcioğlu and İcan 2011). After efficiency analysis, also called second stage analysis, have been used to determine external factors effect on efficiency scores. McDonald mentioned these analyses detailed in his study and made a comparison of them (McDonald 2009). We also proposed a Two Limited

Tobit Regression as a second stage analysis in our case to find the factors that may affect the efficiency scores of departments.

3. Methodology

DEA models vary according to both efficient border assumptions called returns to scale assumptions and the selection of input or output orientation. The first DEA model (CCR model) is named after the founders of the model Charnes, Cooper and Rhodes (Charnes et al.1978). CCR model is based on the constant returns to scale assumption (CRS). The second DEA model called BCC model invented by Banker, Charnes and Cooper (Banker, et al. 1984) is based on variable returns to scale (VRS) assumption. Only difference is a convexity constraint added into the CCR model.

In input oriented models, proportional reduction in inputs investigated when outputs remain fixed. In output oriented models, the proportional expansion in outputs is investigated under the fixed inputs. Efficiency scores differ according to input or output orientation in BCC model only (Johnes 2006).

It is common in literature to decompose the overall technical efficiency into two mutually exclusive and non-additive components. These components are pure technical efficiency and scale efficiency. Overall technical efficiency results can be calculated through the solution of CCR-DEA model. Pure technical efficiency results can be calculated through the solution of BCC-DEA model.

Pure technical efficiency is an efficiency type without including scale efficiency and purely reflects the managerial performance. Scale efficiency expresses if an organization performs in the most productive scale or not. It is the ratio of overall technical efficiency to pure technical efficiency. The term returns to scale arises is related to efficiency border setting. It explains the behaviour of the rate of change in the output to the subsequent change in the inputs in the long run. If an output increases as the same proportion in the increase in inputs, there are constant returns to scale (CRS). If not variable returns to scale (VRS) prevails (Bogetoft and Otto 2011; Kumar and Gulati 2008). Efficiency borders can be

demonstrated in Figure 1 under different returns to scale assumptions.

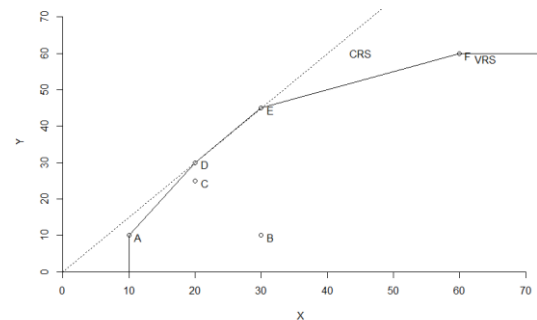


Figure 1. Different Return to Scales of Hypothetical Data

3.1. Data Envelopment Analysis

DEA models use the data (inputs-outputs) itself to calculate the relative efficiencies of DMUs. They can be simply shown as fractional programming models however they are convertible to linear programming models for practicality in calculations. Consider a production possibility set consist of n ($j = 1, 2, \dots, n$) DMUs which produces s ($r = 1, 2, \dots, s$) outputs using m ($i = 1, 2, \dots, m$) inputs. Then the productivity ratio for the j -th DMU e_j can be described as follows:

$$e_j = \frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \quad (1)$$

The numerator of the equation (3.1) is called the sum of virtual outputs whereas the denominator is called the sum of virtual inputs. This ratio is also known as benefit/cost ratio. Charnes et. al. proposed the calculation of weights from the solution of fractional programming model in the situation of unknown weights (prices) for inputs (v_i) and outputs (u_r) in equation (1) (Cook and Seiford 2009).

The input oriented fractional CCR model is as follows:

$$e_o = \max \frac{\sum_r u_r y_{ro}}{\sum_i v_i x_{io}} \quad (2)$$

s.t.

$$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0, \text{ for } \forall j$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \text{ for } \forall j$$

In model (2), y_{ro} is the r .th output of the DMU_o and x_{io} is the i .th input of the DMU_o . Model (2) should be solved “ n ” times for each DMU . Solution of model (2) gives us the overall technical efficiency scores. However, it can be decomposed into pure technical efficiency and scale efficiency with the help of BCC input oriented model results. With the change of variables, model (2) can be converted in a linear programming model. Finally, by duality the equivalent model of linear programming model (2) can be formed as in model (3).

$$e_o = \min \theta_o - \varepsilon \left(\sum_r s_r^+ + \sum_i s_i^- \right) \quad (3)$$

s.t.

$$\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta_o x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0, \theta_o \text{ unconstrained } \forall r, i, j$$

Model (3) is called the envelopment model in literature. Solution of model (3) enables us to determine reference sets and also weights (λ_j 's) assigned to the peers for inefficient DMU s. Therefore, improvements for inefficient DMU s to be efficient can be calculated. Here, θ_o is the shrinkage coefficient that shows the amount of reduction can be done radially in DMU_o 's inputs. Model is efficient for only if the $\theta_o = 0$ and all the slack variables are equal to zero.

Input oriented BCC envelopment model is as follows:

$$e_o = \min \theta_o - \varepsilon \left(\sum_r s_r^+ + \sum_i s_i^- \right) \quad (4)$$

s.t.

$$\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta_o x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0, \theta_o \text{ unrestricted } \forall r, i, j$$

The 3rd constraint of the model (4) is the convexity constraint. Addition of this constraint makes a change in the efficiency border from a straight line to a piecewise combination of several straight lines. We choose to solve both BCC and CCR input models to decompose the overall technical efficiency and to show the sources of inefficiencies.

3.2. Tobit Regression

After the calculation of efficiency scores with the help of DEA at first stage, researchers may have an interest on external factors affecting these scores. For this purpose, Ordinary Least Squares (OLS) Regression and Tobit Regression are used as a second stage analysis. A regression model will be fit to set the relationships between efficiency results and non-discretionary values.

Efficiency values must be between 0 and 1 closed interval. Values on the lower boundary of 1 are mostly seen whereas the values in the upper boundary 0 are rare. Classical OLS regression does not take into account this setting. It is not known that the fitted values of the regression model will be in the efficiency interval. Two Limited Tobit Regression can be used to eliminate this problem (Bogetoft and Otto 2011).

The underlying regression is:

$$E = \begin{cases} 0, & \text{If } \alpha z + \varepsilon \leq 0 \\ \alpha z + \varepsilon, & \text{If } 0 < \alpha z + \varepsilon < 1 \\ 1, & \text{If } \alpha z + \varepsilon \geq 1 \end{cases} \quad (5)$$

The aim of this model is to estimate “ α ” coefficients taking efficiency values as a stochastic dependent variable explained by non-discretionary independent variables. The fitted values above one will be assigned to one and the fitted values below zero will be assigned to zero. In the end, the fitted values will be censored according to the efficiency setting.

4. Application

Input and output data for year 2012 were collected from different sources because the departmental selection is a specific one. Input variables (non-discretionary inputs also included) are taken from the study of Çelikoğlu and Süner about Turkish Statistics Departments (Çelikoğlu and Süner 2013). Output variables including KPSS exam results on different subjects are taken from the site of Turkish Student Selection and Placement Centre's web site.

4.1. Data

Selection of inputs and outputs has a tremendous effect in an efficiency measurement study because they can affect directly on the efficiency results. Generally, the same kind of inputs and outputs are selected in the efficiency measurement studies of higher educational and educational systems. These are the number of academic staff (both teaching and research) or teachers, student/academic staff (student/teacher) ratios or the expenditures for inputs. Furthermore, several exam scores, honors degrees given to graduates and number of graduates can be taken as output measures (Abbott and Doucouliagos 2003; Johnes 2006; Kağnicioğlu and İcan 2011; Kempkes and Pohl 2010, Kıranoglu 2005)

Explanations related to input and output data are given in the Table 1.

Table 1. Variable explanation chart for DEA

	Variables	Definition
Inputs:	X_1	Ratio of undergraduate students to professors in the departments.
	X_2	Ratio of graduate students to professors in the departments.
	Z_1	Minimum LYS exam score to be enrolled in a statistics department.
	Z_2	Maximum number of student for each department to be enrolled.
Outputs:	Y_1	KPSS exam quantitative section mean scores.
	Y_2	KPSS exam verbal section mean scores.
	Y_3	KPSS exam statistics section mean scores.

Z_1 and Z_2 are the external factors which cannot be controlled by the departments therefore they will be used in the second stage analysis. These variables can be determined by Turkish Council of Higher Education and Turkish Student Selection and Placement Centre. Departments have only a considerable control on input variables. In addition, for the inefficient DMUs source of inefficiency must be addressed. For these reasons, we chose input oriented DEA models in our study to evaluate the efficiencies of departments.

In this study, 18 statistics departments of public Turkish universities were taken as DMUs of the chosen DEA model. DMU number is 3 times greater than the sum of the number of inputs and outputs. In literature, the number of DMUs should be at least two or three times greater than the sum of number of inputs and outputs. It is needed to properly discriminate the efficient DMUs from inefficient DMUs as a rule of thumb.

Characteristics for inputs and outputs are given in the Table 2.

High standard deviations in non-discretionary variables and undergraduate/professors ratio are observed. Top universities accepts student with higher LYS exam results and also this will affect the KPSS exam results after university graduation. Furthermore, we believe the range of input variables will play an important role in efficiency calculations.

Table 2. Descriptive statistics for inputs and outputs

Variables	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation
X ₁	23.65	95.75	53.86	24.16
X ₂	0.60	8.75	4.43	2.21
Y ₁	31.77	46.03	38.27	3.47
Y ₂	16.26	25.52	22.02	2.38
Y ₃	5.80	16.61	9.53	3.16
Z ₁	192.96	401.29	261.42	53.58
Z ₂	52	196	126.90	43.59

4.2. Efficiency Results

All the calculations are made in R programming language Benchmarking package (Bogetoft and Otto 2011). The relative efficiencies of the departments are presented in the Table 3 below.

Table 3: Efficiency results of departments

Statistics Departments	CCR-input (ote)	BCC-input (pte)	Scale Efficiency (se)
Afyon Kocatepe University	0.2557	0.2600	0.9836
Anadolu University	1.0000	1.0000	1.0000
Ankara University	0.7389	0.7400	0.9986
Çukurova University	0.3323	0.7633	0.4354
Dokuz Eylül University	0.5220	0.5361	0.9736
Ege University	0.2864	0.5359	0.5344
Eskişehir Osmangazi University	0.5124	0.5617	0.9123
Fırat University	0.3455	0.5712	0.6048
Gazi University	0.7651	0.7656	0.9993
Hacettepe University	1.0000	1.0000	1.0000
Karadeniz Technical University	0.6035	0.9294	0.6493

Statistics Departments	CCR-input (ote)	BCC-input (pte)	Scale Efficiency (se)
Mimar Sinan Fine Arts University	0.9785	0.9856	0.9928
Muğla Sıtkı Koçman University	0.5639	0.5677	0.9933
Ondokuz Mayıs University	0.4925	0.4996	0.9856
Middle East Technical University	1.0000	1.0000	1.0000
Selçuk University	0.3196	0.3209	0.9960
Sinop University	1.0000	1.0000	1.0000
Yıldız Technical University	0.5387	0.6313	0.8533

According to the relative efficiency results; statistics departments of Anadolu, Hacettepe, Sinop and Middle East Technical Universities (METU) are technically efficient. A DMU is CCR efficient only if it is both pure technically and scale efficient. Scale efficiency values are calculated as the ratio of overall technical efficiency (ote) values to the pure technical efficiency (pte) values. Despite being pure technically inefficient, some statistics departments like Afyon Kocatepe, Selçuk, Ondokuz Mayıs, Mimar Sinan Fine Arts, MuğlaSıtkı Koçman, Gazi and Ankara are approximately scale efficient. We can infer that these DMUs perform on the optimum scale with other technically efficient DMUs. Mean overall technical efficiency of the departments is 62.53%. Scale efficiency and pure technical efficiency means are 88.4% and 70.4% respectively. It is clearly seen that the source for the inefficiency is pure technical efficiency results. An important issue is the assigning of peers to inefficient DMUs with lambda values (weights). Inefficient DMUs can take DMUs in the efficiency border as a role model to improve themselves. With the help of assigned weights and peers inefficient DMUs hypothetical input-output levels can be calculated.

4.3. Second Stage Analysis

One of the inquiries stated in the beginning of the study is to find out whether external factors affect the efficiency values or not. We adopted a Two Limited Tobit Regression Analysis because of its suitability to the special situation of efficiency values. Regression coefficients of the model and their standard deviations are given in parenthesis in Table 4.

Table 4. Tobit Regression Results

	Coefficients
Z_1	0.003* (0.001)
Z_2	-0.003** (0.002)
Test Results	
Log likelihood	-3.496
Wald Test	11.776*** (df =2)
Note: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$	

Regression coefficients are both simultaneously (wald test) and individually significant according to the Tobit Regression results in given significance levels in Table 5. We can say that higher LYS exam scores lead to higher efficiency results. Furthermore,

efficiency results tend to decrease if the department quotas will increase. A unit increase in LYS exam results will bring 0.003 unit increase in efficiency results if department quotas remain constant. Likewise, a unit increase in quotas will bring 0.003 unit decrease in efficiency results.

4.4. Efficiency Analysis for Different Type of Programs

In Figure 2, efficiency scores of two types of statistics departments in Turkey are presented as a bar graph below. As stated before, some of the statistics departments only have day time education while others have both day and night time education together. Statistical significance of efficiency differences for two types of statistics departments was tested with a Mann-Whitney U non-parametric statistical test. Our initial expectation is that we expected a significant statistical difference because of higher student numbers in departments which have both day and night time education. According to the Mann-Whitney U test, the significance value concerned to the test statistic is found 0.054. Therefore, we accept the null hypothesis of there is no statistical significant between efficiency values

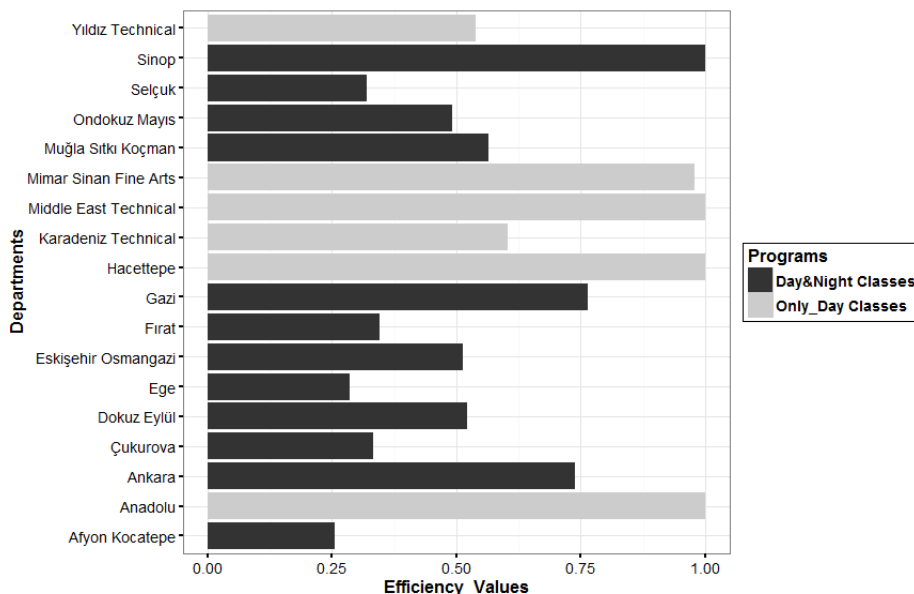


Figure 2. Efficiency Results of Different Type of Programs

among different statistics departments. Our first expectation is wrong and it is inferred that there is no significant difference in efficiency values. When registered student number to night time education for 2012 year is examined, it is seen that unfilled quotas still remain for many students in departments of Fırat, Ondokuz Mayıs, Selçuk, Sinop, Afyon, Çukurova and Muğla Sıtkı Koçman universities. This might be the reason why there is no difference between the two types of statistics departments.

5. Conclusion

In this study, we have provided a two stage efficiency analysis of Turkish statistical departments for the year 2012. We have chosen DEA as the suitable analysis to determine the relative efficiencies of statistics departments and to classify each department as efficient or inefficient. In many studies related to efficiency measurement in education, universities or faculties were selected as DMUs. For this study, 18 statistics departments are selected as DMUs of the analysis. These departments consist of two different groups according to their education programmes. Only 4 departments can be regarded as efficient according to the results after CCR input oriented model applied in “R Benchmarking” package. Related external factors which may affect the efficiency results of departments have been set and investigated. Both mentioned factors have affected the efficiency values according to the Tobit regression model. Finally, we implemented a Mann-Whitney U non-parametric statistical test to examine if there is a difference in efficiency values between the two types of departments. However, there is no significant difference between two groups of statistical departments contrary to the expected result. The reason of this may be the unfilled quotas in some departments' night education programmes.

The limitation of the study is the difficulty in the gathering of data. The case is very special so we take advantage of another study as a data source. Moreover, there are also disadvantages of DEA technique. DEA results can be easily affected by outliers in the data and random errors cannot be allowed in DEA. We could only deal with the

educational efficiencies of departments in this study. Academic inputs and outputs can also be added to the present study or can be a subject for another study.

Acknowledgements

This study is produced from the thesis for the degree of Msc in Graduate School of Sciences, Anadolu University Turkey. The author's thesis was defended and accepted in 16.07.2013, and the author is titled with Msc degree in Anadolu University Turkey.

References

- Doucouliagos C, Abbott M, (2003) The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. *Economics of Education Review*. 22:89-97.
- Charnes A, Banker RD, Cooper WW (1984) Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 30(9):1078-1092.
- Barros CP, Leach S (2006) Performance Evaluation of the English Premier Football League with Data Envelopment Analysis. *Applied Economics*. 38:1449-1458.
- Otto L, Bogetoft P (2011) *Benchmarking with DEA, SFA and R*. Springer.
- Charnes A, Rhodes E, Cooper WW (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444.
- Seiford LM, Cook WD, Cooper WW (2009). Data Envelopment Analysis (DEA) - Thirty Years on. *European Journal of Operation Research*. 192:1-17.
- Seiford LM, Tone K (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive text with Models, Applications, References and DEA- Solver Software*. Kluwer Academic Publishers.
- Suner A, Çelikoğlu CC (2013). Türkiye'deki İstatistik Bölümlerine İlişkin İstatistikler. n'den N'ye Gezinti İstatistik Dergisi, 38-45.
- Farrell M (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistician Society*. 120(3): 253-290.
- Sezen B, Gök MŞ (2011). Analyzing the Efficiencies of Hospitals in Turkey: An Application of DEA. *Journal of Global Strategic Management*. 5(2): 137-146.
- Johnes J (2006). Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, 25, 273-288.
- Kağnıcıoğlu HC, İcan Ö. (2011). Measuring Relative Efficiencies of Turkish Universities in 2007: A DEA Case Study in R. *Anadolu University Journal of Social Sciences*. 11(1): 13-26.

- Kempkes, G., & Pohl, C. (2010). The efficiency of German universities- some evidence from non-parametric and parametric methods. *Applied Economics*, 42, 2063-2079.
- Kıranoğlu ME (2005). Measuring Secondary School Education Efficiencies of Turkish Provinces: An Application of Data Envelopment Analysis. T.C.Marmara University Institute For Graduate Studies In Pure And Applied Siences : Thesis For The Degree Of Master Of Science In Industrial Engineering Programme.
- Gulati R, Kumar S (2008). An Examination of Technical, Pure Technical, and Scale Efficiencies in Indian Public Sector Banks using Data Envelopment Analysis. *Eurasian Journal of Business and Economics*, 1(2): 33-69.
- McDonald J (2009). Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*. 197: 792-798.
- Ramanathan R (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis*. Sage Publications.
- Selim S, Bursalioglu SA (2013). Analysis of the Determinants of Universities Efficiency in Turkey:Application of the Data Envelopment Analysis and Panel Tobit Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 895-900.
- Wöber KW (2007). Data Envelopment Analysis. *Journal of Travel & Tourism Marketing*. 21(4): 91-108.



Available online at www.alphanumericjournal.com

alphanumeric journal

The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems



Volume 3, Issue 1, 2015

2015.03.01.OR.04

PROCESS CAPABILITY AND PRICE EVALUATION CHART FOR A PHARMACEUTICAL COMPANY

Sündüz DAĞ*

Nihan KABADAYI†

Department of Production, School Business, Istanbul University, İstanbul

Received: 24 April 2015

Accepted: 29 June 2015

Abstract

Supplier selection is a critical decision process in a company. Since, gaining a competitive advantage is a great challenge in today's economy; firms need a well-managed supply chain to compete in these circumstances. Supply chain is an integrated system in which individual companies perform interdependent activities. Therefore, the success of a supply chain is highly dependent on establishing a longer-term working relationship among members of the supply chain community. Supplier selection process is a multi-criteria problem which includes different attributes such as quality, delivery, price, supply variety, distance etc. In our study, we consider two major criteria price and quality together with using incapability index Cpp and price advantage chart in order to evaluate supplier performance. In this paper a case study of the pharmaceutical industry is illustrated. The results obtained in this study show that capability and price advantage chart is useful to the practitioners in choosing the best supplier.

Keywords: Supplier Selection, Incapability Index, Capability And Price Advantage Chart, Quality

Jel Code: M10, M11, M19

* skumpas@istanbul.edu.tr (Corresponding author)

† nihank@istanbul.edu.tr

BİR İLAÇ FİRMASI İÇİN SÜREÇ YETENEK ANALİZİ VE FİYAT DEĞERLENDİRME GRAFİĞİ

Özet

Tedarikçi seçimi, firmalardaki kritik karar verme süreçlerinden biridir. Günümüzün ekonomik şartlarında rekabet avantajı elde etmek firmalar için oldukça zorlu bir süreç olduğundan, firmaların bu şartlarda başarılı olabilmeleri için iyi yönetilmiş bir tedarik zincirine ihtiyaçları vardır. Tedarik zinciri, içerisinde birden fazla bağımsız firmanın birbirinden bağımsız birçok aktiviteyi gerçekleştirdiği bütünlüklü bir yapıdır. Bu nedenle, bir tedarik zincirinin başarılı bir şekilde yönetilmesi tedarik zincirini oluşturan firmalar arasında uzun süreli ve başarılı bir ilişki kurulması ile doğrudan ilişkilidir. Tedarikçi seçim süreci kalite, teslimat, fiyat, ürün çeşitliliği, uzaklık vb. birbirinden farklı birçok kriteri içeren çok kriterli bir karar verme problemidir. Bu çalışmada, tedarikçi performanslarını değerlendirmek için, süreç yetenek indeksi Cpp ve fiyat avantaj grafiği kullanılarak en temel iki kriter olan fiyat ve kalite kriterleri ele alınmıştır. Çalışmanın uygulama bölümünde geliştirilmiş olan model bir ilaç firmasının tedarikçi seçim sürecinde uygulanmıştır. Uygulamada elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, süreç yetenek analizi ve fiyat değerlendirme grafiği karar vericiler tarafından tedarikçi seçim süreçlerinde kullanılabilecek basit ve etkili bir araçtır..

Anahtar Kelimeler : Tedarikçi Seçimi, Süreç Yetenek İndeksi, Süreç Yetenek Analizi Ve Fiyat Avantaj Grafiği, Kalite
Jel Kodu : M10, M11, M19

1. INTRODUCTION

In today's competitive environment firms need to focus on their supply chain's success. The success of a supply chain is highly dependent on selection of good suppliers. Since suppliers can have a very positive or a very adverse impact on the overall performance of the organization, supplier selection is one of the key strategic decision processes in a supply chain (Ramanathan, 2007). Supplier assessment is gradually switching from traditional price comparison and selecting lowest price, to diversified and multi-direction consideration (Che and Wang, 2008). Supplier selection process is a multi-criteria problem, which includes different attributes such as quality, delivery, price, supply variety, distance etc. Although considering all attributes can give comprehensive result, it is challenging and noteworthy time and money consuming, further some intangible aspects cannot be clearly evaluated. This study considers two important attributes quality and price, which are base and essential factors for customer satisfaction.

One of the overriding concerns of all organizations today is quality. In the competitive marketplace, no company dares to fall behind in providing quality to

fall behind in providing quality to its customers, consumers, or end users. Much of the focus in supply chain management is ensuring product quality that meets customer requirements (Bowersox et al., 2002). It has been estimated that for the average American manufacturer, the cost of poor quality ranges from 10 to 30 percent of sales, an astounding and too often accepted cost leak (Juran and Blacklick, 1998). Additionally to this, price is the considerably important for gain a competitive advantage in the market. Consumers prefer to buy high-quality products from affordable price. The raw material cost can affect product price directly. Therefore companies should prefer suppliers who give lowest cost in order to keep their market shares in competitive environment. Hence, price and quality are fundamental factors in the supplier selection process. To achieve an effective supplier selection this two essential factors should be evaluated in an integrated manner.

There is a need for a convenient method for to evaluate suppliers' process capability and quoted price simultaneously. In our study, we consider two major criteria price and quality together with using incapability index C_{pp} and price advantage chart in order to evaluate supplier performance. The

incapability index C_{pp} and price index I_p are briefly discussed in Section 2. Capability and price analysis chart is considered in Section 3. A case study of the pharmaceutical industry is illustrated in Section 4. Finally, conclusion of the study is presented in Section 5.

2. INCAPABILITY AND PRICE INDEX

The process capability indices are used to evaluate whether the process ability meets the given specification limits or not. These indices provide an easily understood qualification of a process performance. There are several statistics that can be used to measure the capability of a process: C_p , C_{pk} , C_{pm} and C_{pp} . Process Capability index, C_p denotes the ability of a process to meet the specification limits. The disadvantage of the C_p is that it does not consider whether the process is centered within its limits, which causes in a process with both a low C_p value and undesired rejects. In order to avoid from unwanted results of the inadequate information of the previous process capability index, C_{pk} index is developed which measures process variation and the location of process mean simultaneously (Kahraman and Kaya, 2009).

The process capability index C_{pm} is used to assess the ability of a process to be clustered around a target. In literature the process capability index has been studied extensively for solving supplier selection problem. Firstly, Chan et al. (1988) proposed an index, which is called as C_{pm} . C_{pm} is more sensitive to process loss than C_p and C_{pk} . C_{pm} take in to account the departure of the process mean from the nominal value (Greenwich and Schaffrath, 1995). Huang and Lee (1995) developed a mathematical complicated model based on the incapability C_{pm} for supplier selection problem. Also they showed their model on an application. Pearn et al. (2007) implemented Huang and Lee's (1995) model and improved a two-phase procedure for supplier selection decisions. Also, they applied this procedure on the super twisted nematic liquid crystal display manufacturing process.

Process incapability index, C_{pp} , was proposed by Greenwich and Schaffrath (1995). The index C_{pp} is a simple transformation of C_{pm} , a general form of the

capability index C_{pm} is considered by Chan et al., which provides an uncontaminated separation between information concerning the process precision and the process accuracy. Chen et al. (2005) used process incapability index C_{pp} to obtain the score index R_i and applied it to assess contract manufacturer quality performance. They showed that process capability index C_{pp} is easy to apply and contains additional information than other process indices such as process inaccuracy and process impression. Chen et al. (2005) evaluated supplier performance using C_{pp} index and price index. They drew a graph, which is named as supplier's capability and price analysis chart (SPAC) to show difference between the expected price and the supplier's quoted price. Also, their study provides an opportunity to consider quality and price simultaneously. Linn et al. (2006) developed an easy tool, namely, capability index and price comparison chart (CPC) to evaluate the price and quality in an integrated manner when selecting appropriate supplier. This approach uses the process capability index C_{pk} to assess the quality performance of the suppliers. Hui-ming (2007) provided a supplier capability and price advantage chart (SCPIC) to determine the process quality performance of each supplier in terms of supplier locations and adequate price level. They used SCPIC chart to evaluate the candidate suppliers of an electronic company. The application results showed that SCPIC is an effective and simple tool, which measures the quality performance and the price level of the supplier simultaneously. Chen et al. (2008) generated a PCAC/ C_{pm} (product capability analysis chart) to evaluate the process capability for a multi-process product in terms of indices C_{pu} , C_{pl} and C_{pm} for smaller-the-better, larger-the-better and nominal-the-best specifications, respectively. This chart helps to identify unsatisfactory process capability in a multi-process system to take an action to improve the integrated process capability of a multi-process product.

Wu et al. (2009) carried out extensive literature study. They investigated behavior of the actual process yield in terms of the number of non-conformities. They compared the process capability indices based on the different criteria. Additionally,

the recent developments were discussed about capability indices in the study. Chen et al. (2015) presented a process improvement capability index C_{PIM} to evaluate supplier selection process. Also, a mathematical model proposed how the confidence intervals of index C_{PIM} can be used to measure process improvement capability of suppliers.

In this study, we use C_{pp} index to assess the performance of the candidate suppliers.

C_{pp} index is defined as follows,

$$C_{pp} = \frac{1}{C_{pm}} = \left(\frac{\mu - T}{D} \right)^2 + \left(\frac{\sigma}{D} \right)^2 \quad (1)$$

Where T presents the target value, $d = (USL - LSL)/2$, $D = d/3$; USL is upper specification limit and LSL is lower specification limit, μ denotes process mean, σ represents the standard deviation (Pearn and Lin, 2001).

C_{pp} is composed of C_{ia} and C_{ip} ($C_{pp} = C_{ia} + C_{ip}$). While, the inaccuracy index C_{ia} indicates the departure of process mean from the target, the imprecision index C_{ip} shows the extent of process variation. $C_{ia} = \delta^2$ and $C_{ip} = 9\gamma^2$. The parameter δ can be used to detect the process mean deviation from the target value ($\delta = (\mu - T)/d$) and γ can be used to determine the size of the process standard deviation ($\gamma = \frac{\sigma}{D}$). From this C_{pp} can be rewritten as $C_{pp} = 9(\delta^2 + \gamma^2)$ (Chen and Chen, 2006)

The other two common indices are C_{pu} and C_{pl} , which are used to measure the unilateral tolerances covering smaller-the-better and larger-the-better process capabilities. C_{pu} and C_{pl} are defined as follows:

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}, C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad (2)$$

Price index is a helpful tool for managers about supplier selection decisions. It can be calculated for each supplier with using the component price data obtained from suppliers. The price index I_p is defined as follows (Chen et al., 2005),

$$I_p = (p - p_0 / p_0) \quad (3)$$

3. CAPABILITY AND PRICE ADVANTAGE CHART

DEA To establish a CPAC, C_{pp} , C_{pu} , C_{pl} and price index values are used. Capability indices, C_{pu} and C_{pl} , represent the X and Y coordinates successively, C_{pp} defines the capability regions on the chart. Hence,

$$\delta = (y - x) / (x + y) \text{ and } \gamma = 2 / 3(x + y) .$$

The C_{pp} index can be rewritten as,

$$C_{pp} = \left(\frac{4}{(x + y)^2} \right) + 9 \left(\frac{y - x}{x + y} \right)^2 \quad (4)$$

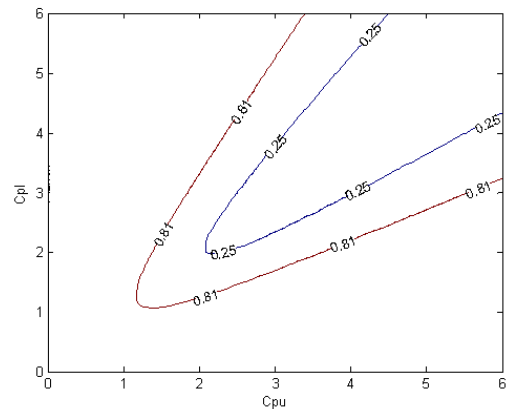


Figure 1. Initial Capability and Price Advantage Chart

The initial CPAC can be seen in Figure 1, this figure is obtained by drawing contour plot of C_{pp} . The super capability zone can be derived by converting $C_{pk} \geq 2.00$ to $C_{pp} \leq 0.25$; congruently, the Motorola requirements can be written by converting the index in $C_{pk} \geq 1.5$ at index $C_p \geq 2.00$ to $C_{pp} \leq 0.81$. These transformations were clearly explained in Chen et al. 2005.

In this study, Motorola requirements are followed for determining the process performance standard. If suppliers' process capability outside of the $C_{pp} = 0.81$ region, process is considered as non-capable, if the data of process capability is inside the $C_{pp} = 0.81$, process is identified as capable. The Motorola process capability requirements are satisfied by the respective

supplier if the obtained process capability data is in the $C_{pp} = 0.81$ but not in the $C_{pp} = 0.25$ region. If the capability data is in the $C_{pp} = 0.25$ region, the process is super capable (Chen et al., 2005).

Table 1. The six Capability Zone

Index value	Quality Condition
$C_{pk} < 1.00$	Inadequate
$1.00 \leq C_{pk} < 1.33$	Capable
$1.33 \leq C_{pk} < 1.50$	Satisfactory
$1.50 \leq C_{pk} < 2.00$	Excellent
$1.50 \leq C_{pk}, C_p \geq 2.00$	Motorola
$2.00 \leq C_{pk}$	Super

Depending on the capability index value, process can be classified into six different categories as shown in Table-1.

A process is called "inadequate" if $C_{pk} < 1.00$; it indicates that the process is not adequate with respect to the given manufacturing specifications. A process is called "capable" if $1.00 \leq C_{pk} < 1.33$; it indicates that caution needs to be taken regarding process distribution. A process is called "satisfactory" if $1.33 \leq C_{pk} < 1.50$; it indicates that process quality is satisfactory. A process is called "excellent" if $1.50 \leq C_{pk} < 2.00$. A process satisfies Motorola's requirement if $C_{pk} \geq 1.50$ and; $C_p \geq 2.00$. Finally, a process is called "super" if $C_{pk} \geq 2.00$ (Pearn and Chen, 1997).

Normally, the true values of μ and σ are unknown. These values are calculated from collected data. But, sampling error can occur and cause incorrect decisions. Confidence interval approach is used to prevent incorrect decisions. The confidence interval is used as %95 percent in this study.

Confidence interval for δ can be established as,

$$\left[\delta - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} x \frac{\gamma}{n}, \delta + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} x \frac{\gamma}{n} \right] \quad (5)$$

Confidence interval for γ can be constructed as,

$$\left[(n-1)\gamma^2 / X^2_{\alpha/2, n-1} \right]^{1/2}, \left[(n-1)\gamma^2 / X^2_{1-\alpha/2, n-1} \right]^{1/2} \quad (6)$$

Confidence intervals calculated from the formulas for upper and lower limits being represented as $[L_\delta, U_\delta], [L_\gamma, U_\gamma]$.

Convert the price index values into symbols either '+' or '-' or '*' as their superscripts. '+' means that the price is quoted by the suppliers is more than expected value. Furthermore, '-' indicates that quoted price is lower than expected price. Finally, '*' denotes that quoted price and expected price are equal.

4. NUMERICAL EXAMPLE

This application illustrates that how the supplier selection procedure can be performed to the data taken from a pharmaceutical company. The company purchases 100 ml bottles from suppliers. These bottles are used for two types of syrup. Height of bottles is important quality specification for the quality department. Specified target value for the bottle height is 10.5 cm and tolerance is ± 1.5 cm; that is the upper specification limit is 12 cm lower specification limit is 9 cm.

There are five suppliers from whom 50 random samples are taken. Based on the collected sample, mean and standard deviation are calculated for every supplier and using these values δ, γ and C_{pp} index can be computed. Hereafter, confidence interval of δ and γ and price index are calculated to construct the graph (CPAC).

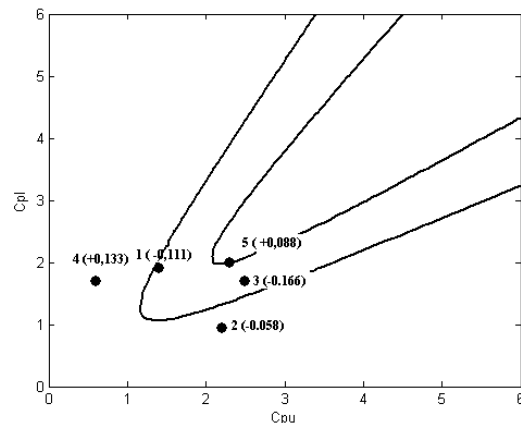


Figure 2. Capability and Price Advantage Chart for Five Suppliers

Sample statistics for each supplier are showed in Table2, and Figure 2 denotes the location of each supplier on the CPAC.

meaning that the products of suppliers 1 and 3 are suitable in terms of the price. In a conclusion, Supplier 3 is the best choice in terms of quality and price.

Table 1. Sample Statistics

	Supplier 1	Supplier 2	Supplier 3	Supplier 4	Supplier 5
X	10.3	11.1	10.8	9.8	10.7
S	0.30	0.32	0.24	0.43	0.23
C_{pp}	0.72	1.84	0.59	2.69	0.25
C_{pi}	1.9	0.94	1.7	1.7	2
C_{pu}	1.4	2.2	2.5	0.6	2.3
δ	-0.13	0.4	0.2	-0.5	0.07
(L_{δ}, U_{δ})	(-0.19, -0.07)	(0.34, 0.46)	(0.15, 0.25)	(-0.58, -0.42)	(0.03, 0.11)
γ	0.20	0.21	0.16	0.29	0.15
(L_{γ}, U_{γ})	(0.16, 0.25)	(0.17, 0.26)	(0.13, 0.19)	(0.24, 0.36)	(0.12, 0.18)
Price index	-0.111	-0.058	-0.166	0.133	0.088

5. CONCLUSION

The capability point of suppliers 2 and 4 are located in the non-capability region. Their incapability indexes are 0.81, which means the process capabilities of 2 and 4 don't satisfy the company's quality requirements. Therefore supplier 2 and 4 are named as non-capable and eliminated.

The capability point of supplier 5 is located on the $C_{pp} = 0.25$ contour plot. Supplier 5 has an acceptable C_{pp} value, but unacceptable price index. Since, price index value is $I_p > 0$. Consequently, these suppliers are not preferred for the company.

The capability point of supplier 1 and 3 are located in the $C_{pp} = 0.81$ contour region. Incapability index is 0.72 for supplier 1 and 0.59 for supplier 3. This means that process comply with the requirement of Motorola. These two suppliers satisfy buyer demands for quality. The price index of suppliers 1 and 3 is < 0 , their values are -0.111 and -0.166 respectively,

Supplier selection is one of the company's most critical decision processes therefore, it should be carefully and systematically considered by decision makers. Supplier selection problem has been studied in the literature for years. Various techniques, criteria and factors are developed in order to evaluate suppliers effectively. This study considers supplier selection process as a multi-criteria problem and discusses two important attributes, quality and price, which are base and essential factors for customer satisfaction. We proposed a model with using incapability index C_{pp} and price advantage index I_p and presented an actual case study in a pharmaceutical company. In addition to this, process capability index and price advantage chart (CPAC) is developed, based on the C_{pp} index and price index I_p , to display the process quality performance of each supplier. Using this chart, we evaluated five candidate suppliers and selected adequate one in terms of the process

capability and price index. Consequently, this model presents a simple but efficient and effective selection process. Adding new supplier attributes such as delivery time, productivity, can extend this study.

References

- Bowersox, D. J., Closs, D. J. & Cooper, B. M. (2002). *Supply Chain Logistics Management*, McGraw-Hill, New York.
- Chan, L.K., Chen, S.W. & Spring, F.A. (1988). A new measure of process capability: Cpm, *Journal of Quality Technology*, Vol. 20, 162-175.
- Che, Z.H. & Wang, H.S. (2008) Supplier selection and supply quantity allocation of common and non-common parts with multiple criteria under multiple products, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 55, 110–133.
- Chen K. S., Huang M. L. & Hung Y. H. (2008). Process capability analysis chart with the application of Cpm”, *International Journal of Production Research*, Vol. 46, 4483-4499.
- Chen, K. S., Chen, K. L. & Li, R. K. (2005). Contract manufacturer selection by using the process incapability index Cpp, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 26, 686-692.
- Chen, K.L., Chen, K.S. & Li, R.K. (2005). Suppliers capability and price analysis chart, *International Journal of Production Economics*, Vol. 98, 315-327.
- Chen, K.S. a& Chen, K.L. (2006). Supplier selection by testing the process incapability index, *International Journal of Production Research*, Vol.44, 589-600.
- Gonzalez, Marvin E., Quesada, G. & Mora Monge Carlo A. (2004). Determining the importance of the supplier selection process in manufacturing: a case study, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.34, 492-504.
- Greenwich, M. & Jahr-Schaffrath, B. (1995). A process incapability index, *International Journal of Quality& Reliability Management*, Vol.12, 58-71.
- Huang, D. Y. & Lee, R. F. (1995). Selecting the largest capability index from several quality control processes, *Journal of Statistical Planning and Inference*, Vol. 46, pp. 335–346.
- Hui-ming, Z. (2007 September). Supplier selection using process capability and price information chart, In *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2007, WiCom 2007, International Conference on IEEE*, 4855-4858.
- Juran, Joseph M. & Blalick, OH. (1998). *Quality in supplier selections*, McGraw-Hill Professional, USA.
- Kahraman, C. & Kaya, İ. (2009). Fuzzy process capability indices for quality control of irrigation water, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, Vol. 23, 451-462.
- Linn R.J., Tsung F. & Ellis L.W.C. (2006). Supplier Selection Based on Process Capability and Price Analysis, *Quality Engineering*, Vol. 18, 123-129.
- Pearn, W.L. & Chen, K.S. (1997). Multiprocess performance analysis: a case study, *Quality Engineering*, Vol. 1, 1-8.
- Pearn, W.L. & Lin, G.H. (2001). On the reliability of the estimated incapability index, *Quality and Reliability Engineering International*, Vol. 17, 279-290.
- Ramanathan, R. (2007). Supplier selection problem: integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP, *Supply Chain Management: an International Journal*, Vol. 12, 258-261.



2015.03.01.STAT.02

A SOLUTION TO RATIONAL DECISION MAKING VIA COMPOSITIONAL DATA ANALYSIS: A CASE STUDY USING STUDENTS CELLULAR PHONE TENDENCIES

Şenay LEZKİ*

Sinan AYDIN†

Fikret ER‡

*Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Anadolu University, Eskişehir
Open Education Faculty, Anadolu University, Eskişehir*

Received: 17 March 2015

Accepted: 29 June 2015

Abstract

Decisions can be simple or complex depending on the alternatives available to the decision maker, and also, to the different state of the worlds. In classical decision theory, a pay-off table is analyzed in order to make an optimal decision. Here, the decision process involves the definition of different alternatives and state of the worlds, cost or profit calculations of the pay-off table, and probability values, if any, related to state of the worlds. In decision problems, sometimes, it may be necessary to involve emotional attachments in order to create pay-off table. In this setting, rather than using the usual cost or profit values, some satisfaction values can be assigned to the criteria and the rationality of different alternatives can be investigated. In this study, the rationality approach to decision pay-off matrix is demonstrated using a real life example regarding a cellular phone purchase. Furthermore, a compositional data analysis approach is also suggested, and the contributions of the compositional data analysis to decision theory are given.

Keywords: Decision Theory, Rationality, Compositional Data, Cell Phone, Principal Components Analysis, Biplot

Jel Code: C44, C10

* slezki@anadolu.edu.tr

† snaydin@anadolu.edu.tr

‡ fer@anadolu.edu.tr (Corresponding author)

RASYONEL KARAR VERME PROBLEMİ İÇİN COMPOSITIONAL VERİ ANALİZİ YAKLAŞIMI: ÖĞRENCİ TELEFON TERCİHLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Özet

Karar vericinin içinde bulunduğu doğal durumlar ve karar seçeneklerine bağlı olarak, Kararlar basit veya karmaşık olabilir. Klasik karar teorisinde en iyi kararın verilmesi için sonuç matrisi analiz edilir. Bu analizde karar süreci, farklı karar seçeneklerinin belirlenmesi, doğal durumların tespiti, beklenen kar veya zarar değerlerinin hesaplanması ile sonuç matrisinin hesaplanması, ve var ise doğal durumlara ilişkin olasılık değerlerinin tespitini içerir. Sonuç matrisi oluşturulurken kimi karar verme süreçlerinde karar verici duygusal yargılarını da sürece eklemek isteyebilir. Böyle bir durumda, sıradan kar-zarar hesabı yerine, kriterlere bazı memnuniyet değerleri ataması yapılarak, farklı karar seçeneklerinin rasyonel olup olmadıkları araştırılabilir. Bu çalışmada, karar sonuç matrisi için rasyonellik yaklaşımı, cep telefonu alımı örneği üzerinden gösterilmiştir. Ek olarak, çözüm için Compositional (bütüne tamamlayan) veri analizi yaklaşımı da önerilerek, Compositional veri analizinin karar teorisine katkıları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Karar teorisi, Rasyonellik, Compositional (bütüne tamamlayan) veri, Cep Telefonu, Asal Bileşenler Analizi, Bi-Plot.
Jel Kodu : C44, C10

1. INTRODUCTION

Decision theory in business and statistics is usually concerned with identifying the values, uncertainties and other issues relevant in a given decision and the resulting optimal decision [1]. Decision analysis provides structure and guidance for thinking systematically about hard decisions. With decision analysis, a decision maker can take action with confidence gained through a clear understanding of the problem. Along with a conceptual framework for thinking about hard problems, decision analysis provides analytical tools that can make the required hard thinking easier. Although every decision may have its own special problems, there are four basic sources of difficulty. First, a decision can be hard simply because of its complexity. Second, a decision can be difficult because of the inherent uncertainty in the situation. Third, a decision maker may be interested in working toward multiple objectives, but progress in one direction may impede progress in others. Fourth, and finally, a problem may be difficult if different perspectives lead to different conclusions [2]. Modern decision theory has developed since the

middle of the 20th century through contributions from several academic disciplines. Although it is now clearly an academic subject of its own right, decision theory is typically pursued by researchers who identify themselves as economists, statisticians, psychologists, political and social scientists or philosophers [3].

A good decision is the one that gives the best outcome, but one can make a good decision but still have an unlucky outcome. On the other hand one may prefer to have lucky outcomes rather than make good decisions. Figure 1. shows a flowchart for the decision analysis process [2]. A careful decision maker may cycle through the process shown in Figure 1. several times as the analysis is refined. Emotional attachments also may play a role in decision making. Such decisions can be real and can have serious consequences for the organization or the decision maker. They can lead to poor decisions due to biases and lack of objectivity. The negatives of emotional decisions will be minimized if the decision maker, firstly, becomes aware of biases and makes allowances for them and, secondly, seeks out independent opinions – ask the opinion of some person who has no vested interest in the decision [4].

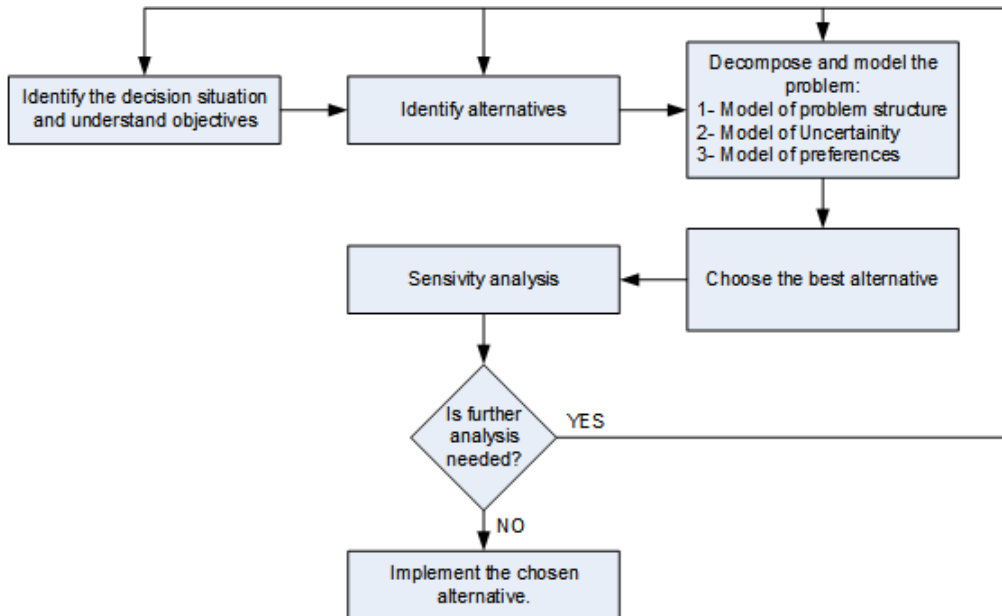


Figure 1. A decision analysis process flowchart

In this study, a daily life decision regarding a cellular phone purchase is investigated for university students. The decision problem is investigated via two different techniques in this context. First, the decision problem is considered as a classical decision problem, but once the structure of the problem is laid out, it is seen that the data matrix is not the usual pay-off table used in the classical decision theory. For this purpose, the decision matrix is specially designed to be solved by the rationality approach to the decision theory. This new setting of the decision problem allowed the author to further investigate the data set using robust principal components analysis for compositional data. Therefore in the second part of the investigation, some further results obtained from the output of robust principal components analysis are shown. The second section of the study is a review of the materials and methods, and also, the definition of the data matrix obtained from the university students is given.

2. Materials and Methods

In this section, the materials and methods used in this study are shortly reviewed. Before the review of

the techniques, the data set used in the analysis is described in detail.

2.1. Data Set

The main aim of this study is to show the relationship between rational decision making and create a solution using correspondence analysis. Therefore, rather than using a big population the study is restricted to a small population and a small sample size. For this purpose, the population of the study is defined to be the students in Faculty of Economics and Administrative Sciences, Anadolu University, Turkey. In order to obtain the sample size the following well known equation is used:

$$n = p(1-p)\left(\frac{z}{E}\right)^2 \quad (1)$$

Since there are not any previous studies on the subject, p value is taken as 0.50 and the margin of error is assigned as 0.15. If the level of confidence to be used in the study is defined as 95%, then the sample size equation yields a value equal to:

$$n = 0.50(1-0.50)\left(\frac{1.96}{0.15}\right)^2 = 42.68 \quad (2)$$

Therefore, in order to get the projected values, the minimum sample size proposed from the equation is 43. In this study, 50 university students are chosen randomly from Department of Business, Anadolu University. First, all the students are asked “if they needed to buy a new cellular phone, what characteristics of the phone they would be interested in”. Six major characteristics are chosen by students and these are Wi-fi, 3G, Video Calling, MP3/Radio, Touch Screen and Price. The other characteristics given by students are color, sound quality, technical support, and robustness of the phone material. The students, then, are asked to weight their preferences among the characteristics from an interval of 1 to 6, where 1 being least preferred and 6 most preferred. For each phone characteristic, the arithmetic mean of the preference scores of students is calculated and assigned as the weights to be used in this investigation. The weights are Wi-Fi = 4.03 , 3G = 3.60, Camera = 3.92, MP3/Radio = 3.64, Touch Screen = 4.65, Price = 5.16. At this stage of the investigation, the students are provided with computers with Internet connection and asked to browse the internet for different phone companies and their products. The purpose of the students is to find the different phones offered by the companies and weight the performance (from 1 up to 6 again) of the companies in terms of the characteristics they would prefer in a new phone. Consequently, if a telephone company produces a number of products with MP3/radio characteristic, then the firm will receive a score of 6. The students are left for browsing for 2 hours. Table 1. shows the phone companies chosen by students and their average grades for the six characteristics given above. Note that the company names are the trademarks of the respective companies and to avoid any copyright infringement, the names of the companies are not given in this study but presented by numbers.

Table 1. Grades and weights of different phone companies

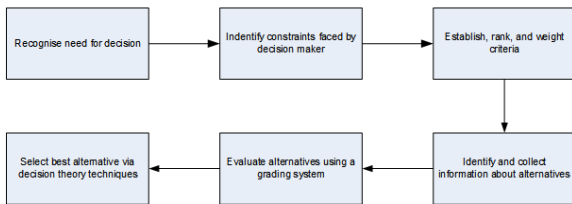
Weights	4.03	3.60	3.92	3.64	4.65	5.16
Criteria Phone Company	WI-FI	3G	CAMERA	MP3/RADIO	TOUCH SCREEN	PRICE
1.	4	4	1	2	2	2
2.	5	3	2	2	2	2
3.	4	4	1	3	3	3
4.	1	1	1	4	2	2
5.	2	2	1	4	1	4
6.	1	1	1	4	1	2
7.	1	1	1	4	1	3
8.	2	2	2	4	2	3
9.	1	1	1	5	1	4
10.	1	1	1	5	1	4
11.	1	1	1	5	1	4
12.	1	1	1	5	2	4
13.	2	1	2	5	2	3
14.	1	1	1	5	1	4
15.	4	4	4	5	2	3
16.	3	4	4	5	4	4
17.	5	5	4	5	3	6
18.	1	1	1	5	1	4
19.	4	5	5	5	5	3
20.	3	1	1	5	2	4
21.	2	1	1	5	4	4
22.	5	5	1	6	6	2
23.	5	1	1	6	2	3
24.	2	5	5	6	1	4

It can easily be seen from Table 1. that this data set is not usual pay-off table used in classical decision theory. In order to analyses this data set, the technique to be used is the rationality approach to the decision theory. The details of the rationality in decision theory are given in the following subsection. Also, once the

rationality matrix is designed, a further statistical technique can be applied to the data set, namely, robust principal components analysis.

The concept of rationality has an action-guiding dimension. In its most basic sense, the concept of rationality applies to resolutions of decision problems. Some ways of resolving decision problems may be rational. Others not. In some cases, there may be more than one rational resolution. And nor, at this stage, should we rule out the possibility that in some circumstances there may not be any [5]. Physical sciences provide an alternative approach to decision making which is readily adaptable to business decisions. The rational approach to decision making is shown in Figure 2. Once the need for making a decision has been recognized, the firm has to identify its constraints and establish criteria [4].

Figure 2. The rational approach to decision making.



Criteria and alternatives used in the analysis should be carefully selected in order to avoid a bias on the results. Once a decision maker decides on necessary criteria, the next step is to rank and weight the criteria according to their relative importance. The number of criteria defines the scale to be used for the weighting scheme, if there are k different criteria available for the decision maker, then the weights should be given to each criterion from a scale of 1 up to k , where the small values represent smaller importance and the higher values or values closer the k show higher importance to the criteria. The next step is to identify and collect information about alternatives and then evaluate each one of them via a grading system subject to all criteria and their weights. In the last step, the weights and the grades of each alternative are multiplied to give a total score for the pair (of alternative, criteria). Then for each alternative, the row sums are calculated to get the highest score so as to represent the best alternative of the decision

problem. In Table 2., the rational approach to pay-off table is shown.

Table 2. Pay-off table for rational approach to decision problem.

Weights	w_1	w_2	...	w_k	
Criteria	Criteria 1	Criteria 2	...	Criteria k	TOTAL
Alternatives					
Alternative 1	Grade ₁₁ ; Grade ₁₁ $\times w_1$	Grade ₁₂ ; Grade ₁₂ $\times w_2$...	Grade _{1k} ; Grade _{1k} $\times w_k$	Row Sum 1
....
....
Alternative m	Grade _{m1} ; Grade _{m1} $\times w_1$	Grade _{m2} ; Grade _{m2} $\times w_2$...	Grade _{mk} ; Grade _{mk} $\times w_k$	Row Sum m

Once the pay-off table is constructed for the decision problem, then the decision maker selects the alternative as the best alternative with the highest row sum total. In each row, the total represents the alternative in a whole.

2.2. Compositional Data Analysis

Compositional data are vectors of proportions describing the relative contributions of each of k categories to the whole. Compositional data occur frequently in official statistics (tax components in tax data, income components, wage components, expenditures, etc.), in environmental and technical sciences, and in many other fields. An observation $x = (x_1, \dots, x_D)^t$ is by definition a D -part composition if, and only if, all its components are strictly positive real numbers, and if all the relevant information is contained in the ratios between them [6]. As a consequence of this formal definition $(x_1, \dots, x_D)^t$ and its $c > 0$ multiple $(cx_1, \dots, cx_D)^t$ contain essentially the same information. One can thus define the simplex, which is the sample space of D -part compositions, as

$$x = (x_1, \dots, x_D)^t, \quad x_i > 0, \quad i = 1, \dots, D, \quad \sum_{i=1}^D x_i = \tau \quad (3)$$

the constant τ represents the sum of the parts.

The application of standard statistical methods such as correlation analysis, principal component analysis or factor analysis directly to compositional data can thus lead to meaningless results [7-9]. This is

also the case for imputation methods. Thus, this type of data needs to be transformed first with an appropriate transformation before any statistical analysis can be applied.

Filzmoser [9] introduce the idea of multivariate methods such as (robust) factor analysis, (robust) principal components to be used for analysis and procedures for outlier detection in compositional data. For compositional data, a special transformation is needed prior to applying multivariate data analysis tools. If this is not done, the correlation structure can be completely biased and results become useless. If robust multivariate techniques like principal component analysis (PCA) are used, the transformed data need to have full rank, and thus a transformation like the centered logratio transformation cannot be used. Principal component analysis (PCA) is one of the most important multivariate statistical methods. It is widely applied for data pre-processing and dimension reduction, and the resulting PCs are then used for plotting or for subsequent multivariate analyses [10]. Filzmoser [9] shows how Principal component analysis for compositional data is analysed. Once a principal components analyses of a data set is obtained, then it is not too difficult to show graphical form of the results via Bi-Plot [11].

In this study, the compositional data analysis connection is obtained through each row total. Remember that the data set used in this study is designed as a pay-off table in which the pay-off table is a row sum number representing the alternative as a whole. It can be clearly seen from this that each alternative in the study is a D-part composition. Therefore, the techniques suitable for the compositional data can be applied to this rather quirky pay-off table.

3. Results

In Table 1., grades and weights of different phone companies obtained from the university students are given. Now, a compositional or rationality pay-off table can be constructed. For this purpose, each alternative value is multiplied by its corresponding weight. The resulting pay-off table is given in Table 3.

Table 3. Final pay-off table for phone companies

Weights	4.03	3.60	3.92	3.64	4.65	5.16	
	WI-FI	3G	CAMERA	MP3/RADIO	TOUCH SCREEN	PRICE	SUM
1.	16.1	14.4	3.92	7.28	9.3	10.3	61.34
2.	20.1	10.8	7.84	7.28	9.3	10.3	65.69
3.	16.1	14.4	3.92	10.9	13.9	15.4	74.79
4.	4.03	3.6	3.92	14.5	9.3	10.3	45.73
5.	8.06	7.2	3.92	14.5	4.65	20.6	59.03
6.	4.03	3.6	3.92	14.5	4.65	10.3	41.08
7.	4.03	3.6	3.92	14.5	4.65	15.4	46.24
8.	8.06	7.2	7.84	14.5	9.3	15.4	62.44
9.	4.03	3.6	3.92	18.2	4.65	20.6	55.04
10.	4.03	3.6	3.92	18.2	4.65	20.6	55.04
11.	4.03	3.6	3.92	18.2	4.65	20.6	55.04
12.	4.03	3.6	3.92	18.2	9.3	20.6	59.69
13.	8.06	3.6	7.84	18.2	9.3	15.4	62.48
14.	4.03	3.6	3.92	18.2	4.65	20.6	55.04
15.	16.1	14.4	15.6	18.2	9.3	15.4	89.18
16.	12.0	14.4	15.6	18.2	18.6	20.6	99.61
17.	20.1	18	15.6	18.2	13.9	30.9	116.9
18.	4.03	3.6	3.92	18.2	4.65	20.6	55.04
19.	16.1	18	19.6	18.2	23.2	15.4	110.6
20.	12.0	3.6	3.92	18.2	9.3	20.6	67.75
21.	8.06	3.6	3.92	18.2	18.6	20.6	73.02
22.	20.1	18	3.92	21.8	27.9	10.3	102.1
23.	20.1	3.6	3.92	21.8	9.3	15.4	74.29
24.	8.06	18	19.6	21.8	4.65	20.6	92.79

Now in order to choose the best alternative, the best phone company according to the students' preferences is given by the maximum value of the total column in Table 3. It can be seen that company 17 is the first company in the list with an overall score of 116.94 and the runner-up is company 19 with 110.65 points. The third company is company 22 with a score of 135.

According to the students' opinions, company 6 gets the last place in this investigation. As a result, it looks like company 17 provides such a good selection of phones that the students may be satisfied with the strengths of the phones.

In the next step, robust principal components analysis, based on the approach suggested by Filzmoser [9], is applied to the pay-off table. The resulting Bi-Plot of the analysis is given in Figure 3.

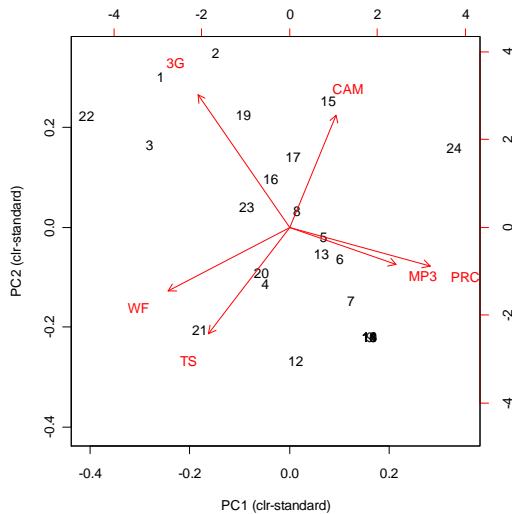


Figure 3. Bi-Plot from robust principal components analysis

From Figure 3., it can be seen that the company 24 might be an outlier. Also, the first phone company 17 is around the center of the figure. This shows that the phone company in the center meets different criteria for a phone purchase. The surprise of this figure is the company 8, which sits almost in the middle of the figure. This happens since the results for this company for each criterion is close to average values. The main result that can be obtained from the Biplot is that the three criteria are found to be very important in terms of first principal component since their arrow makes a tight angle with this component. These criteria are 3G, Wi-Fi and Price. As it can be seen, these criteria are the result of the new technologies in mobile networking. Therefore, it can be said that the students pay attention to the new technologies offered by the phone companies. Also when the size of the variable

arrows is investigated in detail, it can be seen that the longest arrow is for 3G criteria. This shows the quality of this variable or criteria in our problem. The second longest arrow is drawn, almost equally, for the price and touch screen criteria. This is not a surprising result since in the original pay-off table, the weights given to these criteria are also high values.

4. Conclusion

Decision making is an important aspect for any company. While good decisions may increase the prosperity of a company, a bad decision can equally become a doomsday scenario for the company. One of the easiest techniques to be used for decision analysis is to analysis a pay-off table, but in pay-off tables, usually a decision maker puts numerical values obtained from profit or cost for the given state of the worlds and alternative pairs. If the emotional attachments are given to the decision, the usual pay-off table is of no use. In this study, the emotional attachments to the different alternatives are introduced in to the pay-off table via rationality approach. In this new setting of the pay-off table, the best alternative can be chosen as the highest score obtained from a row sum. The new structure of the pay-off table allows a decision maker to deal with the problem as a compositional data problem where a row represents the components of a given situation. Once the pay-off table is recognized as compositional data matrix, further statistical analysis of the problem becomes possible providing extra information such as the positions of different alternatives in terms of the criteria investigated. In this study, the phone company preferences of the university students are investigated and their preference tendencies are shown using robust principal components analysis. This extra knowledge for any alternative may influence the decision makers' decision where a decision maker may further investigate the improvements possible for a given alternative. Then, the analysis can be repeated for new findings until an optimal decision is made.

References

- [1] De Groot, M., 1970. *Optimal Statistical Decisions*. Wiley Classics Library.
- [2] Clemen, R.T. and T. Reilly, 2001. *Making Hard Decisions with DecisionTools*. Duxbury Thompson Learning.
- [3] Hansson S.O., 1994. *Decision Theory a Brief Introduction*. Class Notes, "<http://www.infra.kth.se/~soh/decisiontheory.pdf>", Access date: 13.07.2009.
- [4] Kantarelis, D., 2007. *Theories of The Firm*. Inderscience Enterprises Ltd.
- [5] Bermudez, J.L., 2009. *Decision Theory and Rationality*. Oxford UP.
- [6] Aitchison, J., 1986. *The Statistical Analysis of Compositional Data*. Chapman & Hall, London.
- [7] Filzmoser, P. and K. Hron, 2008. *Outlier Detection For Compositional Data Using Robust Methods*. *Mathematical Geosciences* 40 (3): 233-248.
- [8] Filzmoser, P. and K. Hron, 2009. *Correlation Analysis For Compositional Data*. *Mathematical Geo-sciences*, 41: 905-919.
- [9] Filzmoser, P., K. Hron, and C. Reimann, 2009. *Principal Component Analysis For Compositional Data With Outliers*. *Environmetrics*, 20: 621-632.
- [10] Johnson , R. A., and D.W. Wichern, 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall.
- [11] Aitchison J, and M. Greenacre, 2002. *Biplots of Compositional Data*. *Applied Statistics* 51:375 - 392..



Available online at www.alphanumericjournal.com

alphanumeric journal

The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems



Volume 3, Issue 1, 2015

2015.03.01.STAT.03

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN HAPPINESS AND HUMAN DEVELOPMENT: MULTIVARIATE STATISTICAL APPROACH

Dilek MURAT*

Sevda GÜRSAKAL†

Uludağ University, Bursa

Received: 08 May 2015

Accepted: 29 June 2015

Abstract

It has been understood that it is not enough to consider just certain macro-economic indicators to determine the development level of countries. Human Development Index (HDI), which is a part of the Human Development Report (HDR) published by United Nations Development Programme (UNDP) is a complex index prepared for this end with a focus on education and health as well as income. Yet, once it was realized that this index had certain limitations, some other indices were created. Happy Planet Index (HPI), which was first used by New Economic Foundation (NEF) in 2006, is one of these indices. In this study, canonical correlation analysis, a multivariate statistical method was applied to examine the relation between HDI and HPI calculated for 150 countries. The empirical findings of the study have revealed that there is a very strong and meaningful canonical relation between HDI and HPI.

Keywords: Human Development Index, Happy Planet Index, Multivariate Statistical Method, Canonical Correlation Analysis

Jel Code: C01, C40, I20, I30

* dilekm@uludag.edu.tr (Corresponding author)

† sdalgic@uludag.edu.tr

MUTLULUK VE İNSANİ GELİŞİMİŞLİK ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ: ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL YAKLAŞIM

Özet

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde yalnızca belirli makro-ekonomik göstergelerin dikkate alınması yeterli olmadığı anlaşılmıştır. United Nations Development Programme (UNDP) tarafından yayımlanan Human Development Report (HDR)'de yer alan Human Development Index (HDI) bu amaçla geliştirilen gelirin yanı sıra eğitim ve sağlık verilerini de göz önüne alan composite bir endekstir. Ancak bu endeksin belirli sınırlılıklarının fark edilmesiyle birlikte farklı birtakım endeksler hesaplanmaya başlanmıştır. New Economic Foundation (NEF) tarafından ilk kez 2006 yılında hesaplanan Happy Planet Index (HPI) bu endekslerdendir. Çalışmada seçilen 150 ülke için hesaplanan HDI ve HPI arasındaki ilişkiler çok değişkenli istatistik yöntemlerden kanonik korelasyon analizi ile araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen ampirik bulgulardan HDI ve HPI arasında oldukça anlamlı ve güçlü bir kanonik ilişki olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : İnsani Gelişmişlik endeksi, Mutlu Gezegen Endeksi, Çok Değişkenli İstatistiksel Metod, Kanonik Korelasyon Analizi.

Jel Kodu : C01, C40, I20, I30

1. INTRODUCTION

For a long period after the World War II, the development levels of countries were determined via certain macro-economic parameters. In this period, economists mostly concentrated on income and production growth. However, after 1960s, it was understood that a high increase in the national income of countries was an insufficient indicator for development. Thus, economists started to handle the concept of development in a broader framework without limiting the term to growth. This made it necessary to redefine the concept of development. Development was to be interpreted not only through economic growth but also using different measurement techniques. Even today it is hard to provide an accurate definition for development, but the literature offers diverse indicators to measure it (Gökdemir and Veenhoven, 2014: 340-341).

Amartya Sen, who was awarded the Nobel Prize in economics in 1998, developed the capability approach, on which Human Development Index (HDI) was based. This index was further improved by United Nations Development Programme (UNDP) and it has, thus, been calculated since 1990. HDI is formed on a very minimal listing of capabilities, with

a special focus on reaching a basic quality of life, which can be calculated through available statistics, in a way that the Gross National Product (GNP) or Gross Domestic Product (GDP) failed to obtain (Sen, 2005: 159). In fact, recent UNDP reports have been diverting attention away from mechanical indicators like GNP or GDP and concentrating on measurements that reflect the well-being and freedom levels of countries more realistically. With its imperfect data, HDI tries to reveal a complex reality in a compact way. It has its own limitations, though (Anand and Sen, 1995: 1). In order to overcome the limitations of HDI, other indices such as Gender Inequality Index (GIE), Inequality Adjusted Human Development Index (IHDI) and Multidimensional Poverty Index (MPI) have been developed, too.

Happy Planet Index (HPI) is one of the indices that have been developed to make up for the limitations and deficiencies of HDI. HPI was first introduced by the New Economic Foundation (NEF) in 2006 as an index of human well-being and ecological efficiency (Marks et al., 2006: 2). What HPI measures is not the happiness, development, or environmental friendliness of a nation. It rather combines all three to measure the “provision of long-term well-being without exceeding the limits of

equitable resource consumption”. Essentially, HPI measures the ecological efficiency with which nations deliver human well-being (Marks et al., 2006: 8). A relatively new indicator, HPI has been the subject of few academic studies. So far, most research has centered on the link between HPI and conventional economic, social and political indicators as well as any lead-lag relationship it may have with other indicators (Abidin et al., 2013: 1236). In fact, HPI has been examined only in a few academic papers as opposed to HDI, which has been studied by many scholars. The studies that handle HDI and HPI simultaneously are not so common, either. This paper covers some of the limited number of studies, which have looked into HDI and HPI together.

Lang (2012) used three different measures of national happiness to build three regression models. In this study, life satisfaction, which is used as the dependent variable in these three models, was measured according to HPI, World Database of Happiness and Satisfaction with Life Scale. The independent variables in this study are GINI index values (GINI), HDI, Ethnic Group Diversity Percentages (Ethnic), Corruption Perceptions Index Values (Corruption), Unemployment Values (Unemploy) and Average Precipitation Values (AvgPre). All three models have pointed out that plentiful precipitation is a contributing factor in happiness. Two of the models have indicated that low corruption, a high HDI, and low unemployment are also important factors. One model has found out a positive relationship between national happiness and a more equal income distribution. All three models have shown that there is a linear and positive relation between HDI and life satisfaction.

Pillariseti and Van Den Bergh (2013) have attempted to identify sustainable nations from five aggregate indices in their paper. For this purpose, they examined some index data including HDI and HPI using various graphical techniques and statistical correlation analysis. Their analysis revealed that there is a significant and positive correlation between HDI and HPI.

Focusing on EU countries, Gonda and Rozborilova (2013) carried out a study to identify the problems related to the long term revaluation of the importance

of economic growth, and underestimation of the importance of prosperity as well as the comparison of the values of indicators of economic growth and prosperity. Their purpose is to justify the need for modifications to their perception, specify their interdependence and find out the primary determinants that might play a positive role in ensuring sustainable economic growth rate, and increase the level of prosperity existing difficult conditions. The 28 EU countries examined to this end were listed based on their Legatum Prosperity Index, HPI and HDI scores.

Schepelmann et al. (2010) emphasize that “Economic performance is generally being measured through GDP (Gross Domestic Product), a variable that has also become the de facto universal metric for “standards of living”. However, GDP does not properly account for social and environmental costs and benefits”. Therefore, one must move beyond GDP so as to measure “progress, wealth and well-being” effectively. Such an effective measurement necessitates clear and multidimensional indicators which show the links among a community’s economy, environment and society. In line with this purpose, some alternative progress indicators including but not limited to HDI and HPI have been examined. Several alternative progress indicators have been examined in this study with the help of SWOT analyses. In fact, SWOT analyses make it possible to assess the internal strengths and weaknesses in addition to external opportunities and threats of each indicator, which is eventually necessary to go beyond GDP.

The aim of this study is to determine the relation between HPI, which is a part of the HDR published by UNDP and the HPI in the report published by NEF. To that end, 2012 data collected for 150 countries were analyzed using canonical correlation analysis, which is one of the multivariate statistical techniques. It has been observed there are only a few studies that have focused on the analysis of these two important indices through multivariate statistical analyses. Therefore, it is thought that this study will contribute to the literature.

1.1. Human Development Index (HDI)

The Human Development Index was first introduced in 1990 as an alternative to GDP. The reason for creating such an alternative index is that income level itself does not suffice to fully understand the concept of human development. HDI specified the term human development and operationalized it combining health, education and income under a composite index (Aguna & Kovacevic, 2011: 1). HDI was rapidly welcomed by most countries, which shows that all over the world there was a desire to understand whether, how and why people are doing better (Human Development Report, 2014: 27). HDI has been an important measure of progress. It is a complex index of life expectancy, years of schooling and income.

Human Development Report presents HDI values for 187 countries and global HDI was 0.702 in 2014. All countries included in the HDI are classified into one of four clusters of achievement in human development. HDI classifications are based on HDI fixed cut-off points, which are obtained from the quartiles of distributions of component indicators. In low human development, the cut-off points are less than 0.550. In medium human development 0.550–0.699, in high human development 0.700–0.799, and the cut-off points are 0.800 or greater in very high human development (Human Development Report, 2014: 156). In 2014, the lowest regional HDI values were found to be in Sub-Saharan Africa (0.502) and South Asia (0.588), and the highest was found to be in Latin America and the Caribbean (0.740), closely followed by Europe and Central Asia (0.738) (Human Development Report, 2014: 33).

HDI is a summarized measure of achievements in key dimensions of human development. These are a long and healthy life, access to knowledge and a decent standard of living. The HDI is the geometric mean of normalized indices for each of the three dimensions (Klugman, 2011: 168). HDI can be calculated in two steps. First, dimension indices are created. Minimum and maximum values (goalposts) are set to transform the indicators expressed in different units into indices between 0 and 1 (Technical

Notes, 2014: 2). Equations for the dimension indices are calculated as follows:

$$I_H = \frac{le - le_{\min}}{le_{\max} - le_{\min}} \quad (1)$$

$$I_E = \left(\left(\frac{mys - mys_{\min}}{mys_{\max} - mys_{\min}} \right) \times \left(\frac{eys - eys_{\min}}{eys_{\max} - eys_{\min}} \right) \right)^{1/2} \quad (2)$$

$$I_I = \frac{\ln(gni) - \ln(gni_{\min})}{\ln(gni_{\max}) - \ln(gni_{\min})} \quad (3)$$

The Health dimension I_H is calculated using life expectancy (le). The Education dimension, I_E is based on mean years of schooling (mys) and expected years of schooling (eys). The Income dimension I_I is calculated using Gross National Income (gni). The HDI is calculated as the geometric mean of the three dimensional indices:

$$HDI = (I_H * I_E * I_I)^{1/3}$$

HDI is a summary measure of the average achievements in a country in three basic dimensions of human development. The criticism of HDI has mostly been about the more technical issues of data quality and the transformation processes. HDI has received some deeper criticism, too. For example, some point out that HDI has never covered an environmental or consumption-based component although the UNDP has sometimes suggested that such components be a part of HDP. In fact, UNDP has done more than mere suggestion. It has also investigated the possibility of doing so. Therefore, it can be said that HDI cannot be the only index of sustainable development in the same way as it is for the UNDP's vision of human development (Morse, 2004: 7).

HDI overlooks the environment and in particular the relationship between environmental impact of country development and actual development of country. The Report of NEF (New Economics Foundation) and The (Un) Happy Planet Index (July 2006) are more advanced alternatives to HDI (Codruta et al., 2011: 198).

1.2. Happy Planet Index (HPI)

Happy Planet Index (HPI) tells us how successful nations are in supporting their inhabitants to lead good lives while ensuring that next generations can do the same (sustainable well-being for all) in the future.

HPI is one of the first measures of sustainable well-being used worldwide. It uses global data on experienced well-being, life expectancy, and ecological footprint to produce an index showing which countries are best at offering long and happy lives for their inhabitants while maintaining the same conditions for future generations so that they can do the same (Abdallah, 2012: 3).

The HPI was created by Nic Marks, founder of the Centre for Well-being at the NEF. The HPI was first published in July 2006 by the NEF with its second edition in 2009 and the third in 2012 (Singh, 2014: 802). The HPI scores range from 0 to 100. High scores can only be achieved when all three targets mentioned in the index – high life expectancy, high life satisfaction, and a low ecological footprint- are fulfilled (Abdallah, 2009: 3). The HPI incorporates experienced well-being (measured based on happy life years, which is a result of life expectancy and life satisfaction multiplied together) and resource consumption (measured based on ecological footprint) (Mally, 2011: 73). HPI is calculated as follows:

$$HPI \approx \frac{wb \times le}{fp} \quad (4)$$

wb denotes experienced well-being, le expresses life expectancy and fp refers to ecological footprint in HPI equation. This simple headline indicator shows whether a society is heading in the right direction or not. It is a vital tool to ensure that fundamental issues are taken into consideration in crucial policy decisions.

When the HPI report was being prepared, national performance in each of the three component indicators (life expectancy, experienced well-being, and ecological footprint) and combined score of the components were mapped out in a way to highlight the top and bottom countries in 2012. The maps reveal that the warning lights are much brighter than ever

before – no country can achieve bright green in the HPI map, which is an indicator of good performance in all three components. Indeed, there are only nine countries in the second-best category (light green). Eight of them are in Latin America and the Caribbean. Two are classified in very high development by the UN (Argentina and Chile), five in high development (Mexico, Costa Rica, Panama, Jamaica, and Belize), and two in medium development (Vietnam and Guatemala) (Abdallah, 2012: 10). Considering the overall HPI ranking, Costa Rica has the first highest (64.0) HPI scores while Vietnam has the second highest (60.4) HPI scores and Colombia has the third highest (59.8) HPI scores. Botswana (22.6), Chad (24.7) and Qatar (25.2) also have the lowest HPI scores respectively.

Amongst the top 40 countries listed by overall HPI score, only four countries have a GDP per capita of over \$15,000.35. The highest ranking Western European nation, Norway is 29th just following New Zealand ranking 28th. The USA ranks 105th position out of 151 countries (Abdallah, 2012: 10).

HDI was calculated based on the data of 187 countries whereas HPI was calculated based on the data of 151 countries. Yet, to establish quantitative balance between these two sets of data, 37 countries, whose HPI values had not been calculated, were excluded from HDI calculations and 1 country, whose HDI value had not been calculated, was excluded from HPI calculations. As a result, the data of 150 countries were used in the analysis.

2. Data Sets and Method

This study is based on Human Development Index (HPI), which is a part of the Human Development Report (HDR) published by UNDP, and Happy Planet Index (HPI). Thus, the link between the sub-indices composing HDI -Life Expectancy at Birth (LEB), Mean Years of Schooling (MYS), Gross National Income (GNI)- and the sub-indices composing HPI- Well-Being (WB), Happy Life Years (HLY) and Footprint (FP)- was analyzed. The data are retrieved from UNDP's 2012 data. The data of the 150 countries examined in this study are attached to this

study. The variables which were subject to the analysis can be defined as follows:

Human Development Index (HDI): A composite index measuring average achievement in three basic dimensions of human development—a long and healthy life, knowledge and a decent standard of living.

Life expectancy at birth (LEB): Number of years a newborn infant could expect to live if prevailing patterns of age-specific mortality rates at the time of birth stay the same throughout the infant's life.

Mean years of schooling (MYS): Average number of years of education received by people aged 25 and older, converted from education attainment levels using official durations of each level.

Gross national income (GNI) per capita: Aggregate income of an economy generated by its production and its ownership of factors of production, less the incomes paid for the use of factors of production owned by the rest of the world, converted to international dollars using PPP rates, divided by midyear population.

Happy Planet Index (HPI): It is measured through the number of Happy Life Years achieved per unit of resource use. This is calculated approximately by dividing Happy Life Years by Ecological Footprint. ('Approximately' because there are some adjustments to ensure that all three components – experienced well-being, life expectancy and Ecological Footprint – have equal variance so that no single component dominates the overall Index).

Well-Being (WB): Experienced well-being is assessed using a question called the 'Ladder of Life' from the Gallup World Poll.²³ This asks respondents to imagine a ladder, where 0 represents the worst possible life and 10 the best possible life, and report the step of the ladder they are currently standing on.

Happy Life Years (HLY): It has combined life expectancy and experienced well-being in a variation of an indicator called Happy Life Years, developed by sociologist Ruut Veenhoven.

Footprint (FP): This is a measure of how much land is available to produce the resources and services whose consumption is measured by the Footprint.

Both the Ecological Footprint and bio capacity are measured in terms of global hectares (g ha), which represent a hectare of land with average productive bio capacity.

2.1. Canonical Correlation Analysis (CCA)

The method which assesses the bilateral relation between two variables (x and y) through r_{xy} correlation coefficient is called simple correlation analysis. The method which assesses the relations between one dependent variable (y) and two or more independent variables (x_1, x_2, \dots, x_p) is called multiple correlation analysis. Developed by Hotelling in 1936, CCA, however, can be defined as a multivariate method which assesses the relation between two sets of variables ($x_1, x_2, \dots, x_p; y_1, y_2, \dots, y_q$) that include two or more variables through linear combinations. In canonical correlation, one linear combination with maximum correlation and unit variance is obtained for each set of variables. After that, independent of this pair, another linear combination with maximum correlation and unit variance is obtained. This operation is continued until new linear combination pairs are obtained in the same number as the number of variables in the set with fewer variables (Tatlidil, 2002: 217).

Most of the dependence methods are a special form of CCA, which is a holistic method. If CCA has only one dependent variable, CCA turns into *multiple regression analysis*. In other words, CCA is the generalized version of the multiple correlation analysis used in *multiple regression analysis* (Johnson, 1998: 494). If only one dependent and independent variable is used in the analysis, then it turns into *simple correlation analysis*. If the dependent variables are dummy variables representing multiple groups, the analysis is reduced to *multiple-group discriminant analysis*. If predictor variables are dummy variables representing the groups formed by various factors, the analysis is reduced to "*MANOVA analysis*" (Sharma, 1996: 409).

2.1.1. Covariance and Correlations of Data Sets

The shared data matrix of X(1) and X(2) sets will be a matrix of n serial and p+q column ($p \leq q$) based on the assumption that there is an X(1) data matrix with p variables ($p \times 1$) obtained out of n units and that there is an X(2) data matrix with q variables ($q \times 1$). X(1) μ_1 has an average vector and Σ_{11} covariance matrix, and X(2) has an μ_2 average vector and Σ_{22} covariance vector. The covariance vector between X(1) and X(2) is calculated as follows:

$$\begin{aligned} \sum_{(p+q) \times (p+q)} &= E(X - \mu)(X - \mu)' \\ &= \begin{bmatrix} E(X(1) - \mu_1)(X(1) - \mu_1)' & E(X(1) - \mu_1)(X(2) - \mu_2)' \\ E(X(2) - \mu_2)(X(1) - \mu_1)' & E(X(2) - \mu_2)(X(2) - \mu_2)' \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (5)$$

(Johnson & Wichern, 1998: 588). In Equation one, $p \times p$ refers to the covariance matrix of the variables in Σ_{11} X(1) set; $p \times q$ refers to the covariance matrix of the variables in $\Sigma_{12} = \Sigma_{21}'$ X(1) and X(2) sets and $q \times q$ refers to the covariance matrix of the variables in Σ_{22} X(2) set. Similarly, the correlation matrix of the variables in X(1) is Σ_{11} while the correlation matrix of variables in X(2) set is Σ_{22} . As to the correlation matrix of the variables in X(1) and X(2), it is $\Sigma_{12} = \Sigma_{21}'$. Therefore, it is possible to calculate $1/2p(1-p)$ correlations in X(1), $1/2q(1-q)$ correlations in X(2) and $p \times q$ correlations between the two sets. Instead of interpreting these correlations, CCA aims to measure the relation between the variable sets by explaining $p \times q$ elements with fewer elements. To this end, two new variables are calculated for each set. These variables, which are called canonical variables, are calculated through linear combinations. It is through these variables that

the canonical correlations are between the variables of the two sets are calculated (Özdamar, 2004: 424). Thus, CCA focuses on the correlation between the linear combinations of the variable sets in question (Johnson & Wichern, 1998: 587).

2.1.2. Canonic Variables and Canonical Correlations

The two sets of variables in question can be expressed with variables called canonical variables in linear combinations:

$$V = a' X(1); W = b' X(2) \quad (6)$$

In Equation 2, a and b refer to coefficient vectors. The variance and covariance of V and W canonical variables are as follows:

$$Var(V) = a' Cov X(1) a = a' \Sigma_{11} a \quad (7)$$

$$Var(W) = b' Cov X(2) b = b' \Sigma_{22} b \quad (8)$$

$$Var(V, W) = a' Cov (X(1), X(2)) b = a' \Sigma_{12} b \quad (9)$$

The canonical correlation between V and W canonical variables is calculated as follows:

$$r(V, W) = \frac{a' \Sigma_{12} b}{\sqrt{(a' \Sigma_{11} a) (b' \Sigma_{22} b)}} \quad (10)$$

To maximize the correlations between V and W canonical variables, it is necessary to find the correlation coefficient in which a and b coefficient numbers are maximum. Canonical variable pairs which have unit variance are the values that maximize the correlation. The correlation between each canonical variable pair is called canonical correlation. The maximum number of canonical variable pairs that can be produced in CCA is equal to the lower of the variables ($k = \min(p, q)$) in the two variable set (Yıldırım et al., 2011: 9).

2.1.3. The Importance of Canonical Correlations

Since one of the objectives of CCA is dimension reduction, it is necessary to identify how many of the canonical variable pairs are important. In other words, it is required to identify how many variable groups can be used. Therefore, before interpreting the canonical variables and canonical correlations, it is required to determine their statistical significance (Sharma, 1996: 402).

Although there are so many methods used to this end, the most common two methods are Wilks' Lambda (Wilks' Λ) and Roy's Eigenvalue, which are also known as Bartlett test. In Roy's Eigenvalue, which is based on the graphics developed by Heck, the graphics cannot be found in all sources and the critical values obtained from the graphics are not definite but approximate. Because of this, this technique is not so common (Tatlidil, 2002: 227).

The most popular technique used for determining statistical significance is Wilks' Lambda. In this technique, in order to determine how many of the canonical correlation pairs can be considered significant, the following hypotheses are tested:

$$H_0 : \Sigma_{12} = 0 \quad \text{veya} \quad \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$$

$$H_a : \text{En az bir } \rho_i \neq 0$$

If the null hypothesis is rejected, the biggest coefficient is excluded from the hypothesis. These operations are repeated until the null hypothesis is accepted. Wilks' Λ test statistics used in the test is calculated as follows:

$$\Lambda = \prod_{i=1}^p (1 - r_i^2) \quad (11)$$

L test is calculated using this coefficient:

$$L = -[n - 1 - 1/2 (p + q + 1)] \ln \Lambda \quad (12)$$

L test shows a χ^2 distribution with $p \times q$ degrees of freedom. In Equation 6, n refers to sample size; p refers to the number of variables in the first set; q refers to the number of variables in the second set; r_i

refers to canonical correlations and k refers to the number of canonical correlations ($k = \min(p, q)$). If L test statistics is found significant when compared to $\chi^2_{(p \times q; \alpha)}$ value, in other words if the null hypothesis is rejected, the biggest canonical correlation is excluded from the test and the test is repeated with other canonical correlations (Özdamar, 2004: 430). In this situation, Wilks' Λ test statistics for $i=2, 3, \dots, p$ is as follows:

$$\Lambda_1 = \prod_{i=2}^p (1 - r_i^2) \quad (13)$$

L_1 test statistics

$$L_1 = -[n - 1 - 1/2 (p + q + 1)] \ln \Lambda_1 \quad (14)$$

shows χ^2 distribution with $(p-1) \times (q-1)$ degrees of freedom. These operations are repeated until an insignificant L_i value is obtained. The significance of L_i statistics should without doubt be assessed based on the critical values of χ^2 distribution with $(p-1) \times (q-1)$ degrees of freedom.

2.1.4. Redundancy Analysis

Even small canonical correlations might be significant for large sample sizes. Besides, large canonical correlations might not always mean that the correlation between the variable sets is strong. The reason for this is that canonical correlation maximizes the correlation between the linear composites of variable sets rather than the amount of the variance explained by another variables set. Therefore, in order to determine the level at which a variable set is explained by another variable set, the redundancy measure (RM) suggested by Stewart and Love (1968) was used (Sharma, 1996: 404-405). RM can be calculated for each canonical correlation. RM is calculated in two steps in order to understand at what

level the X (1) variables can explain the X(2) variables for RM_{V_i/W_i} , i. canonical relation ρ_i .

V_i value, which shows the average variance explication amount in X(2) variables and which is equal to the average of the squared loadings of X(2) variables, can be calculated as follows:

$$AV(X(2)/V_i) = \sum_{j=1}^q L_{ij}^2 / q \quad (15)$$

$AV(X(2)/V_i)$ in Equation 15 shows the average variance explained by V_i canonical variable in X(2) variables and L_{ij} shows j. canonical loading of the X(2) variables on i. canonical variables. ρ_i^2 gives us the shared variance between V_i and W_i canonical variables. Therefore, based on average variance and shared variance, RM is calculated as follows:

$$RM_{V_i/W_i} = AV(X(2)/V_i) \times \rho_i^2 \quad (16)$$

3. Results

In this study, in which primary data were used, the sub-indices of HDI were accepted as the first set while the sub-indices of HPI were accepted as the second set. In this part of the study, the canonical relation between the sets in question was examined. The data included in the analysis can be seen in Appendix 1. The descriptive statistical values calculated for the variables in the first stage are summarized in Table 1.

Table 1. Descriptive Statistics for the Variables

	Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum	Range
HDI	0.69	0.16	0.33	0.94	0.61
LEB	70.77	8.99	45.60	83.60	38.00
MYS	8.03	3.15	1.30	12.90	11.60
GNI	44.59	135.60	1.01	873.00	871.99
HPI	42.34	9.08	22.60	64.00	41.40
WB	5.41	1.17	2.80	7.80	5.00
HLY	45.61	11.61	24.30	66.50	42.20
FP	3.05	2.16	0.54	11.68	11.14

According to the findings, in the countries included in the study, Life Expectancy at Birth (LEB) is mean 70.77 year, Mean Years of Schooling (MYS) is mean 8.03 year, Gross National Income (GNI) per capita is mean 44.59 \$, Well-Being (0-10) (WB) is mean 5.41, Happy Life Years (HLY) is mean 45.61 and Footprint (FP) is 3.05 gha/capita. It is striking that the standard deviation and range values of GNI, HLY and LEB variables are high. These show that GNI, HLY and LEB might greatly change from country to country. The countries included in the study are classified in four groups as very high human development, high human development, medium human development and low human development based on their HDI and HPI values. Given that, the findings are compatible with the expectations. HDI scores are in 0-1 range and HPI scores are in 0-100 range. In our country, the value for HDI is 0.759 and the value for HPI is 47.6. Turkey ranks 69th in the HDI list of 187 countries and is, thus, included in the high development group. In HPI list of 151 countries, however, it ranks 44th.

Before canonical analyses, the correlation link between the sets was examined and the findings are given in Table 2. The sets are expected to produce meaningful correlations within themselves.

Table 2. The Correlations between the Sub-Indices of HDI and HPI Variables

	HDI (Human Development Index)			HPI (Happy Planet Index)		
	LEB	MYS	GNI	WB	HLY	FP
LEB	1.0000	0.7610*	-0.2606*			
MYS	0.7610*	1.0000	-0.2403*			
GNI	-0.2606*	-0.2403*	1.0000			
WB				1.0000	0.9358*	0.6714*
HLY				0.9358*	1.0000	0.7038*
FP				0.6714*	0.7038	1.0000

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

Table 2 shows that there are meaningful correlations at 0.01 significance level between the sub-indices of HDI and HPI variable, which is in line with the expectations. As it can be seen in the table, the correlations can be both negative and positive.

Table 3. Correlations Between HDI and HPI Variable Sets

	HDI (Human Development Index)			HPI (Happy Planet Index)		
	LEB	MYS	GNI	WB	HLY	FP
LEB	1.000					
MYS	0.7610**	1.000				
GNI	-0.2606**	-0.2403**	1.000			
WB	0.7176**	0.6409**	-0.1270	1.000		
HLY	0.9002**	0.7513**	-0.1952*	0.9358*	1.000	
FP	0.6116**	0.6274**	-0.0397	0.6714**	0.7088**	1.000

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

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

The correlations between the sets can be seen in Table 3. According to the findings, there are meaningful and positive relations between the variable LEB and variables WB, HLY and FP and also between the variable MYS and variables WB, HLY and FP. While there is no meaningful relation between the variable GNI and variables WB and FP, there is a meaningful and negative relation between the variable GNI and the variable HLY.

Table 4. Canonical Correlations between HDI and HPI Variable Sets

Canonical				
Correlations	Wilk's Lambda	Chi-Square	df	Sig.
0.968	0.055	422.292	9.000	0.000
0.344	0.882	18.297	4.000	0.001
0.010	1.000	0.014	1.000	0.907

While determining the number of canonical correlations to be calculated, the number of the variables in each set is taken into consideration. The minimum number of variables in the sets gives us the maximum number of canonical correlations ($k = \min(p, q)$). Because there are three variables in both sets, there are three canonical correlations. In order to interpret the canonical correlations, first the significance of the coefficients needs to be tested. The

findings related to Wilk's Lambda approach to be used for this purpose and the canonical correlations already calculated are summarized in Table 4. Given the values in the table, it can be said that the first and second canonical correlations are statistically meaningful at 0.01 significance level.

Table 5. Redundancy Analysis

Proportion of Explained Variance of HDI		Proportion of Explained Variance of HPI					
by its own	by opposite	by its own	by opposite	by its own	by opposite		
canonical variable	canonical variable	canonical variable	canonical variable	canonical variable	canonical variable		
CV1-1	0.561	CV1-1	0.526	CV2-1	0.616	CV2-1	0.578
CV1-2	0.157	CV1-2	0.018	CV2-2	0.245	CV2-2	0.029
CV1-3	0.283	CV1-3	0.000	CV2-3	0.139	CV2-3	0.000

Before interpreting canonical correlations and canonical variables, their significance needs to be tested. In addition to this, a redundancy analysis is recommended in order to determine how well a variable set is explained by the other as mentioned in CCA. The results of the redundancy analysis are given in Table 5. According to the table, the CV1-1 canonical variable explains 56.1% of the total variance in the first set whereas the CV2-1 canonical variable explains 61.6 % of the total variance in the second set. Besides, the CV1-1 canonical variable explains 52.6% of the total variance of the variables in the second set while the CV1-2 canonical variable explains 1,8% of the total variance of the variables in the second set. CV2-1 canonical variable explains 57.8% of the total variance of the variables in the first set while the CV2-2 canonical variable explains 2.9% of the total variance in the first set. These findings mean that the first canonical correlation coefficient is meaningful both in statistical and practical terms. However, although the second canonical correlation coefficient is found to be statistically meaningful, it is understood to be more meaningful in practical terms compared to Table 5. Therefore, it was decided to take into consideration only the first of the three canonical variable pairs.

Table 6. Canonical Loadings for HDI

	Canonical Loadings			Cross Loadings		
	CV1-1	CV1-2	CV1-3	CV1-1	CV1-2	CV1-3
LEB	-0.999	0.049	0.008	-0.967	0.017	0.000
MYS	-0.790	-0.524	-0.319	-0.765	-0.180	-0.003
GNI	0.246	-0.44	0.864	0.239	-0.151	0.008

As it is the case with conceptually meaningful factors generated with factor analysis and the discriminant functions produced in discriminant analysis, the canonical variables generated with CCA can also be interpreted. It is possible to comment on the canonical variables found to have statistical and practical significance. Canonical coefficients, canonical loadings and cross canonical loadings, which have been standardized for this purpose, can be used. In interpreting, cross canonical loadings is used the most (Hair et al., 1998: 454).

Table 7. Canonical Loadings for HPI

	Canonical Loadings			Cross Loadings		
	CV2-1	CV2-2	CV2-3	CV2-1	CV2-2	CV2-3
WB	-0.748	-0.371	-0.55	-0.725	-0.128	-0.005
HLY	-0.934	-0.199	-0.296	-0.905	-0.068	-0.003
FP	-0.645	-0.747	0.161	-0.625	-0.257	0.002

The correlations calculated between the canonical variables which are also called canonical loadings and which are produced through variables can be seen in Table 6 and 7. Table 6 shows that the correlation between the canonical variable CV1-1 and variables LEB, MYS and GNI are respectively -0.999, -0.790 and 0.246. Table 7 shows that the correlation between the canonical variable CV2-1, which is produced for HPI variables, and variables WB, HLY and FP are respectively -0.748, -0.934 and -0.645. An examination of canonical loadings and cross canonical loadings reveals that the most important variables to define the variable CV1-1 are respectively LEB, MYS and GNI while the most important variables to define the variable CV2-1 are respectively HLY, WB and FP. Based on these findings, it was decided to name the canonical

variable CV1-1 as LEB and the canonical variable CV2-1 as HLY.

4. Conclusions

This study looked into the link between HDI and HPI indices in the Human Development Report. To this end, the sub-indices of the related variables were taken into consideration and the CCA technique was applied to the data. At the first stage, the correlations within the sets themselves were examined and it was observed that the variables in both sets produced meaningful correlations within themselves, which was in parallel with the expectations. Second, the correlations between the sets were calculated and it was seen that there was a meaningful and positive relation between the variable LEB and variables WB, HLY and FP as well as the variable MYS and variables WB, HLY and FP. Moreover, no meaningful relation was found between the variable GNI and variables WB and FP, but a meaningful and negative relation was found between GNI and HLY. Based on these findings, it can be deduced that if there is an increase in Life Expectancy at Birth (LEB) and Mean Years of Schooling (MYS) in the related countries, there will also be an increase in the Well-Being (WB), Happy Life Years (HLY) and Footprint (FP) variables. Likewise, there is no meaningful relation between the Gross National Income (GNI) and the levels of WB and FP. It has also been found that any increase in GNI would decrease HLY.

Three canonical correlation coefficients were calculated between HDI and HPI sets. The first two of these coefficients were found to be at 0.01 significance level. Yet, after the statistical and practical meaning of the coefficients was tested, it was found to be sufficient to interpret only the first coefficient. The analysis has revealed that there is a quite strong canonical relation between HDI and HPI sets, which is at 96.8% significance level.

An examination of canonical loadings and cross canonical loadings shows that the most important variables to define CV1-1 variable are respectively LEB, MYS and GNI while the most important variables to define CV2-1 are respectively HLY, WB and FP. According to these results, CV1-1 is called

Life Expectancy at Birth (LEB) and CV2-1 canonical variable is called Happy Life Years (HLY).

Redundancy analysis reveals that 56.1% of the total variance of the variables defining Life Expectancy at Birth (LEB) is explained by its own canonical variable and its 52.6% is explained by Happy Life Years (HLY). Similarly, 61.6% of the total variance of the variables defining Happy Life Years (HLY) is explained by its own canonical variable while its 57.8% is explained by Life Expectancy at Birth (LEB). Thus, it can be said that in both canonical variables, approximately 50% of the total variance is explained by the cross variable.

An overall examination of the data shows that there is a strong relation between HDI and HPI variables of the countries included in this study. It is observed that there is a positive relation between the development and happiness levels of the countries. The variables which contribute most to this relation are Life Expectancy at Birth (LEB) and Happy Life Years (HLY).

References

- Abdallah, Saamah, Michaelson, Juliet, Shah, Sagar, Stoll, Laura and Marks, Nic (2012), *The Happy Planet Index: 2012 Report*, New Economics Foundation, London.
- Abdallah, Saamah, Thompson, Sam, Michaelson, Juliet, Marks, Nic and Steuer, Nicola (2009), "The Happy Planet Index 2.0: Why good lives don't have to cost the Earth", *The New Economics Foundation*, London.
- Abidin, S., Zhang, C. and Foo, D. (2013), "Modelling a Human Well-Being Indicator", 20th International Congress on Modelling and Simulation, Adelaide, Australia, 1–6 December 2013.
- Aguna, Clara G. and Kovacevic Milorad, 2011. "Uncertainty and Sensitivity Analysis of the Human Development Index", *Human Development Research Paper 2010/47*. UNDP–HDRO, New York.
- Anand, Sudhir and Sen Amartya (1995), *Occasional Paper 19: Gender Inequality in Human Theories and Measurement*.
- Codruta, Dana, Daianu, Duda and Harangus, Daniela (2011), "Comparative Analysis Of Methods for Determining The Happiness Degree Of Nations", *Annals. Economics Science Series. Timișoara (Anale. Seria Științe Economice. Timișoara)*, iss. XVII /2011, pp. 196-202, on www.ceeol.com.
- for Climate, Environment and Energy, 2010.
- Gökdemir, Özge ve Veenhoven, Ruut (2014), "Kalkınmaya Farklı Bir Bakış: İyi Oluş" Bölüm 17, *Kalkınmada Yeni Yaklaşımlar, Yayın Hazırlayanlar: Ahmet Faruk ve Devrim Dumludağ, İmge Kitabevi, Ankara*.
- Gonda, Vladimir and Rozborilova, Daria (2013), "Economic Growth And Prosperity in Difficult Conditions at The Beginning of The 21st Century", *European Scientific Journal*, Vol. 1, pp. 242-251.
- Hair, Joseph F., Anderson, Rolph. E., Tatham, Ronald L. & Black, William C. (1998), *Multivariate Data Analysis*, 5th Edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Human Development Report (2014), *United Nations Development Programme*, New York.
- Johnson, Dallas E. (1998), *Applied Multivariate Methods for Data Analysts*, Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove.
- Johnson, Richard A. & Wichern Dean W. (1998), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 4th ed., Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Klugman, Jeni (2011), "Human Development Report: Sustainability and Equity: A Better Future for All", *Human Development Report*, United Nations Development Programme, New York.
- Lang, Julie (2012), "The Most Influential Factors in Determining The Happiness of Nations", *Major Themes in Economics*, Vol. 14, pp. 33-54.
- Mally, Katja Vintar (2011), "Measuring Progress Towards Sustainability: The Geographer's view", *Hrvatski Geografski Glasnik*, 73/2, pp. 67-80.
- Marks, Nic, Abdallah, Saamah, SIMMS Andrew and Thompson, Sam (2006), *The Happy Planet Index*, New Economics Foundation, London.
- Morse, Stephen (2004), "Putting the pieces back together again: an illustration of the problem of interpreting development indicators using an African case study", *Applied Geography*, 24, pp. 1-22.
- Özdamar, Kazım (2004), *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*, 5. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Pillarsetti, J. Ram and Van Den Bergh, Jeroen C.J.M. (2013), "Aggregate Indices for Identifying Environmentally Responsible Nations: An Empirical Analysis and Comparison" *International Journal of Environmental Studies*, Vol. 70, No. 1, pp. 140–150.
- Schepelmann, Philipp, Goossens, Yanne and Makipaa, Arttu (Eds.), *Towards Sustainable Development Alternatives to GDP for Measuring Progress*, Wuppertal Institute
- Sen, Amartya (2005), "Human Rights and Capabilities", *Journal of Human Development and Capabilities*, Vol. 6, No. 2, pp. 151-166.
- Sharma, Subhash (1996), *Applied Multivariate Techniques*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Singh, Tilottama (2014), "A Study on Gross National Happiness: Catalyst of Developing Nation", *IRACST – International Journal of Commerce, Business and Management (IJCBM)*, Vol. 3, No. 6, pp. 797-805.
- Tathdil, Hüseyin (2002), *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Analiz*, Ziraat Matbaacılık A.Ş., Ankara.

- Technical Notes, (2014), Human Development Report Sustaining Human Progress Reducing Vulnerabilities and Building Resilience, Human Development Report 2014.
- Yıldırım, Halil, Albayrak, A. Sait, Gümüş, Mustafa ve Akalın, Tevfik, Cem (2011), “Yüzme Hakemlerinde Örgütsel Bağlılık ile İş Tatmini Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi İle İncelenmesi”, ZKU Journal of Social Sciences, Vol. 7, No. 13, pp. 163-186.



Available online at www.alphanumericjournal.com

alphanumeric journal

The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems



Volume 3, Issue 1, 2015

2015.03.01.STAT.04

THE EVALUATION OF THE DEVELOPMENT AGENCY REGIONS IN TURKEY IN TERMS OF SOME SOCIOECONOMIC INDICATOR WITH FACTOR ANALYSES

Hasan BULUT*

Yüksel ÖNER†

Department of Statistics, Faculty of Science And Art, Ondokuz Mayıs University, Samsun, TURKEY

Received: 12 March 2015

Accepted: 20 May 2015

Abstract

The actual aim of this paper is to update the periodic studies on defining social-economic development levels of cities in Turkey according to established development agencies. It is believed that considering the development agencies as a one administrative authority would define levels of developments of regions better than considering the cities one by one as an individual. For doing this total values of development agencies of considered regions are found in the manner of their leading socioeconomic indicators and then development agencies regions will be interpreted by using Factor Analysis..

Keywords: Development of Social-Economic, Factor Analysis, Development Agency

Jel Code: C01,

* hasan.bulut@omu.edu.tr (Corresponding author)

† yoner@omu.edu.tr

TÜRKİYE'DE KALKINMA AJANSI BÖLGELERİNİN BAZI SOSYOEKONOMİK GÖSTERGELER BAKIMINDAN FAKTÖR ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Özet

Bu çalışmanın asıl amacı, Türkiye’de illerin sosyoekonomik gelişmişlik düzeyini belirlemek için dönem dönem yapılan çalışmaları kalkınma ajansı bölgelerine göre güncellemektir. İllerin bireysel olarak incelenmesi yerine kalkınma ajanslarının tek bir idari bölge olarak düşünülüp ele alınmasının bölgeler arası gelişmişlik seviyelerini daha iyi açıklayacağı düşünülmektedir. Böylece aynı bölgedeki bir ilin gelişmişlik seviyesi artsa bile diğer illerde böyle bir gelişme söz konusu değilse, bölgenin gelişmekte olduğu ve kalkınma ajansının doğru politikalar izlediği yönündeki iddiaların doğruluğu tartışılabilir olacaktır. Bu amaçla kalkınma ajansları kapsamında yer alan illere ait bazı sosyoekonomik göstergelerden yararlanarak her bir kalkınma ajansı bölgesi için söz konusu göstergelere ait toplam değerler bulunduktan sonra, elde edilen çok değişkenli veri yapısı Çok değişkenli istatistiksel analizlerden Faktör analizi kullanılarak kalkınma ajansı bölgeleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik, Faktör Analizi, Kalkınma Ajansı

Jel Kodu : C01

1. Introduction

Statistical Region Units Classification (SRUC) is defined in Turkey according to the criterion of NUTS which is EU regional classification method and it is put into practice in 2002. SRUC aims making analyses of socioeconomic of regions and generating comparable data with the European United (EU) for reduction of difference development among regions. SRUC consists of three levels. Firstly, in conformity with governmental structure 81 cities are defined as regional units in level 3. 26 regions are defined as region units in level 2 by considering population with forming a group of cities which are similar in terms of economic, social, cultural and geographic manners. According to the same criteria, 12 regions are defined as region units in level 1 with forming a group of 26 regions (Url-1).

In 2006, the development agencies were established depending on State Planning Organization within adjustment laws to the European Union. There are 26 development agencies at present day and each of them corresponds to 26 statistical regions in level 2. These development agencies aim to accelerate regional development.

The actual aim of this paper is to update the periodic studies on defining social-economic development levels of cities in Turkey according to established development agencies. It is believed that considering the development agencies as a one administrative authority would define levels of developments of regions better than considering the cities one by one as an individual. For doing this total values of development agencies of considered regions are found in the manner of their leading socioeconomic indicators and then development agencies regions will be interpreted by using Factor Analysis.

2. Methods

One of multivariate statistical analysis methods, factor analysis, is used in this study. In factor analysis, it is represented that the variables x_1, x_2, \dots, x_p as linear combinations of a few random variables f_1, f_2, \dots, f_m ($m < p$) called factors. The factors are underlying constructs or latent variables that generate the x 's. Like the original variables, the factors vary from individual to individual; but unlike the variables, the factors cannot be measured or observed. If the original variables x_1, x_2, \dots, x_p are at least moderately correlated, the basic dimensionality of the system is

less than p . The goal of factor analysis is to reduce the redundancy among the variables by using a smaller number of factors (Rencher, 2002).

In factor analysis both the standardized variables and the original variables can be used. \mathbf{X} (pxn) and \mathbf{Z} (pxn) are defined as the original data matrix and standardized data matrix, respectively. It is benefited from covariance matrix when original data matrix (\mathbf{X}) is used in analysis but the correlation matrix should be employed when standardized data matrix (\mathbf{Z}) is used. These cases might give strongly different results. Measure unit is the most important criterion on the selecting the matrix type. If the measure units and variances of the variables are close enough, covariance matrix is used; otherwise correlation matrix is used (Tatlidil, 2002).

The model of factor analysis with \mathbf{Z} (pxn) which is derived from \mathbf{X} (pxn) original data matrix is denoted as;

$$z_j = a_{j1}f_1 + \dots + a_{jm}f_m + b_ju_j, j = 1, \dots, p \quad (1)$$

Where

a_{jm} : Factor loading of j_{th} the variable on m_{th} factor

f_m : m_{th} Common factor

u_j : Specific factor

b_j : Coefficient concerning specific factor.

This model is also defined as in matrix notation;

$$\mathbf{Z} = \mathbf{A}\mathbf{F} + \mathbf{B}\mathbf{U} \quad (2)$$

where

\mathbf{Z} : Standardized data matrix (pxn)

\mathbf{A} : Factor loadings matrix (pxm)

\mathbf{F} : Factor matrix ($m \times n$)

\mathbf{U} : Specific factor matrix (pxn)

\mathbf{B} : Diagonal coefficients matrix (pxp).

The actual aim of analysis is to obtain the $\mathbf{A} = (a_{jm})$ matrix (Tatlidil, 2002).

It is known that the variance of variable z_j in (1) is 1. The proportion which is explained by factors of this variance is called as communality and equals to sum of squares of factor loadings related to the variable. The proportion which cannot be explained by factors of this variance is named as specific variance and denoted as b_j^2 . Thus equality (3) can be written in the following form:

$$\begin{aligned} \text{Var}(z_j) &= \underbrace{a_{j1}^2 + \dots + a_{jm}^2}_{h_j^2} + b_j^2, j = 1, \dots, p \\ 1 &= h_j^2 + b_j^2. \end{aligned} \quad (3)$$

where

h_j^2 ; Communality

b_j^2 ; Specific variance

In factor analysis one of the important issues is to determine the proper numbers of factors. There are many various criteria in this subject.

The Criterion of Kaiser: The number of eigenvalues which are higher than 1 of correlation matrix is regarded as numbers of factors. This criterion is used commonly in many fields.

Catell Scree Test (Scree Plot): In this method, catell scree plot is drawn so that the number of component (factor) as $1, 2, \dots, p$ are in the x-axis and eigenvalue are in the y axis. This plot shows decreasing eigenvalue while the numbers of component (factor) increase. In the plot, the number of component reflecting of point which slope loses is regarded as numbers of factors.

The Criterion of Explained Variance: When the total variance which is explained by eigenvalues is at least %80, the number of eigenvalues is defined as numbers of factors. Some references determine that this rate must be at least 2/3 (%67).

The criterion of Joliffe: The number of the eigenvalues which are 0.70 or greater than 0.70 is regarded as numbers of factors (Özdamar, 2004).

Finally, factor scores can be obtained. Factor scores are the values of estimation of each unit according to common factor structures. In each factor structure (for F_1, F_2, \dots, F_m) all variables (X_j or $Z_j, j = 1, 2, \dots, p$) take part with different weights. While some of these variables play a significant role to define a factor, others don't. Common factor scores of all variables can be calculated by using factor loadings according to factor structure. The factor scores of $i - th$ unit are denoted as:

$$f_i = (\mathbf{A}'\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}'z_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Thus the matrix of factor scores can be obtained as $\mathbf{F} = [f_1, f_2, \dots, f_n]$: $m \times n$.

3. Application

For the purpose of evaluating the development differences among the regions, some of the socioeconomic indicators of the cities of which take part in Development Agencies are used. The development agency regions are evaluated by applying factor analysis, after the values of considered indicators for each of development agencies is calculated. In this application 19 variables are used and these are shown in Table 2.

Table 1. KMO and Bartlett's Test

Table 1. KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.746
Approx. Chi-Square		1040.66
Bartlett's Test of Sphericity	df	171
	Sig	.000

Factor loadings which are shown in Table 2 have an important cognitive content. Each column expresses weight of each variable in factors. On the other hand, each row expresses the relation of each variable with each factor.

Note that, the first 9 variables concentrate on 1th factor, second 8 variables on 2th factor and the rest of variables on 3th factor.

First factor is called as “socioeconomic development factor resting on the power of financial” by regarding the content of variables having high factor loading. Similarly, second factor is called as “the power factor of population and employment” and third factor is called as “the power factor of business”.

Factor analysis assumes that the correlations among the variables are caused by common factors. Moreover a big part of correlations among variables emerges due to impact of only one factor. This factor is called as “general causal factor” in literature (Albayrak, 2003). In this survey, it is assumed that there is a general causal factor which effects to all indicators and causes the interaction of indicators. To sum up, general causal factor is the levels of socioeconomic development of regions.

From this point of view, 1st factor which has the greatest eigenvalue and the rate of variance explaining

is taken as general causal factor. The factor scores which calculated according to first factor are considered as socioeconomic development index of regions and regions are sorted according to the value of index. Results are shown in Table 3.

Table 2. Factor Loadings

The Variables	1	2	3
Population density	.984	.007	.001
The share of region's export over Turkey	.985	.029	.106
The amount of export per capita	.757	.075	.517
The share of companies of manufacturing industry over Turkey	.986	.116	.057
The share of total capital of newly established companies over Turkey	.986	.043	-.048
The number of foreign capitalized companies per ten thousand people	.983	.060	-.087
Trademark application number per hundred thousand people	.903	.225	.185
The share of bank loans in the region over Turkey	.991	.090	-.015
The tax income share of the region over Turkey	.971	.081	.106
The number of live births per thousand women (ages between 15-49)	-.109	-.956	-.139
The rate of economically dependent population (ages between 0-14)	-.073	-.959	-.132
The rate of literacy	.087	.820	.353
The rate of lettered women population over total population	.160	.834	.332
The rate of secondary education schooling	.151	.923	.289
The rate of working young population over total population	.259	.906	.247
The rate of working population having health insurance (SGK) over total population	-.053	.923	.038
The employment rate	-.056	.828	-.127
The rate into employment with SGK of the employment in manufacturing industry	.183	.288	.861
The consumption of electric in manufacturing industry per capita	-.098	.373	.831

4. Conclusion

In the result of study, the most developed regions are TR10 (İstanbul), TR51 (Ankara), TR31 (İzmir), TR42 (Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova), TR41 (Bursa, Eskişehir, Bilecik), respectively. The values of socioeconomic development index are obtained as negative except these five most developed regions. Contrary to common belief, the region of TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt) is 10th and the region of TRC2 (Şanlıurfa, Diyarbakır) is 11th. Thus, these regions take part in the first %50. It is believed that this case is caused with the investments made to regions in the last years. The last region is also TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın).

Table 3. The ranking of socioeconomic development of regions

	Region Code	The Cities in Region	Index
1	TR10	İstanbul	4.746
2	TR51	Ankara	0.514
3	TR31	İzmir	0.306
4	TR42	Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova	0.165
5	TR41	Bursa, Eskişehir, Bilecik	0.115
6	TRC1	Gaziantep, Adıyaman, Kilis	-0.008
7	TR62	Adana, Mersin	-0.037
8	TR61	Antalya, Isparta, Burdur	-0.037
9	TR32	Aydın, Denizli, Muğla	-0.120
10	TRC3	Mardin, Batman, Şırnak, Siirt	-0.177
11	TRC2	Şanlıurfa, Diyarbakır	-0.187
12	TR52	Konya, Karaman	-0.199
13	TR33	Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak	-0.256
14	TR90	Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane	-0.280
15	TR72	Kayseri, Sivas, Yozgat	-0.286
16	TRB2	Van, Muş, Bitlis, Hakkari	-0.299
17	TR63	Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye	-0.303
18	TR83	Samsun, Tokat, Çorum,	-0.312

	Region Code	The Cities in Region	Index
		Amasya	
19	TRA2	Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan	-0.330
20	TRA1	Erzurum, Erzincan, Bayburt	-0.347
21	TRB1	Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli	-0.357
22	TR71	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir	-0.371
23	TR22	Balıkesir, Çanakkale	-0.407
24	TR82	Kastamonu, Çankırı, Sinop	-0.463
25	TR21	Tekirdağ, Edirne, Kırklareli	-0.524
26	TR81	Zonguldak, Karabük, Bartın	-0.538

As the aim of this study, some interesting results gained. When the 19 variables and methodology used in sorting of regions are applied for 81 cities, different results are occurred. These results are given in Table 4. For example; Kayseri is 14th in the ranking of socioeconomic development according to cities and it take part in the first %20. But, the region of TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat) is 15th in the ranking of socioeconomic development according to regions and it take part in the first %60. As a result, if the socioeconomic development is only examined according to cities, fallacious results can be obtained for the establishments which aim regional development.

In its the last study the Ministry of Development has investigated development of regions (Url-2). In this study any indicator value of region is the weighted arithmetic mean of the indicator values of the cities in the region. The populations of cities are used as weight. However, it is known that this method does not give true value of regions for some variables.

The Development Agencies deal with aims which strive to develop regions and reduce of development difference among regions. In the future, in the socioeconomic development index studies, it is considered that the socioeconomic development of regions must be also researched besides that of cities

Table 4. The ranking of socioeconomic development of cities

Order	City	Index	Order	City	Index	Order	City	Index
1	İstanbul	8.549	28	Bitlis	-0.090	55	Isparta	-0.223
2	Ankara	1.259	29	Samsun	-0.094	56	Kütahya	-0.231
3	İzmir	0.985	30	Muş	-0.105	57	Ardahan	-0.238
4	Kocaeli	0.567	31	Eskişehir	-0.141	58	Amasya	-0.248
5	Bursa	0.506	32	Kilis	-0.141	59	Bayburt	-0.255
6	Antalya	0.506	33	Balıkesir	-0.143	60	Gümüşhan e	-0.258
7	Gaziantep	0.373	34	Adıyaman	-0.145	61	Zonguldak	-0.261
8	Adana	0.196	35	Hakkari	-0.153	62	Niğde	-0.269
9	Konya	0.096	36	Afyonkara hisar	-0.162	63	Yozgat	-0.277
10	Mersin	0.067	37	Erzurum	-0.165	64	Bartın	-0.278
11	Muğla	0.050	38	Bingöl	-0.166	65	Edirne	-0.280
12	Şanlıurfa	0.035	39	Ordu	-0.171	66	Bolu	-0.281
13	Denizli	0.015	40	Kahraman maraş	-0.173	67	Kastamonu	-0.284
14	Kayseri	0.009	41	Malatya	-0.176	68	Osmaniye	-0.285
15	Hatay	0.006	42	Erzincan	-0.180	69	Tekirdağ	-0.286
16	Şırnak	0.005	43	Kars	-0.184	70	Artvin	-0.287
17	Diyarbakır	-0.003	44	Yalova	-0.192	71	Çankırı	-0.291
18	Trabzon	-0.035	45	Karaman	-0.193	72	Kırıkkale	-0.297
19	Mardin	-0.035	46	Nevşehir	-0.195	73	Sinop	-0.298
20	İğdir	-0.039	47	Rize	-0.200	74	Uşak	-0.307
21	Sakarya	-0.043	48	Elazığ	-0.201	75	Kırşehir	-0.319
22	Van	-0.049	49	Sivas	-0.209	76	Tunceli	-0.323
23	Ağrı	-0.056	50	Çorum	-0.212	77	Karabük	-0.335
24	Batman	-0.067	51	Düzce	-0.217	78	Burdur	-0.342
25	Siirt	-0.068	52	Tokat	-0.218	79	Çanakkale	-0.359
26	Manisa	-0.082	53	Aksaray	-0.220	80	Kırklareli	-0.417
27	Aydın	-0.083	54	Giresun	-0.222	81	Bilecik	-0.459

References

- Albayrak A. S. (2005), Türkiye’de İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Düzzelelerinin Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerle İncelenmesi, ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, Zonguldak.
- Rencher A. C. (2002), *Methods of Multivariate Analysis*, New York, United States of America.
- Özdamar K. (2004), *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*, Eskişehir
- Tatlıdil H. (2002), *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*, Ankara
- Yıldız E. B., Sivri U. ve Berber M. (2012), Türkiye’de İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Sıralaması, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Kayseri.
- Url 1: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/DIESS/SiniflamaSurumDetay>Action.do?surumId=164> (Visited Date:18.03.2015)
- Url 2: http://www.ab.gov.tr/files/ardb/evt/2_turkiye_ab_iliskileri/2_2_adaylik_sureci/2_2_8_diger/tckb_sege_2013.pdf (Visited Date:18.03.2015)



Available online at www.alphanumericjournal.com

alphanumeric journal

The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems



Volume 3, Issue 1, 2015

2015.03.01.ECON.01

HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI KANUNLARINDAKİ DEĞİŞİKLİĞİN TÜRKİYE’DEKİ HAVAYOLU YOLCU TAŞIMACILIĞI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hülya ŞEN*

Hakkı POLAT†

Department of Statistics, Faculty of Science And Art, Osmangazi University, Eskişehir

Received: 30 March 2015

Accepted: 29 June 2015

Özet

Günümüzde modern dünyanın en kritik unsuru bağlantı kurmaktır. Ülkelerin gelişiminde ve küresel ekonomik büyümenin sürdürülmesinde en kritik öneme sahip sektörlerden biride, hiç kuşkusuz bu bağlantının kurulmasını sağlayan ve teknolojik yeniliklerin en hızlı hayata geçirildiği havacılık sektörüdür.

Bu çalışmada Türkiye’deki 1970-2013 yılları arası havayolu ile taşınan yolcu sayılarına ait verilerin temel zaman serileri analizleri kullanılarak serinin gösterdiği davranışlar analiz edilmeye çalışılmıştır. Özellikle 2000’li yıllardan sonra devlet teşvikleri ve kanun değişiklikleri ile hayata geçen uygulamaların sektör üzerinde nasıl bir etkisi olduğunun anlaşılması için yapısal kırılma testi olarak da bilinen Chow’un Yapısal Kırılma (Chow’s Break Point Test) testi uygulanmıştır. Analizler sonucunda özellikle 2001 yılındaki kanun değişikliğinden sonra serinin trendinin arttığı bu durumda seride yapısal bir kırılmaya sebep olduğu tespit edilmiştir...

Anhtar Kelimeler: Havayolu Taşımacılığı, Zaman Serileri Analizi Box&Jenkins Metodu, Chow Testi

Jel Kodu: C01, C20, C50, C51

* hsen@ogu.edu.tr

† ha2kipolat@gmail.com (Corresponding author)

THE RESEARCH EFFECTS OF LAW CHANGES AT AIR TRANSPORTATION ON AIR PASSANGER CARRIES FOR TURKEY

Abstract

Nowadays, the most critical element of modern world is to establish connection. The most critical sector of country development and sustaining global economic growth is undouble aviation industry which is applied technological innovations in the fastest way and provides establishing these connections.

In this article, firstly the air passengers numbers between 1970 to 2013 try to analysis by the diagnostic time series analysis. After that, it has been researched that the law changes are really effect air transport sector. For testing this situation Chow's Breakpoint test has been chosen.

After analysis shown that law changes in 2001 really effect that Turkey's air passengers numbers than its cause to appear a break point in time series..

Keywords : Airline transport, Time Series Analysis Box&Jenkins Methods, Chow's Break Point Test

Jel Code : C01, C20, C50, C51

1. GİRİŞ

Günümüzde havayolu taşımacılığı; hızla gelişen teknolojik gelişmelerinde neticesinde en güvenli, en etkin ve en konforlu ulaşım araçlarından biri haline gelmiştir. Bunun sonucunda uzak yerlere yolculuklar daha kısa sürede gerçekleşmekte ve bu insanlığa hem kültürel alanda, kültürlerin bir birleri ile daha kolay etkileşimi açısından ve hem de ticari açıdan çok önemli avantajlar sağlamaktadır. Giderek küreselleşen bu dünyada şu veya bu ülkenin vatandaşları olmanın ötesinde bir dünya vatandaşı olma açısından üzerinde yaşanan dünyanın herhangi bir noktasına fazla zahmet çekmeden ulaşabilmek günümüz modern dünyasının olmazsa olmazlarından belki de en önemlisidir. Bu açıdan hem ulaşım hem hızlılık, hem konfor ve hem de özgürlük açısından insanlığa daha cazip hale gelmiştir.

Havayolu taşımacılığı; geçen yüzyılın başlarından itibaren günümüzde devrim niteliğinde çok büyük gelişmelere sahne olmuştur. Geçen yüzyılın başlarında Avrupa kıtasından, Amerika kıtasına ya da uzak doğuya yolculuklar gerek deniz yolu gerekse karayolu ile gerçekleşmekte idi ve buda günler alan çok zahmetli bir işti. Çok zorunlu hallerin dışında bu yolculuklara çıkan insan sayısı azdı. Ama günümüzde havayolu taşımacılığı sayesinde farklı mekânlara gitmek ve farklı kültürleri tanımak oldukça

kolaylaşmış ve turizm olgusu bu bağlamda büyük ilerlemeler kaydetmiştir.

Özellikle ülkemizde 2001 yılında yapılan kanun değişikliği ile özel firmalarında havayolu taşımacılığı sektörüne girmeleri ile havacılık sektöründe tabiri caizse bir devrim yaşanmıştır ve sivil havayolu ulaşımı bir sıçrama göstermiştir. Bu çalışmada da kanun değişikliği sonrası havayolu yolcu sayısının yapısal bir değişikliğe gidip gitmediği test edilecek ve yıllara göre serinin davranışları temel zaman serileri analizleri ile açıklanmaya çalışılacaktır.

Yeni gelişmeye başlayan bir sektör olması sebebiyle Türkiye'de söz konusu verilerin zaman serileri analizi ile analiz edilmesi denemesi daha önce uygulanmamıştır. Havacılık sektörünü kapsayan çeşitli çalışmalar olmasına rağmen bu çalışma, zaman serileri analizi boyutunda ilk olma özelliğini taşımaktadır denebilir.

Çalışmanın özetle temel amacı 2001 yılındaki kanun değişikliğinin taşıyan yolcu sayısında bir değişikliğe sebep olup olmadığının araştırılmasıdır.

Tam olarak bu çalışmaya benzer olmasa da havayolu sektöründe özelleştirme ve kanun değişikliklerinin etkisini araştıran bazı çalışmalar ise şöyledir;

Yang vd. 2008, çalışmalarında Çin'deki havayolu özelleştirmelerinin havayolu taşımacılığı performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaları

sonucunda, havayolu sektörüne yönelik olarak yapılan özelleştirmelerin bir dönüm noktası olduğunu belirtmişlerdir. Özel firmaların piyasaya girişi yapmasının taşımacılıkta her açıdan önemli gelişmelere imkan verdiğini ve gerek yolcu gerekse endüstriyel taşımacılığın yapılan özelleştirmelerden olumlu yönde etkilendiklerini belirtmişlerdir.

Oum vd. 2006, özel sektöre ait havayolu firmaları ile devlete ait havayolu firmalarının performanslarını karşılaştıran bir çalışma yürütmüşlerdir. Sadece özel yapıdaki ait havayolu şirketlerinin kar marjlarının ve performanslarının, gerek sadece devlete ait gerekse yarı devlet yarı özel yapıdaki firmalara oranla daha yüksek olduğu sonucuna başta ABD olmak üzere birçok ülkedeki sektörleri karşılaştırarak ulaşımlardır.

Gerber 2002, çalışmasında, hükümetlerin havayolu sektörüne yönelik özelleştirme durumlarını incelemiştir. Gerber, yapılan veya yapılacak özelleştirme çalışmalarının öncelikli olarak havayolu şirketleri ve işletmecilerine yönelik olması gerektiğini belirtmiştir. Hava meydanları ve havayolu şirketleri arasındaki işbirliğinin birincil kullanıcılar tarafından önemine dikkat çeken Gerber, hava meydanlarından gelen gelirin hükümetler açısından bir para politikası olsa da bunların işletme ve denetleme haklarının özel ve bağımsız kurumlara verilmesi gerektiğini savunmuştur.

Backx vd., 2002, çalışmalarında devlet, özel ve hem devlet hem özel sektör yapısına sahip havayolu firmalarının performanslarını karşılaştırmış havayolu firmalarında ki mülkiyet yapısının çok boyutlu olarak şirket performanslarını etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında yazı özel yarı devlet mülkiyet yapısına sahip havayolu firmalarının performanslarının sadece devlete ait firmalardan daha iyi fakat tamamen özel mülkiyete sahip firmalardan daha kötü olduğunu bulmuşlardır.

Lipovich, 2008, çalışmasında Arjantin'de özellikle 1990'lı yıllardan sonra havayolu sektöründe meydana gelen büyümenin nedenlerini araştırmış ve çalışması sonucunda yapılan büyük çaplı yatırımların ve kararların bu gelişmede önemli rol oynadığını belirtmiş bunun üzerine çeşitli ampirik uygulamalar gerçekleştirmiştir.

Forsyth, 1984, monopol piyasalardaki endüstri ve hizmet üretim durumları ile oligopol piyasadaki durumu karşılaştırarak İngiltere'de ki havayolu

firmaları üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışması sonucunda hükümetin tüm firmalar üzerine olmasa da bazı firmalara düzenlemelerin getirilmesi zorunluğundan bahsetmiştir.

Hooper, 2002, Asya'daki havayolu özelleştirmelerinin durumu üzerinde durarak birçok ülkenin bu konuda geç kaldığını belirtmiştir. Bunun altında yatan sebepleri araştıran Hooper aynı zamanda havayolu özelleştirmelerinin devletler ve havaalanları açısından önemi üzerinde durmuştur.

Bonilla, 2008, çalışmasında devlete ait hava yolu firmaları ile özel sektör firmaları arasında memnuniyete etki eden faktörleri göz önünde bulundurarak aradaki farklılıkları araştırmış ve çalışmasının sonunda devlet kontrolünde ki havayolu firmalarını kullanan müşterilerin özel sektör kuruluşlarına oranla daha düşük düzeyde memnuniyete sahip olduklarını belirtmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

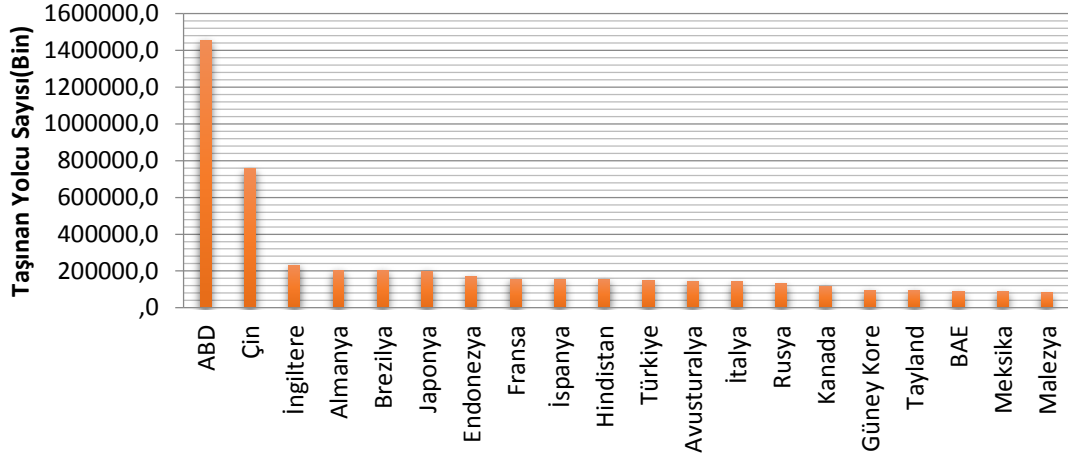
2.1. Türkiye'de Havayolu Taşımacılığının Dünü ve Bugünü

Türkiye'deki havayolu yolcu taşımacılığını incelemek için aslında seriyi 2001 öncesi ve 2001 sonrası olmak üzere 2'ye bölmek gerekir. Ulaştırma Bakanlığınca hazırlanan ve Başbakanlıkça 11.4.2001 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi Başkanlığına sunulan 26.04.2001 tarih ve 24384 Resmî Gazete sayılı, 4647 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanununda değişiklik yapılması, özel sektör firmalarının havayolu sektörüne girişini teşvik etmiş ve özel havayolu firmalarının sayısı artmıştır. Bu sebeple söz konusu tarihin bir dönüm noktası gibi düşünülmesi gerekebilir ki nitekim bu çalışmanın amacı da söz konusu kanun değişikliğinin etkilerini incelemektir.

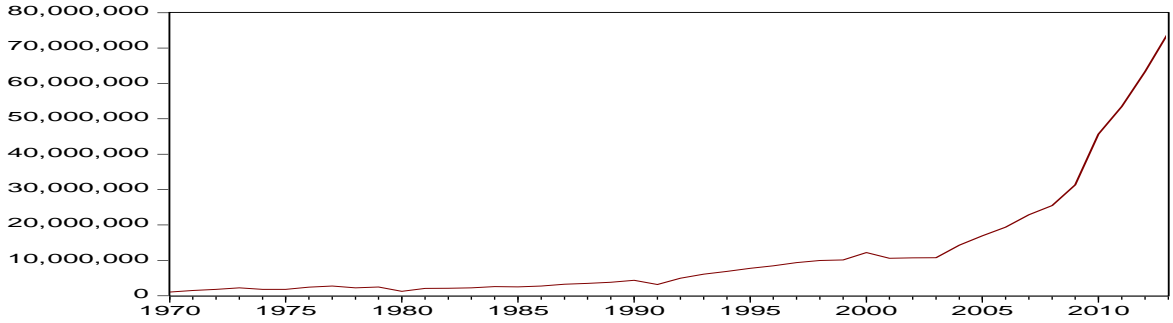
Havayoluyla yapılan seyahatlerde 2002 öncesinde rekabetin olmamasından dolayı ücretlerin yüksek seyretmesi Türkiye'de bu alanın yeterince gelişme göstermesini engellemiştir. Ancak sonraki yıllarda yapılan yatırımlarla Türkiye havacılık sektöründe önemli gelişmeler olmuştur. Aktif havaalanı sayısının 26'dan 52'ye çıkarılması, havayolu firmalarının sayısının ve niteliğinin artması, rekabet ortamının oluşması, seyahat maliyetlerindeki düşme, havalimanlarının fiziki şartlarının iyileştirilmesi gibi faktörler sektöre ivme kazandırmıştır (Ulaştırma,

Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Havacılık Sektörü Raporu, 2013, s,190).

ülkede havacılık sektöründe kriz yaşanırken, şirketler küçülmeye giderken, Türkiye’de havacılık sektörü



Şekil 1. 2013 Yılı Ülkelere Göre Toplam Havayolu Yolcu Sayıları
Havayolu Yolcu Sayısı (1970-2013)



Şekil 2. 1970-2013 Yılları Arası Havayolu ile Taşıma Yolcu Sayısı

Devlet Hava Meydanları İşletmeciliğinin (DHMİ) raporlarında yer alan bilgilere göre Türkiye’de ki havayolu ulaşımına ilişkin bazı istatistikler ise şöyledir;

Ülkemizdeki aktif havalimanı sayısı 2003 yılında 26 iken 2014 yılında 53’e, iç hatlardaki yolcu sayısı 2013’te 76,1 milyona, havayolunu kullanan toplam yolcu sayısı ise yaklaşık 4 kat artarak 2013 yılı sonunda 150 milyona ulaşmıştır. 2014 yılı Eylül ayı sonu itibarıyla 129 milyon olan toplam yolcu sayısının 2014 yılı sonunda yaklaşık 170 milyona ulaşması beklenmektedir.

Son 12 yılda havacılık dünyada yılda ortalama % 5 büyürken, Türkiye’de % 14,5 seviyesinde büyümüştür. Birçok gelişmiş ve gelişmekte olan

büyüme sürdürmektedir. Türkiye taşınan ton*km ölçeğinde 2003 yılında dünya sıralamasında 30 uncu sırada iken 2013 yılında 15 inci sıraya, Avrupa’da ise 5 inci sıraya yükselmiştir. 2013 yılı içinde taşınan toplam yolcu sayılarına göre rakamlar ise Şekil.1’de verilmiştir.

Şekil.1 incelendiğinde Türkiye’nin taşınan toplam yolcu sayısında 2013 yılı içinde dünyada 11. Avrupa’da ise 5. sıradadır.

Şekil.2, 1970-2013 yılları arası yurtiçi hatları kullanarak taşınan toplam yolcu sayısını göstermektedir. Grafik incelendiğinde özellikle 2001 yılında değişen kanun sonrası yolcu sayısında önemli bir artış olduğu görülebilir. Kanunun 2001 yılında çıkmış olmasına rağmen özel sektör firmalarının

fizibilite ve kurulma süreleri de göz önünde bulundurulursa özellikle 2004 yılından sonra trendin tamamen şiddetli bir artış gösterdiği söylenebilir.

Bu kapsamda bazı verilere başvurmak gerekirse örneğin DHMİ (Devlet Hava Meydanları İşletmesi) verilerine göre son 10 yılda ticari uçuş sayısı %196, taşınan yolcu sayısı %280, ve taşınan kargo miktarı %126 artış göstermiştir (www.dhmi.gov.tr).

2.2. Box&Jenkins Metodu

Box-Jenkins yöntemi, tek değişkenli zaman serilerinin ileriye dönük tahmininde kullanılan yöntemlerden biridir. Kısa dönem tahmin yöntemlerinin bu yeni ve başarılı yöntemi, eşit zaman aralıkları ile elde edilen gözlem değerlerinden meydana gelen kesikli ve durağan zaman serilerinin ileriye dönük tahmin modellerinin kurulmasında ve tahminlerin yapılmasında sistemli yaklaşım göstermektedir. Eşit zaman aralıkları ile elde edilen gözlem değerlerinden meydana gelen serinin kesikli ve durağan olması Box-Jenkins yönteminin önemli varsayımlarıdır.

Genel ARIMA (p, d, q) modelinin ifadesi ise şöyledir (Enders, 2004, s:67);

$$w_t = \varphi_1 w_{t-1} + \varphi_2 w_{t-2} + \dots + \varphi_p w_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (1)$$

Δ : Fark alma operatörü d: Fark alma derecesi
(wt): Fark alınmış seridir

Eğer birinci farklar (d = 1) seriyi durağan hale getiriyorsa fark operatörü Δ 'nın işleyişi;

$$\Delta x_t = w_t = x_t - x_{t-1} \quad (2)$$

şeklinde gösterilir. 2 numaralı denklemdeki bu gösterim B operatörünü kullanarak

$$\Delta x_t = w_t = x_t - x_{t-1} = (1-B)x_t \quad (3)$$

gibi yazılır. Eğer d'inci farklar seriyi durağan hale getiriyorsa Δ fark alma operatörünün işleyişi 4 numaralı denklemdeki gibi olacaktır;

$$\Delta^d x_t = w_t = (1-B)^d x_t \quad (4)$$

2.3. Birim Kök Testleri

1. dereceden otoregresif AR(1) sürecini ele alalım. Bu süreç aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Gujarati, 2004, s:802):

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

5 Modelinde y_t , zaman serisinin güncel değerini, y_{t-1} , serinin bir önceki dönemde aldığı değerini ve ρ ise AR sürecinin karakteristik denkleminin kökünü ifade etmektedir.

Bu modelde $H_0: \rho = 0$ (Seride birim kök yoktur ve seri durağandır)

şeklindeki hipotezinin sınanmak istendiğini düşünülün. H_0 hipotezi altında yukarıdaki denklemde yer alan ρ parametresi En Küçük Kareler ile tahmin edilebilir.

Ayrıca modelde yer alan ε_t terimi stokastik hata terimi olup, bu hata teriminin dağılımı;

$E(\varepsilon_t) = 0$ ve $\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma^2$ v normal dağılımlı olma özelliklerine sahiptir. ε_t hata terimine beyaz gürültü (white noise) hata terimi denir (Gujarati, 2004, s:802).

Gujarati(2004) (5) ifadesinde yer alan ρ mutlak değerce birden küçükse ($|\rho| < 1$) yt serisi durağandır ve y_t 'nin en küçük kareler tahmin edicisinin etkin olduğunu belirtmiştir. Ayrıca ρ 'nun tahmin edilen değeri, ρ 'nun tahminin standart hatasına oranlanarak hesaplanan student t istatistiği ile ρ 'nun anlamlı bir şekilde sıfırdan farklı olup olmadığını araştırılır.

2.3.1. Dickey Fuller (DF) ve Düzeltilmiş Dickey Fuller (ADF) Testleri

Birim köklü zaman serilerinde, serinin karakteristik denklemin köklerinin en az bir tanesi mutlak değerce "1" olmaktadır. Literatürde zaman serilerinin birim kök içerip içermediğini veya durağanlığını test etmekte pek çok farklı metot yer almaktadır. Ancak bunlardan pratikte en çok kullanılan parametrelerin en küçük kareler tahmin edicisinin dağılımına dayanan DF test yöntemidir. DF birim kök testi, süreç sadece bir birim köke sahipse ve bu durum fark alma işlemi ile ortadan kaldırılabiliyorsa uygulanabilmektedir.

Dickey-Fuller'in ortaya koyduğu üç denklem türü bulunmaktadır bunlar (Dickey ve Fuller, 1979, s; 428);

$$\Delta Y_t = \gamma y(t-1) + ut \quad (6)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \gamma y_t + ut \quad (7)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_2 t + \gamma y(t-1) + ut \quad (8)$$

Üç regresyonun birbirinden farkı α_0 ve α_2 gibi deterministik elemanlar içermesidir. Bu denklemde yer alan γ parametresinde ' $\gamma = 0$ ' eşitliğinin sağlanması " y_t "nin birim kök içerdiğini göstermektedir.

Birim kökün varlığının sınanması için kullanılan iki hipotez kullanılmaktadır. Bunlar;

H1: $\gamma < 0$ ($\rho < 1$) (seride birim kök yoktur.) (seri durağandır.)

Ho : $\gamma = 0$ ($\rho = 1$) (seride birim kök vardır.) (seri durağan değildir.)

Hipotezlerinin oluşturulduktan sonra mevcut model içinde sınanması şu şekilde olmaktadır;

Dickey-Fuller testinin uygulanmasında " $\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + ut$ " regresyonunda yer alan γ parametresinin sahip olduğu 't' değerinin, Dickey-Fuller'a özel olarak hazırlanan " τ " istatistik tablo değeri ile karşılaştırılarak, önceden hazırlanan Ho ve H1 hipotezlerine göre birim kökün varlığı tespit edilmektedir (Enders, 2004, s:221).

Dickey ve Fuller (1979), geliştirdikleri testlerinde artıkların bağımsız ve normal dağılımlı olduğu varsayımını kabul etmişlerdir. Fakat et'lerin bağımsız olma varsayımı her zaman geçerli olmamaktadır. p. mertebeden ($p > 1$) kurulması gereken bir zaman serisi modelinin, AR(1) süreci ile modellenmesi, artıkların otokorelasyonlu olmasına yani aralarında ilişki olmasına sebep olacaktır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için incelenen zaman serisinin gecikmeli değerlerinin modele dahil edilmesi gerekir. Genişletilmiş Dickey-Fuller testinde (ADF) ele alınacak denklemlere ulaşılabilmesi için DF testinde incelenen denklemler y_t 'nin gecikmeli değerlerinin eklenmesi yeterlidir.

2.4. Chow Testi

Chow testi, zaman serilerinde yapısal değişikliğin olup olmadığının araştırılmasında kullanılan bir

testtir. Yapısal değişiklik olduğu düşünülen dönemden bölünerek ayrı ayrı dönemler ve tüm gözlemler için modeller tahmin edilerek artıkların karelerinin toplamının karşılaştırılması esasına dayanır.

β_1 ve β_2 katsayı vektörleri olmak üzere Chow testi hipotezleri,

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta$ (Her iki regresyon doğrusu da aynıdır.)

$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta$ (Regresyon doğruları farklıdır.) biçiminde ifade edilir.

Chow (1960) $n > k$ olmak üzere alternatif hipotez altında alt örneklemelere ilişkin regresyon modellerini,

$$Y_1 = X_1 \beta_1 + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = X_2 \beta_2 + \varepsilon_2$$

olarak göstermiş ve buradan hareketle test istatistiğini 9 numaralı denklemdeki gibi ifade etmiştir (Chow, 1960, 599);

$$F = \frac{SSR_t - (SSR_{1t} + SSR_{2t}) / k}{(SSR_{1t} + SSR_{2t}) / (n_1 + n_2 - 2k)} \sim F_{0,05;k,n-2k} \quad (9)$$

ile ifade edilir. Burada, SSR_t bölünmemiş modelin artık kareler toplamı, SSR_{1t} ve SSR_{2t} ise sırasıyla I. ve II. alt dönemlere ilişkin modelin artık kareler toplamını ifade etmektedir. Bu açıklamalardan hareketle (9) numaralı denklem yeniden yazılırsa;

$$F = \frac{\left[\sum_{t=1}^{n_1} e_{1t}^2 - \left(\sum_{t=1}^{n_1} e_{1t}^2 + \sum_{t=1}^{n_2} e_{2t}^2 \right) \right] / k}{\left(\sum_{t=1}^{n_1} e_{1t}^2 + \sum_{t=1}^{n_2} e_{2t}^2 \right) / (n - 2k)} \quad (10)$$

olur.

3. AMPRİK SONUÇLAR

Öncelikli olarak seride durağanlığın araştırılması için diyagonal testlere başvurulmuş ve bu kapsamda birim

kök analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada E-views 7TM paket programı kullanılmıştır. Elde edilen birim kök testi sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Model	Olasılık Değeri	AIC
Düzye	Trensiz Sabitsiz Model	0,999	31,535
Düzye	Trendsiz Sabitli Model	0,999	31,536
Düzye	Trendli Sabitli Model	0,999	31,343
1 Fark Alınmış	Trensiz Sabitsiz Model	0,970	31,617
1 Fark Alınmış	Trendsiz Sabitli Model	0,998	31,677
1 Fark Alınmış	Trendli Sabitli Model	0,9984	31,716
Logaritmik Fark Alınmış	Trensiz Sabitsiz Model	0,5536	-0,2860
Logaritmik Fark Alınmış	Trendsiz Sabitli Model**	0,000**	-0,3900
Logaritmik Fark Alınmış	Trendli Sabitli Model**	0,000**	-0,4110

Testler Adjustment Dickey&Fuller yönetimine göre yapılmış ve %5 anlamlılık düzeyinde sınanmıştır. ** %5'e göre birim kök içermeyen modelleri ifade etmektedir.

Ho: $\rho=0$ (Seride birim kök vardır (seri durağan değildir)) hipotezi sınanmıştır.

AIC: Akaike hata kriteri değerini ifade etmektedir.

Tablo 1 incelendiğinde serinin düzeyde durağan bir yapıda olmadığı söylenebilir. Adjustment Dickey&Fuller (ADF) testleri sonucunda Logaritmik fark alınmış sabitli trendli modelin uygun bir birim kök modeli olduğu görülmüştür.

Daha önce yapılan önsel incelemede serinin özellikle 2001 yılından sonra bir artış trendine girdiği

görülmüştü düzeyde durağan bir yapının sağlanamamasın da bu durumun etkili olduğu söylenebilir.

Durağanlığın hangi düzeyde sağlandığı belirlendikten sonra Box&Jenkins yöntemine göre ARIMA modelleri denenmiş ve en uygun model 2 numaralı tabloda verilmiştir.

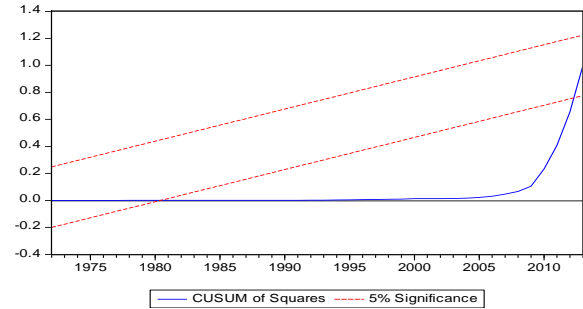
Tablo 2.Box&Jenkins Modeli Sonuçları

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.097813	0.034207	2.859435	0.0070
AR(1)	0.386197	0.103793	3.720839	0.0007
AR(2)	-0.585154	0.116795	-5.010092	0.0000
MA(1)	-0.455985	0.075328	-6.053328	0.0000
MA(2)	0.984601	0.038359	25.66807	0.0000

Tablo incelendiğinde logaritmik farkı alınmış seri için ARIMA(2,1,2) modelinin en uygun model olduğuna karar verilebilir. Box&Jenkins yöntemi sonucunda serinin hareketli bir ortalamaya sahip ve otoregresif bir yapıda olduğu söylenebilir.

Bu aşamadan sonra serideki yapısal kırılmaları tespit etmek için ChowWun yapısal kırılma testi uygulanmıştır.

Öncelikli olarak seride ki yapısal kırılmanın dönemini belirlemek için CUSUM SQUARE grafiği çizdirilmiştir.



Şekil 3. Havayolu Yolcu Sayısı Serisine Ait Cusum Square Grafiği

Şekil 3 incelendiğinde ardışık hataların güven sınırları içerisinde olmadığı dolayısı ile seride yapılsa bir kırılmanın olduğu söylenebilir. Özellikle 2001

2005 ve 2009 yıllarında eğimin değişmesi yapısal kırılmanın bu dönemlerde meydana gelmiş olabileceğini göstermektedir.

Bu noktadan sonra Chow yapısal kırılma testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 3’ te verilmiştir.

Tablo 3. 2001 Yılı İçin Chow Yapısal Kırılma Testi Sonuçları

F-statistic	124.2532	Prob. F(2,40)	0.0000
Log likelihood ratio	86.93687	Prob. Chi-Square(2)	0.0000
Wald Statistic	248.5065	Prob. Chi-Square(2)	0.0000

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta$ (Her iki regresyon doğrusu da aynıdır.)

Tablo 3 incelendiğinde %95 güvenilirlikle yapısal kırılmanın olmadığını iddia eden hipotezin reddedilebileceği söylenebilir. Yani seride 2001 yılı için yapısal bir kırılmanın olduğu görülmektedir. Benzer şekilde 2001, 2005 ve 2009 yıllarını kapsayan başka bir yapısal kırılma testi uygulandığında söz konusu yıllar içinde yapısal bir kırılmanın olduğu görülmüştür. Analiz sonuçlarına ilişkin veriler Tablo.4’te verilmiştir.

Tablo 1. 2001, 2005 Ve 2009 Yıllarına İlişkin Chow Yapısal Kırılma Testi Sonuçları

F-statistic	397.9574	Prob. F(6,36)	0.0000
Log likelihood ratio	185.2202	Prob. Chi-Square(6)	0.0000
Wald Statistic	2387.745	Prob. Chi-Square(6)	0.0000

4. Sonuç

Havayolu taşımacılığı hiç şüphesiz geleceğin ulaşım sektörüdür. Hızı, güvenilirliği ve sağladığı tasarruflar bu ulaşım metoduna olan ilgiyi her geçen gün arttırmakta ve sektör her yönüyle günden güne büyümektedir.

Temel rekabet unsurlarının hizmet kalitesi ve özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde fiyat olduğu sektörün özellikle devlet tekeline çıkıp özelleşmesi beraberinde yolcu potansiyelinin artmasına sebep olacaktır. Nitekim çalışma da 2001 sonrası yapılan kanun değişikliği ile taşınan yolcu sayısında meydana gelen değişme incelenmiş ve düzenleme öncesi dönemle düzenleme sonrası dönem arasında farklılıklar olduğu da gözlemlenmiştir.

Dünya Bankası tahminlerine göre 2015 yılı içerisinde toplam havayolu yolcu sayısı sirkülasyonu 3 milyarın kişinin üzerine çıkacaktır. Dünyada ki gelişmeye benzer şekilde Türkiye’de de özellikle son 10 yılda havayolu ulaşımı sektörü de çok büyük bir ivme ile büyüme trendine girmiştir.

Yukarıda bahsedilen gelişmelerin temel nedenlerin araştırıldığı bu çalışmada özellikle 2001 yılındaki kanun değişikliğinin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Dünya Bankasının resmi sitesinden 1970-2013 yılları arası yurtiçi taşınan yolcu sayıları verileri alınarak temel zaman serileri analizi uygulanmıştır.

Analizler sonucunda görülmüştür ki, serinin özellikle 2000’li yıllardan sonra şiddetli şekilde artan bir trendinin olduğu, bu trendin de durağanlık yapısına etki ederek durağanlığı bozduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın asıl amacı olan yapılan değişikliklerin taşımacılık üzerinde etkili olup olmadığının araştırılması neticesinde de meydana gelen bu ivme değişikliğinin sebebinin kanuni düzenlemeler olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak devletin makro düzeydeki kararları her sektörde olduğu gibi havayolu ulaşım sektöründe de etkilidir. Özel sektör firmalarının da havayolu taşımacılığına girmesinin önünü açan yasa değişikliği ile Türkiye’de ki havayolu taşımacılığı başka bir boyuta taşınmış ve yolcu sayılarından bariz artışlar görülmüştür.

References

- Backxa M., Michael Carneyb, M., Gedajlovicc E., Public, Private And Mixed Ownership And The Performance Of İnternational Airlines, *Journal of Air Transport Management* Volume 8, Issue 4, July 2002, Pages 213–220
- Bonilla, J.L.M., 2008, Influence Of The State-Owned Airlines On Passenger Satisfaction, *Journal of Air Transport Management* Volume 14, Issue 3, May 2008, Pages 143–145
- Box, G. E.P., Jenkins, G. N., Reinsel, 1976, *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Holden-Day Inc., ISBN:0-8162-1104-3, USA
- Chow, G.C., (1960). Tests Of Equality Between Sets Of Coefficients İn Two Linear Regressions. *Econometrica*, 28(3), 591-605.
- Dickey, D., Fuller, W., 1979, Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Enders, W., 2004, *Applied Econometric Times Series*, International Edition, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, Wiley & Sons, Incorporated, John, ISBN: 9780471451730, Newyork, USA
- Gerber, P. 2002, Success Factors For The Privatisation of Airports—An Airline Perspective, *Journal of Air Transport Management* Volume 8, Issue 1, January 2002, Pages 29–36
- Gujarati, D., 2004, *Basic Econometrics*, 4th Edition, Mc Graw Hill Companies, ISBN: 0072478527, 1221 Avenue of the Americas - 47th floor, New York, NY 10020-1095, USA
- Hooper, P., 2002 Privatization of Airports in Asia, *Journal of Air Transport Management* Volume 8, Issue 5, September 2002, Pages 289–300
- Lipovich, G. A., 2008, The Privatization Of Argentine Airports, *Journal of Air Transport Management*, Volume 14, Issue 1, January 2008, Pages 8–15
- Ouma, T.H., Adlerb N., Yua, C., Privatization, Corporatization, Ownership Forms And Their Effects On The Performance Of The World's Major Airports, *Journal of Air Transport Management* Volume 12, Issue 3, May 2006, Pages 109–121 (Air Transport Research Society Conference, Rio de Janeiro, July 2005)
- Yanga X., Tok S.A., Suc, F., The Privatization And Commercialization Of China's Airports, *Journal of Air Transport Management* Volume 14, Issue 5, September 2008, Pages 243–251
- Uaştırma Bakanlığı Havacılık Sektörü Raporu, 2013
- Ulaştırma Bakanlığı Havacılık ve Uzay Raporu, 2014
- www.dhmi.gov.tr
- www.worldbank.org



2015.03.01.ECON.02

TÜRKİYE'DEKİ BÖLGELER ARASI İÇ GÖÇÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN PANEL VERİ ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ*

Gaye KARPAT ÇATALBAŞ†

Ömer YARAR‡

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi

Received : 03 May 2015

Accepted : 10 June 2015

Özet

İnsanlık tarihi kadar geçmişi bulunan göç hareketleri, sadece insanların yaşadıkları mekânı değiştirmesi olarak gözüke de sosyal, kültürel, ekonomik ve siyasi birçok sonuca neden olmaktadır. Göçün olası zararlarının azaltılması adına, göçe neden olan etkenlerin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, panel veri analizi ile ekonometrik model kurularak, 2008-2012 dönemi için Türkiye'deki bölgeler arası iç göçün belirleyicilerinin saptanması amaçlanmıştır. Analiz sonucunda, bölgeler arası göç üzerinde bölgenin zenginlik düzeyinin olumlu, enflasyon oranı, istihdam oranı ve terör sorununun ise olumsuz etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, belirlenen uygun model yardımıyla, bağımsız değişkenlerde uygulanan bazı iyileştirmelere karşın iç göçe ilişkin öngörü değerleri elde edilmiştir. Bu sayede iç göçün olumsuz etkilerini azaltmak için yapılacak olan çalışmalara zemin olması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Göç, İç Göç, Panel Veri Analizi

Jel Kodu: R23, O15, C33

* Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı için Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 23.06.2014 tarih ve 2014-13/6 sayılı kararı ile onayladığı Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

† gkarpat@ogu.edu.tr

‡ omeryarar71@hotmail.com

DETERMINATION OF FACTORS AFFECTING INTERNAL MIGRATION IN TURKEY WITH PANEL DATA ANALYSIS

Abstract

Migrations which have a long past as the history of mankind not only make to the people change their residence but also cause a good deal of social, cultural, economical and political consequences. In order to decrease the likelihood of disadvantages, it is very important to be able to foresee the factors of migrations. Therefore, the present study aims to design an econometric model of internal migration in Turkey for the period 2008-2012 by using panel data methods. As a result, inter-regional migration analysis on the level of the region's wealth, positive, inflation rate, employment rate and has been found to the problem of terrorism is a negative effect. Also, with the help of the appropriate designated model despite some improvement applied to the arguments from the internal forecasting values for migration have been obtained. this way, it is intended to be the basis for the work to be done to reduce the negative effects of migration.

Keywords: Migration, Internal Migration, Panel Data Analysis

Jel Code: R23, O15, C33

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi ile başlayan göç hareketleri insanların daha iyiyi ve daha güzeli arama arzusu var oldukça devam edecektir. Göç sadece insanların buldukları coğrafi konumu değiştirmesi gibi gözüke de sosyal, kültürel, ekonomik ve siyasi birçok değişikliği de içinde barındırmaktadır. Bu değişiklikler insanları, toplumları hatta ülkeleri olumlu ya da olumsuz yönde etkilemektedir.

Ülkemizdeki iç göçün tarihine bakıldığında Cumhuriyet'in ilk yıllarında önemli göç hareketine rastlanmamıştır. 2. Dünya Savaşından sonra ABD'nin 1948-1951 yıllarında uygulamaya koyduğu Marshall Yardımları sayesinde Türkiye 137 milyon dolarlık bir pay almıştır. Bu yardımlar kapsamında tarımda makineleşmenin artırılması için Türkiye'ye 40 binden fazla traktör hibe edilmiştir. Tarımdaki makineleşmenin sonucunda köylerde tarıma dayalı işlerde çalışan insanlar işsiz kalmıştır. Dolayısıyla, 1950 yılından itibaren şehirlerde gelişen sanayileşme ve hizmet sektöründe yaşanan işgücü ihtiyacı köylerdeki işsiz kalan insanların şehirlere göç etmesine neden olmuştur.

1970'lere gelindiğinde ise kırdan kente göçlerin hızı azalarak da olsa devam etmekle birlikte kentten kente yapılan göçlerde bir artış

gözlemlenmektedir. 1970-80 yılları arasındaki toplam iç göç hareketlerinin büyük çoğunluğunu kentten kente olan göçler oluşturmaktadır.

1980'li ve 1990'lı yıllar Türkiye'de uygulanan serbest piyasa ekonomisi, özelleştirme, iletişim ve ulaşım koşullarının gelişimindeki süreklilik, bireysel yaşamın toplumsal yaşam karşısında öne çıkması ve sivil toplumun önem kazanması ile insanların toplumsal hareketliliği daha da arttırmıştır. Diğer yandan, bu dönemde Türkiye'de iç göç, siyasi nedenlerin de katkısıyla giderek daha da yoğunlaşmıştır. Zorunlu ve gönüllü göç ayrımı da bu yoğunluğun bir parçası olmuştur. Doğu ve Güneydoğu'dan, hem can-mal güvenliği olmadığı için hem de bu bölgede süren terör nedeniyle, binlerce insan göç etmek zorunda kalmıştır. Bu göç çerçevesinde önemli oranda bir nüfus, önce daha güvenli görünen Diyarbakır, Van, vb. civar illere, sonra da İstanbul, İzmir, Adana, Bursa, Mersin başta olmak üzere, Batı ve Orta Anadolu'daki büyük şehirlere göç ederek, söz konusu yerleşim yerlerinin zaten var olan kentsel sorunlarını olağanüstü boyutlara taşımıştır (İçduygu ve Sirkeci, 1999).

Günümüze gelindiğinde ise Türkiye'deki iç göçe ait 2008-2012 yılları arasında gerçekleşen net göç hızları Tablo 1'de 12 bölge için verilmiştir. Buradaki net göç hızı değerleri alınan göç ile verilen göç arasındaki farkın toplam nüfusa oranı

şeklinde hesaplanmaktadır. Tablo 1 incelendiğinde, bölgeler bazında 2008-2012 yılları arasında İstanbul, Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara ve Batı Anadolu Bölgeleri göç alırken, Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Kuzey Doğu Anadolu, Orta Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu bölgeleri göç vermektedir. Farklı olarak Akdeniz Bölgesi 2008- 2010 yılları arasında göç alırken 2011 ve 2012 yıllarında göç vermekte; Doğu Karadeniz Bölgesi ise 2008- 2011 yılları arasında göç verirken, 2012 yılından itibaren göç almaya başlamaktadır.

Yukarıda değinilen göç hareketlerinden de anlaşılacağı üzere göç sadece bireylerin buldukları coğrafi konumları değiştirmesi kadar basit değildir. Göçler sonucunda insanlar, toplumlar, ekonomik, siyasi ve kültürel birçok

değer hatta devletlerin sınırları bile değişmektedir. Bu nedenledir ki iç göç ve etkileri pek çok araştırmaya konu olmuştur.

Çalışmada öncelikle göç kavramının tanımı ve iç göçün sebep ve sonuçlarına değinilmiştir. Sonraki bölümde yurt içinde ve yurt dışında yapılmış göçle ilgili çalışmalar üzerinde durulmuştur. İzleyen bölümlerde, analizde kullanılan panel veri analizinin teorik yapısı ortaya konularak, çalışmada kullanılan veri ve değişkenler hakkında bilgi verilmiştir. Çeşitli model denemelerinin yapılarak uygun modelin karar verildiği bölümden sonra analiz bulguları son bölümde değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'deki 12 Bölgenin 2008- 2012 Yılları Arasındaki Net Göç Hızları

Düzeyl	Bölgeler	Net Göç Hızları				
		2008	2009	2010	2011	2012
TR1	İstanbul	2.1	3.1	7.8	9	2.2
TR2	Batı Marmara	9.7	4	4.6	5	7.7
TR3	Ege	3.7	1.7	0.1	0.1	2.6
TR4	Doğu Marmara	12.6	6.4	5.5	6.2	5.3
TR5	Batı Anadolu	3	4.6	5.6	7.1	3.6
TR6	Akdeniz	2.2	0.5	0.6	-1.2	-1.1
TR7	Orta Anadolu	-9	-5	-9	-8.8	-4.1
TR8	Batı Karadeniz	-4.4	-2.4	-11.2	-8.8	-3.2
TR9	Doğu Karadeniz	-2.2	0.6	-9	-9.9	7.3
TRA	Kuzeydoğu Anadolu	-26.1	-14.7	-13.6	-12.5	-15.4
TRB	Ortadoğu Anadolu	-10.9	-9.1	-9.1	-16.5	-7.2
TRC	Güneydoğu Anadolu	-7.6	-7.1	-3.8	-4.1	-7.6

Kaynak: www.tuik.gov.tr

2. GÖÇ

Göçle ilgili pek çok tanım yapılmaktadır. Bir tanıma göre göç, kişilerin hayatlarının gelecekteki kısmının tamamını ya da bir parçasını geçirmek üzere, tamamen ya da geçici bir süre için bir iskan ünitesinden (şehir, köy gibi) diğerine yerleşmek

kaydıyla yaptıkları coğrafi yer değiştirme olayıdır (Akdoğan, 1998).

Bir başka tanıma göre ise göç, birey ve grupların ekonomik, sosyal, kültürel vb. nedenlerden dolayı bir yerden başka bir yere gitmeleridir (Kızılcılık ve Erjem, 1992).

Göç tanımını tek bir kritere göre yapmak mümkün değildir. Bu nedenle de, göç tanımı genel

olarak; göç edenlerin iradelerine göre (zorunlu ve gönüllü göçler), göç edilen yerde kalma sürelerine göre (kalıcı ve geçici göçler) ve göç edilen yerlerin konumlarına göre (dış ve iç göçler) olmak üzere üç ana başlıkta toplanmaktadır.

2.1. Türkiye'deki İç Göçe Sebep Olan Temel Faktörler

Bireylerin bir bölgeden diğerine ya da bir ülkeden diğerine göç etme sebepleri çok sayıda ve karmaşıktır. Konuyla ilgili literatür incelenerek bireyleri göç etmeye sebep olan en temel faktörler aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Ekonomik Nedenler: İşsizlik Türkiye'nin temel problemlerinden birisidir. Nüfusun genç yapısı, sanayileşmeye paralel olarak gerçekleşmeyen kentleşme, köyden kente göçenlerin kentte iş bulamamaları ve marjinal sektörde çalışmalarına, aynı zamanda gizli işsizlik oranının kentlerde artmasına neden olmaktadır. Köyden kente göçenlerin, birincil göç nedeni işsizliktir. Kitleler "iş bulmak" amacı ile alıştıkları hayat tarzından koparak kente göç etmektedirler (Bayhan, 1997).

2. Doğal afetler: Ülkemizde meydana gelen deprem, sel ve su baskınları, heyelan ve kuraklık gibi doğal afetlerden dolayı insanlar doğup büyüdükleri terk etmek zorunda kalmışlardır. Yakın zamanda ülkemizde gerçekleşen 17 Ağustos 1999 Gölcük, 12 Kasım 1999 Düzce ve 23 Ekim 2011 Van depremlerinde on binlerce vatandaşımız göç etmek zorunda kalmıştır.

3. Terör ve güvenlik sorunları: Ülkemizde 1980'li yıllardan sonra güvenlik nedenleri ile özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden, daha güvenli görülen Batı Bölgelerine doğru göç gerçekleşmiştir. Türkiye'de gerçekleşen göçlerin 1986-1990 yılları arasında % 7,5'i ve 1991-1995 yılları arasında da % 14,2'i güvenlik sorunlarından kaynaklanmaktadır (Tgyona, 2006).

4. Kırsal kesimdeki yüksek doğurganlık ve hızlı nüfus artışı: Demografik verilere bakıldığında, Türkiye'nin ortalama doğurganlık hızı 2.23 iken, bu oran, Doğu ve Güneydoğu

Anadolu bölgelerinde 3.65, batı bölgelerinde ise 1.88 olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki doğurganlık oranı, Batı Bölgelerinin yaklaşık iki katıdır (AREM).

5. Tarımsal toprak yetersizliği: Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde doğurganlık oranının yüksek olmasından dolayı, ailelerin öteden beri sahip oldukları topraklar önceleri az sayıda insanları geçindirebilirken, bir süre sonra ailelerin genişlemeye başlaması ve yeni ailelerin oluşmasıyla birlikte topraklar yetmemeye başlamıştır. Ülkemizde kırsal alanlarda başlıca geçim kaynağı topraktır. Toprağın yetersiz oluşu veya eşitsiz dağılımı, geçimi güçleştirir. Ayrıca, makine kullanımı ile işsiz kalan bireylerin kentlere göç etmesi beklenir (Çelik, 2006).

6. Kentlerin sosyal ve kültürel yönlerden çekiciliği: Türkiye'de özellikle, İstanbul gibi sosyal ve kültürel altyapısı güçlü olan kentlere doğru yapılan göçlerin bir nedeni de, göç etmek isteyenlerin bu kentlerin sosyal, kültürel ve diğer benzer hizmetlerinin çekiciliğine kapılarak bu hizmetlerden yararlanmak istemeleridir. Bu çekici unsur, daha çok orta ve üst gelir gruplarının büyük kentlere göç etmelerini ifade etmektedir (Kocaman ve Beyazıt, 1993).

7. Eğitim konusu da göç kapsamında çekici nedenler arasında yer almaktadır. ILO'nun 1991 yılında Türkiye'nin kırsal kesimlerinde yapmış oldukları anket çalışmasında çıkan sonuçlara göre, kırsaldaki ailelerin çoğunluğunun çocuklarının geleceği ve eğitimi konusundaki kaygılarını en önemli göç nedeni olarak gösterdikleri ortaya çıkmıştır (Akgür, 1997).

2.2. Türkiye'deki İç Göçün Sonuçları

Göç tanımları, bireylerin mekânsal anlamda nüfus hareketlerini içermektedir. Ancak göç ile bireyler sadece doğdukları ya da yaşadıkları yerleri değil aynı zamanda özümstedikleri kültürü, akrabalarını ve değer verdiği birçok şeyi geride bırakarak yeni yerleşim birimlerine gitmektedirler. Dolayısıyla bir bütün olarak düşünüldüğünde

göçün meydana getirdiği ve/veya getireceği sosyo-ekonomik sonuçlar vardır (Pazarlıoğlu, 2007)

Kırsal kesimden göç edenler kent ve ilçe merkezlerinde yerinde üretim geleneklerini devam ettirmeye çalışmaktadırlar. Bu durumda, kır ve kent kültürü arasında çatışma meydana getirmektedir. Dolayısıyla kentlerde ara kültüre sahip bireyler oluşmaktadır. Böylece kentlerin nüfus potansiyelini oluşturan kırsal nüfus sahip oldukları ara kültür değerlerini kentlere yaymaya başlamıştır. Sonuçta, kent kültürü yerine kır-kent kültürüne sahip şehir kültürü oluşmuştur (Oktik, 1997).

Göç eden insanların en önemli problemlerinden biri barınmadır. Barınma problemi de plansız şehirleşmeye ve gecekondulaşmaya yol açmaktadır. Bu da göç alan bölgelerde konut, elektrik, temiz su, kanalizasyon ve ulaşım gibi altyapı hizmetleri ile sağlık, eğitim ve güvenlik hizmetlerinde problemlere neden olmaktadır. Ayrıca bölgelerdeki bu kontrolsüz nüfus artışı ısınmada kullanılan yakıtlardan ve taşıtların egzoz gazlarından kaynaklanan hava ve çevre kirliliğine de neden olmaktadır. Çoğu zaman bu problemler telafi edilememekte, edilse bile ortaya çıkan maliyeti artırmaktadır.

Göçmenlerin önemli problemlerinden bir diğeri ise geçim sıkıntısıdır. Kırsalda insanlar kendileri için üretim yapmakta iken şehre göç ettiklerinde bu ürettikleri maddeleri dışarıdan temin etmek zorunda kalmaktadırlar. Başka bir ifade ile köylerde üretici iken şehirde tüketici konumuna düşmektedirler. Göç eden insanların özellikle eğitim düzeyi düşük olanların kent ortamında vasıfsız işçi olmaktan başka çareleri yok gibidir. Bu da şehirlerde sınırlı olan bu iş imkânlarının doygunluğa ulaşmasından dolayı işsizliğe neden olmaktadır.

Göç hareketlerinin neden olduğu problemlerin diğeri bir yüzü ise göç veren yerlerde özellikle kırsal alanda nüfus ve iş gücü transferinden dolayı buraların ıssızlaşp üretimin düşmesine ve ayrıca buralara yapılan altyapı, eğitim, sağlık ve güvenlik yatırımlarının boşa gitmesine neden olmasındır.

Bunların yanında göç ederek gelen nüfusun beceri düzeyleri göç edilen yeri olumlu etkiler. Göç

eden nüfusun sermaye olanakları, bilgi ve tecrübeleri de gittiği yerde kullanılmaktadır. Dolayısıyla göç eden insanların sahip olduğu bütün olumlu imkânlar da göç ettiği yere taşınmaktadır. Ayrıca göç eden insanlar gittikleri yerlere beraberinde kültürlerini götördüklerinden kültürler arası kaynaşmaya sebep olmaktadır

3. LİTERATÜR

Göçle ilgili yapılan ilk bilimsel çalışma Ravenstein'nın 1885 ve 1889 yıllarında "Göç Kanunları" adında yayımladığı iki makaledir. Bu makalelerde Ravenstein, 1871 ve 1881 yılı İngiliz nüfus sayımı istatistiklerinden yararlanarak yedi göç kanunu oluşturmuştur (Yalçın, 2004).

Beş tip göç olduğunu iddia eden Willam Petersen (1958) ise her insanın aynı olduğu ve göçün sıradan bir davranış olduğu düşüncesine karşı çıkararak "Eğer her insan aynıysa neden bazıları göç ediyor da bazıları göç etmiyor?" diyerek başlıyor çalışmasına. Temel olarak Petersen göçe neden olan faktörlerin altında yatan sebepleri aramaktadır. Ekonomik durum göç için her zaman önemli bir faktördür ve bundan kişilerde farklı şekilde etkilenmekte ve farklı tepkiler vermektedir. Bu farklılıklara göre beş tipte göç olmaktadır (Çağlayan, 2006).

Göç ile ilgili diğeri bir kuram da 1966 yılında Everett Lee tarafından geliştirilen "İtme-Çekme Kuramı" dır. Lee kuramında göçmenden daha ziyade göçe odaklanılması gerektiğini belirtip göçlerin ortak özelliklerini ortaya koymaya çalışmıştır. Bunun için de göçe neden olan dört temel itici ve çekici faktör belirlemiştir (Yalçın, 2004).

Easterlin (1980), kentsel işsizlik oranının artmasına rağmen, göçün temelde öncelikli olarak iktisadi değerlendirmelere dayandığı varsayımı ile başlayan Todaro Modeli, göçün gerçek kazançtan ziyade, kentsel- kırsal farklılıklar ile ilişkili olarak geliştiğini varsaymaktadır.

Yamak ve Yamak (1999), 1980-90 döneminde iller arası net göçler ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi ampirik olarak incelemişlerdir. Bu çalışmada, bölgesel bazdaki gelir

dengesizliklerinin iç göç üzerindeki etkisi araştırılmış ve bu etkinin net göç veren illerin düşük gelir seviyesinden ziyade, net göç alan illerin yüksek gelir seviyesinden kaynaklandığı ortaya koyulmuştur. Diğer bir ifade ile, itici faktörlerden ziyade çekici faktörlerin önemi vurgulanmıştır.

İçduygu ve Sirkeci (1999), 75 yıllık Cumhuriyet tarihinde gerçekleşen iç ve dış göçleri hareketlerini genel bir çerçeve içinde incelemiştir. Sonuç olarak, yirminci yüzyılın teknolojik gelişmeleri ve iletişim/bilgi teknolojilerinin gelişmesi ve yayılması insanların hareket özgürlüğünü artırdığını ancak göçü gündeme getiren temel motiflerde pek bir değişikliğin olmadığını ortaya koymuşlardır. Bu bağlamda, gelecekte Türkiye'de hem yurt içinde hem de yurtdışına göçün artacağını öngörmüşlerdir.

Pazarlıoğlu (2001), panel veri modellerini kullanarak Türkiye'de iç göçün ekonometrik modellerini oluşturmuş; uygun modellerden faydalanarak iki tane senaryo analizi ile iç göç üzerine öngörüler yapmıştır. Yapılan senaryolar ve kurulan modeller sonucunda iç göçün önlenmesinde etkili olan yolların; gelir dağılımındaki eşitsizliğin giderilmesi ve şehirlerarası ekonomik farklılıkların ortadan kaldırılması olarak belirtilirken iç göçün en önemli sonuçlarından birisinin de çarpık kentleşme olduğu tespit edilmiştir.

Abadan-Unat (2002) çalışmasına göre kapitalist ekonomi Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya'daki merkezlerden giderek daha geniş halkalar halinde yayıldıkça dünya nüfusunun giderek daha büyüyen kısmı dünya pazar ekonomisine dahil edilmektedir. Çevre bölgelerdeki toprak, hammadde ve emek dünya pazarlarının denetimi altına girdikçe göç akımları oluşmaktadır.

Ceritli vd. (2005), ülke içindeki göç hareketliliğinin zaman içindeki değişimini ve bu değişimin nüfus yapısına etkilerini incelemiştir. Analizde 2000 Genel Nüfus Sayımı sonuçlarına göre göç eden nüfusun nitelikleri, toplam nüfus ile farklılıkları vurgulanarak göçün asıl nedeninin iş bulma olduğu, tayin/atama, eğitim ve Marmara ve Düzce depremlerinin etkisinin de hem iller arası

hem de il içinde yoğun göç hareketlerine neden olduğu tespit edilmiştir.

Cebula (2005), çalışmasında 1999 ve 2002 yılları arasında birçok ekonomik ve ekonomik olmayan faktörlerin ülkedeki büyük göçlerin üzerindeki etkisini araştırmıştır. Gözleme dayalı tahminler göstermektedir ki, ülkedeki büyük göçleri bir yandan umulan kişi başına düşen gelirin veya gerçek kişi başına düşen gelirin artması pozitif diğer yandan ise ortalama yaşam masraflarının azalması ile negatif etkili olduğu görülmüştür. Ancak işsizlik oranı değişkeninin büyük göçleri başlı başına etkilediği görülmektedir. Bunun yanında fonksiyonda ülkedeki büyük göçleri milli parklara, tatil beldelerine, daha ılıman iklimlere, batıya yerleşmeye ve daha muhteşem güneş olanaklarına ulaşabilmenin pozitif etkilediği, aynı zamanda suç oranının ve tehlikeli atık yerlerinin ise negatif etkilediği görülmektedir.

Çağlayan (2006), çağımızın karakteristik özelliklerinin göç ve göç biçimlerine yansıdığından ve 21. yüzyıl göç olgusunun, hem benzer niteliklerle hem de kristalize olmuş biçimde karşımıza çıktığını vurgulamıştır. Çağlayan (2006)'ya göre kristalize olmaktadır; çünkü yaşanan gelişmeler, her bir göçü biricik ve kendine özgü kılmaktadır. Çok katmanlı ve karmaşık bir yapı kazanan göç olgusunu ele alan çalışmalar göç ve göçmen ayrımını yapmalı, göçün bireysel ve yapısal nedenlerini ve bu nedenlerin göçün biçimlenişindeki etkilerini analiz edebilmelidir. Bu tür bir çalışma ise göç kuram ve modellerinin gözden geçirilmesini beraberinde getirdiğini ifade etmiştir.

del Rey Poveda (2007) çalışmasında, Veracruz'un güneyindeki kırsal kesimin hali hazırdaki göçlerini analiz etmektedir. Göçün yapıldığı üç farklı yer tespit etmiştir. Bunlar geleneksel pazarlar, kuzey sınırı ve ABD. Üçüncü dereceden oluşan bir çokterimli lojistik model uygulayarak ve göçmenlerin ferdi, ailevi ve bölgesel karakteristiklerini göz önünde bulundurarak, her bir bölge için farklı etkenler (belirleyiciler) bulmuştur. Bu etkenler göçmenlerin ve ailesinin hedefleri, ihtiyaçları ve amaçlarıyla

ilişkilidir. Bunun dışında, her bir bölge göçmen ve geri kalan diğer akrabaları açısından farklı sonuçlar içermektedir.

Filiztekin ve Gökhan (2008), 1990-2000 dönemini inceleyerek Türkiye'de iç göçleri belirleyen faktörleri araştırmışlardır. Bu çalışmada, göçleri insan kaynaklarına yapılan bir yatırım olarak değerlendiren göç teorilerinin ileri sürdüğü beklentileri destekleyen bulgular elde edilmiştir. Gelir farklarının, işsizlik oranlarının, yaşın, eğitim seviyesinin, mesafenin ve sosyal ağların göçleri etkileyen en önemli faktörler olduğu belirlenmiştir.

Ackah ve Medvedev (2010) çalışmalarında Gana'da son dönemlerde göç ve aileye para gönderme üzerine yapılmış çalışmalardan elde edilen bilgileri kullanarak kişilerin iç göçmen olmalarındaki olası nedenleri ve iç göçmenlik ile refah arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çalışmada olası göç hareketlerinin ferdi (çekme) ve toplumsal seviye (itme)'nin kombinasyonu ile belirlendiği tespit edilmiştir.

Bülbül ve Köse (2010), Türkiye'deki bölgelerarası iç göç hareketlerini çok boyutlu ölçkleme yöntemi ile incelemişler ve bu 12 bölgenin demografik özellikleri, sosyo-ekonomik göstergeleri ve göç verileri bakımından birbirlerine göre konumlarının incelenmesi ve aralarında olası benzerliklerin ya da farklılıkların ortaya konulmasını amaçlamışlardır. Analiz sonuçlarına göre İstanbul ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgeleri'nin diğer bölgelerden anlamlı olarak farklı bir konumda oldukları ve birbirlerine en yakın bölgelerin, Batı Marmara, Doğu Marmara ile Batı Anadolu Bölgeleri oldukları belirlenmiştir.

Celasun vd. (2011), Türkiye'deki iç göçleri belirleyen faktörlerin modellenmesini amaçladıkları çalışmalarında en ilginç sonuç olarak, bireylerin iç göç kararlarını etkileyen en önemli faktörün bir yere daha önce göç etmiş olanların çekici gücü olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Çalışmadaki bir diğer çarpıcı sonuç olarak ise illerdeki üniversite kapasitesinin bireylerin göç kararı üzerinde etkili olduğudur.

Çakır (2011), göç olgusunun/sürecinin kavramsal ve kuramsal yönü, tarihsel ve toplumsal

boyutu, neden ve sonuç ilişkisi toplumsal değişme kuramı açısından yorumlayıp değerlendirmiştir.

Özdemir (2012), Türkiye'deki iç göçün ortaya çıkış nedenlerin tarihsel koşullar altında inceleyerek iç göçün doğurduğu sonuçları kentsel etkiler bağlamında belirlemeye çalışmıştır.

Erçevik (2013), Türkiye sınırları içinde Genel Nüfus Sayımı dönemlerinde göç edenlerin sayısal boyutları, sosyo – ekonomik nitelikleri ve yerleşim yerleri bazında dağılımları ile göç nedenleri konularında meydana gelen değişimleri değerlendirilerek 2000 yılında Türkiye sınırları içinde yapılan göç hareketlerinin profili çıkarılmaya çalışmıştır. Çalışma sonucunda göç alan bölge için 6 tane, göç veren bölgeler için 6 tane Log – Lineer Model oluşturmuştur.

4. YÖNTEM

4.1. Panel Veri Analizi

Ekonometrik analizlerde üç çeşit veri kullanılmaktadır. Bunlar; zaman serisi verileri, yatay kesit verileri ve panel verileridir. Genellikle çalışmalarda ya zaman serisi verisi ve ya da yatay kesit veriler kullanılmaktadır. Ancak bağımlı değişken ile bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkiyi açıklamada zaman ya da yatay kesit boyutu tek başına yeterli olamamaktadır. Bundan dolayı da son yıllarda zaman ve yatay kesit boyutunun bir arada kullanılmasına imkan veren panel veriler yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir.

Zaman boyutuna sahip yatay kesit serilerini kullanarak ekonomik ilişkilerin tahmin edilmesi yöntemine "Panel Veri Analizi" denir (Gujarati, 2004).

Her ne kadar panel veri analizinin ilk kullanımı 1950'li yıllar olmasına rağmen ilk uygulamalı çalışmalar, 1990'lı yıllardan itibaren başlamıştır (Yerdelen Tatoğlu, 2012).

Panel veri analizi, bireysel heterojenliği kontrol edebilmesi, daha kapsamlı modellerin kullanılmasına olanak sağlaması, araştırmacıya daha geniş bir veri kümesi ile çalışma imkanı sağlaması, çoklu doğrusal bağıntı sorununu gidermesi bakımından avantajlara sahipken panel

veri analizindeki en önemli sorun panel veriye ulaşılmasıdır. Bu konuda son yıllarda özellikle OECD ve Worldbank'ın yayınladığı istatistiklerde yıllar bazında pek çok birime (hanehalkı, firma, ülke vb) ilişkin bazı önemli finansal ve iktisadi veriler mevcuttur. Türkiye'de ise bu şekilde hazırlanmış veri setleri mevcut değildir.

4.2. Doğrusal Panel Veri Modelleri

N sayıda birim ve T sayıda gözlemden oluşan, k tane açıklayıcı değişkene ait genel doğrusal panel veri modeli;

$i=1,2,\dots, N$ ve $t=1,2,\dots,T$ olmak üzere

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it} X_{1it} + \beta_{2it} X_{2it} + \dots + \beta_{kit} X_{kit} + u_{it} \quad (1)$$

ile verilir. Burada Y_{it} : bağımlı değişken, X_k : bağımsız değişkenler, β_k eğim parametreleri ve u hata terimidir. i alt indisi birimleri, t alt indisi ise zamanı göstermektedir. Y_{it} değişkeni, birimden birime ve bir zaman periyodundan ardışık zaman periyoduna farklı değerler alan bağımlı bir değişken olduğunda, kesit boyutu için i , zaman periyodu için t olmak üzere iki alt indisle ifade edilmektedir. Doğrusal panel veri modelinde, parametrelerin birim ve/veya zamana göre değer almasına bağlı olarak çeşitli modeller mevcuttur (Hsiao, 2003). Bunlar,

1. Hem sabit, hem de eğim parametrelerinin birimlere ve zamana göre sabit olduğu modellerdir. Bu tür modellere "Klasik Model" de denilmektedir.
2. Modelde eğim parametresi sabitken, sabit katsayının birimlere ve/veya zamana göre değişken olduğu "Sabit Parametresi Değişken Modeller" dir.
3. Tüm parametrelerin hem birimlere hem de zamana göre değişken olduğu model

Bu modellerden eğim katsayısı sabit, sabit katsayısı değişken olan modeller analizlerde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Birimlere ve zamana göre farklılıkları değişik biçimde dikkate alınmanın en kolay yolu bu tür modelleri kullanmaktır.

Sabit katsayısı değişen olan modeller, çeşitli sebeplerle dışlanan değişkenlerin (gözlenemeyen) etkilerinin sabit terim ya da hata terimiyle ifade edilmesine göre Sabit Etki Modeli ve Tesadüfi Etki Modeli ismini almaktadır. Bu modellerinin ikisinde de hata terimlerinin tüm zaman dönemi ve tüm bireyler için bağımsız ve sıfır ortalama ve σ^2 sabit varyanslı normal dağıldığı varsayılmaktadır.

4.2.1. Sabit Etkiler Modeli

Eğer gözlenemeyen birim etkiler, her bir yatay kesit gözlem için tahmin edilen bir parametre olarak davranıyorsa *sabit etkiler* söz konusu olmaktadır. Sabit etkiler modelinde,

$i=1,2,\dots, N$ $t=1,2,\dots,T$ olmak üzere

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad (2)$$

eğim parametreleri tüm yatay kesit birimleri için aynı ($\beta_i = \beta$) iken, sabit parametre birim etki içermesi sebebiyle birimden birime değişmektedir. Yani birimler arası farklılar sabit terimdeki farklılıklarla ifade edilmektedir. Bu modelde, sabit terimin birimden birime değişkenlik gösterdiği; eğim parametrelerinin zaman ve birime göre sabit olduğu varsayılmaktadır (Matyas and Sevestre, 2008).

Sabit etkiler modelinin tahmininde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar; Havuzlanmış EKK, Gölge Değişkenli EKK, Genelleştirilmiş EKK, Esnek Genelleştirilmiş EKK, Grup içi Tahmin, Gruplar arası Tahmin, En Çok Olabilirlik yöntemleridir.

4.2.2. Tesadüfi Etkiler Modeli

Tesadüfi etkiler modellerinde, birimlere veya birimlere ve zamana göre meydana gelen değişiklikler, modele hata teriminin bir bileşeni olarak dâhil edilmektedir.

Tesadüfi etkiler modelinde birim etki sabit olmadığından sabit parametre içerisinde değil, tesadüfi olduğundan hata payı içerisinde yer

aldığından Eş.1'deki panel veri modelinde hata terimi v_{it} ,

$$v_{it} = u_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

ile ifade edilir. Burada u_{it} , artık hataları, μ_i ise birim hatayı (birim farklılıklarını ve zamana göre birimler arasındaki değişmeyi) gösterir. Başka bir ifade ile μ_i , i . yatay kesit birimin sabitini temsil etmektedir. Bu durumda Tesadüfi Etkiler Modeli,

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \sum_{k=1}^K \beta_{ki} X_{kit} + v_{it} \quad (4)$$

ile ifade edilir.

Tesadüfi etkiler modelinin varsayımları; katı dışsallık varsayımı, birim etkiler ve açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon olmaması, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağıntı olmaması. Artık hata terimlerinin sabit varyanslı olması, koşulsuz varyansın zamana göre sabit ve otokorelasyonsuz olması. Ayrıca koşullu varyans sabit ve koşullu kovaryanslar sıfırdır. Zaman sabiti değişkenler tesadüfi etkiler modelinde yer alabilir ve tahmin edilebilirken, sabit etkiler modelinde yapılan dönüşümlerle modelden düşmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2012).

Tesadüfi Etkiler Modelinin tahmininde ise Havuzlanmış EKK, Genelleştirilmiş EKK, Esnek Genelleştirilmiş EKK, Grup içi Tahmin, En Çok Olabilirlik yöntemleri en çok kullanılan tahmin yöntemleridir.

4.2.3. Klasik Model, Sabit Etkiler Modeli ve Tesadüfi Etkiler Modeli Arasındaki Seçim İçin Kullanılan Testler

4.2.3.1. F Testi

Chow testinden uyarlanan testte birim etkilerin olmadığını ifade eden sıfır hipotezi,

$$H_0 : \beta_i = \beta$$

ile verilir. Test sonucu H_0 reddedilirse birimler arası etkinin olduğuna, dolayısıyla Klasik Modelin geçerli olmadığına karar verilir.

4.2.3.2. Olabilirlik Oran Testi

“Klasik Model doğrudur” şeklinde kurulan H_0 hipotezi q (kısıt sayısı) serbestlik derecesi ile χ^2 dağılım LR testi ile test edilir. H_0 reddedilirse birim ve/veya zaman etkilerinin olduğuna (Klasik Modelin uygun olmadığına) karar verilir (Yerdelen Tatoğlu, 2012).

4.2.3.3. Breusch-Pagan Lagrange Çarpanı Testi

Klasik Modeli Tesadüfi Modele karşı test eden bu test Breusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilmiştir. $H_0 : \sigma_{\mu}^2 = 0$ hipotezi, 1 serbestlik derecesi ile χ^2 dağılımı gösteren LM testi ile test edilir. H_0 reddedilirse, birim etkilerin olmadığı, dolayısıyla Klasik Modelin uygun olmadığı sonucuna varılır.

4.2.3.4. Score Testi

Klasik Modeli Tesadüfi Etkiler Modeline karşı test etmek amacıyla LR testinden türetilmiştir. Birim etkilerin olmadığı H_0 hipotezi test edilir.

4.2.3.5. Hausman Testi

Birim etkinin var olduğu dolayısıyla Klasik Modelin geçerli olmadığı tespit edildikten sonra Sabit Etkiler ya da Tesadüfi Etkiler Modeli arasında seçim yapmak gerekir. Aslında ne sabit etkiler ne de Tesadüfi Etkiler tahmincisi mükemmeldir. Çünkü Tesadüfi Etkiler tahmincisi gerçek etkinin üzerinde sapmalı tahminler verirken, Sabit Etkiler Tahmincisi ise gerçek etkinin altında sapmalı tahminler vermektedir (Johnston and Dinardo, 1997).

Mundlak (1961) ve Wallace ve Hussain (1969) Sabit Etkiler Modelinin ilk taraftarları iken Balestrav ve Nerlove (1966) ise Tesadüfi Hata Bileşen Modelinin savunucuları olmuştur (Baltağı, 2005).

Hausman tarafından geliştirilen Hausman testi, tahminciler arasında seçim yapmak amacıyla kullanılmaktadır. k serbestlik derecesi ile χ^2 dağılımı gösteren Hausman testi ile “Tesadüfi Etkiler Modeli Geçerlidir” sıfır hipotezinin test edilir.

5. ARAŞTIRMANIN AMACI, MODELİ VE VERİ SETİ

Çalışmada Türkiye’deki iç göç hareketlerini etkileyen faktörler ve bu faktörler arasındaki ilişkileri gösteren ekonometrik model panel veri analizi yöntemiyle tahmin edilerek tahmin edilen model yardımıyla göç hızlarının çeşitli varsayımlar altında bir sonraki dönem için öngörülmesi amaçlanmıştır. İç göç hareketlerinin modelinin ortaya konulması göç alan bölgelerin nüfus yoğunluğunun kontrolünde, kentsel ve sosyal programların düzenlenmesinde önem arz etmektedir. Ayrıca göç veren bölgelerde göçe neden olan problemlerin tespiti ve giderilmesi için kaynak olması açısından önemlidir.

5.1. Analizde Kullanılan Veri Seti ve Model

Ülkemizde iç göçlerle ilgili veriler 1980 yılında yapılan nüfus sayımı ile derlenmeye başlamış, sonu 0 ve 5 ile biten yıllarda gerçekleştirilen sayımlarla da devam etmiştir. Kamu hizmetlerinin daha sağlıklı yürütülebilmesi, yerleşim yeri nüfus bilgilerinin ve nüfus hareketlerinin düzenli olarak izlenebilmesi amacıyla 2007 yılında Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) kurulmuştur. Bu sistemden; yerleşim yerlerine göre nüfus büyüklüğü ve nüfusun temel niteliklerine ilişkin bilgiler elde edilmektedir. Bu tarihten itibaren ülkemizde yıllık olarak iç göç bilgileri üretilmektedir.

ADNKS’de son bir yıl içinde, ülke sınırları içinde belirli alanlardaki (bölge, il, ilçe vb.) daimi ikametgâh adres değişiklikleri “İç Göç” olarak kabul edilmektedir.

Çalışmada, Türkiye’deki iç göçe ait 2008- 2012 yılları arasında gerçekleşen ADNKS’ye ait net göç hızları TÜİK’ nun web sitesinden (www.tuik.gov.tr) elde edilmiştir. Net Göç Hızları (GH) § bağımlı değişken olarak modelde yer

almaktadır.

Araştırmada sözü edilen Düzey 2, 26 alt bölgeyi kapsamaktadır sözü edilen düzeyler Devlet Planlama Teşkilatı tarafından 2011 yılında yapılan İllerin ve Bölgelerin Sosyo Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırmasından (SEGE-2011) alınmıştır (Kalkınma Bakanlığı, Ankara 2013). Düzey 2’de yer alan 26 alt bölge ve kapsadığı iller Tablo 1’de verilmiştir.

Göz hızına etkilediği düşünülen elektrik tüketim değerleri bölgelerin ve illerin, zenginlikleri ve sanayileşmenin yerine vekil değişken olarak kullanılmıştır. Bu değişkenin zenginlik yerine vekil değişken olarak kullanılmasının temel mantığı hem evlerdeki elektrikli cihazlar (Televizyon, Klima v.s.) açısından zenginliği, hem de sanayide temel enerji girdisi olması nedeniyle sermaye birikimini (Torna Makineleri, Üretim Bandı v.s.) göstermesidir. Bu şekilde bölgelerin zenginlik ve sanayileşme açısından çekiciliğini ve iticiliğini tespit etmek üzere elektrik tüketimi kullanılacaktır. Güngör (1997) ve Pazarlıoğlu (2007) yapmış olduğu çalışmalarda sermaye değişkeni ve servet değeri yerine elektrik tüketim değerlerini kullanmıştır. Bölgelerin elektrik tüketimleri nüfusa bölünerek Kişi Başı Elektrik Tüketim Değeri (kwh) (KBELEK) elde edilmiştir. Bölgelerin elektrik tüketim miktarları TEDAŞ’den (Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketinden) bilgi edinme müracaatı ile elde edilmiştir.

İllerin ve bölgelerin enflasyon değerleri de göçe neden olan sosyo-ekonomik faktörlerden biridir. Bu nedenle yıllık enflasyon değerindeki değişimi ölçmek için kullanılan göstergelerden biri olan TÜFE de (Tüketici Fiyatları Endeksi) modelde bağımsız değişken olarak yer almaktadır. TÜFE ile ilgili veriler TÜİK’nun web sitesinden (www.tuik.gov.tr) elde edilmiştir. Bu değişken modelde (ENF) olarak ifade edilmiştir. Göçe sebep olan faktörlerden bir diğeri de işsizliktir.

§ $Göç\ Hızı = \frac{(Alınan\ Göç - Verilen\ Göç)}{Toplam\ Nüfus}$

modelde (IO) olarak ifade edilen işsizlik oranı değişkeni, işsiz nüfusun 15 yaş ve üstü nüfusa oranlanması ile elde edilmiştir. Ayrıca, istihdam edilen nüfusun 15 yaş ve üstü nüfusa oranlanması

ile elde edilen istihdam oranı (ISO) değişkeni de modelde yer almaktadır. İşsizlik ve istihdam oranı ile ilgili veriler TÜİK'nun web sitesinden (www.tuik.gov.tr) elde edilmiştir.

Tablo 1. Düzey 2, 26 Alt Bölge ve Kapsadığı İller

Kapsadığı İller			
TR10	İstanbul	TR71	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir
TR21	Tekirdağ, Edirne, Kırklareli	TR72	Kayseri, Sivas, Yozgat
TR22	Balıkesir, Çanakkale	TR81	Zonguldak, Karabük, Bartın
TR31	İzmir	TR82	Kastamonu, Çankırı, Sinop
TR32	Aydın, Denizli, Muğla	TR83	Samsun, Tokat, Çorum, Amasya
TR33	Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak	TR90	Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane
TR41	Bursa, Eskişehir, Bilecik	TRA1	Erzurum, Erzincan, Bayburt
TR42	Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova	TRA2	Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan
TR51	Ankara	TRB1	Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli
TR52	Konya, Karaman	TRB2	Van, Muş, Bitlis, Hakkari
TR61	Antalya, Isparta, Burdur	TRC1	Gaziantep, Adıyaman, Kilis
TR62	Adana, Mersin	TRC2	Şanlıurfa, Diyarbakır
TR63	Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye	TRC3	Mardin, Batman, Şırnak, Siirt

Kaynak: <http://www3.kalkinma.gov.tr>

İnsan sermayesi değişkeni için eğitim indeksi hesaplanmıştır. Burada eğitim seviyesindeki artış insan sermayesindeki artışa eşdeğer görülmektedir. Böylece kazanılan diploma derecesi arttıkça insan sermayesinin etkinliği de artmaktadır. Bölgedeki eğitim seviyesi dikkate alınarak Eğitim İndeksi (EGT) değişkeni oluşturulmuştur. Bu değişken oluşturulurken aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$EGT = \frac{\sum Y_i X_i}{\text{Toplam Nüfus}} \quad (6)$$

Burada Y_i , kazanılan diploma derecesi için harcanan yıl sayısını, X_i ise alınan diploma derecesine sahip kişi sayısını göstermektedir (Pazarlıoğlu, 2001). Diploma derecesi için

harcanan yıl sayıları aşağıdaki Tablo 2'de verilmiştir. Eğitimle ilgili veriler TÜİK'nun web sitesinden (www.tuik.gov.tr) elde edilmiştir.

Tablo 2. Diploma Dereceleri ve Bunların Kazanılması İçin Gereken Yıl Sayıları.

İ= Diploma derecesi	Harcanan Yıl Sayısı
Okuma yazma bilmeyen	0
Bir öğretim kurumundan mezun olmayan	2
İlkokul mezunu	4
Ortaokul mezunu	8
Lise mezunu	12
Lisans mezunu	16
Yüksek lisans mezunu	18
Doktora mezunu	22

Güvenlik problemlerinin Türkiye’de iç göç nedenlerinden biri olduğu bilgisinden hareketle, terörden doğrudan etkilenen illeri kapsayan bölgeler için dummy değişken kullanılmıştır. Bu bölgeler ise Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan, Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli, Van, Muş, Bitlis, Hakkâri, Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Şırnak ve Siirt illerini kapsayan TRA2, TRB1, TRB2, TRC2 ve TRC3 alt bölgeleri olarak belirlenmiştir. Söz konusu bölgeleri temsil eden dummy değişken modelde (TEROR) olarak yer almıştır.

Göç hızı ile göç hızını etkileyen değişkenler arasındaki ilişki genel olarak,

$$\text{Göç Hızı} = \beta_0 + \beta_1\text{KBELEK} + \beta_2\text{EGT} + \beta_3\text{IO} + \beta_4\text{ISO} + \beta_5\text{ENF} + \beta_6\text{TEROR} + u \quad (7)$$

ile verilebilir. Ancak çalışmada kullanılan değişkenlere ait zaman serisi verisinin boyutunun az olması nedeniyle Eş.7’deki modelin tahmini istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu nedenle söz konusu değişkenlerle birlikte çeşitli modeller tahmin edilmiştir.

5.2. Analiz

Göç hızına etkileyen faktörler olarak genel olarak bölgelerin zenginlik düzeyi, işsizlik oranı, istihdam oranı, beşeri sermaye, enflasyon oranı, terör sorunu şeklinde belirlenmiştir. Öncelikle söz konusu değişkenlerle Klasik Model, Sabit Etki

Modeli ve Tesadüfi Etki Modeli tahmin edilmiştir. Verilerin analizi ise Stata 12 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Klasik Model için Havuzlanmış EKK, Sabit Etkiler Modeli için Grup İçerik Tahmin Yöntemi ve Tesadüfi Etkiler Modeli için Genelleştirilmiş EKK Tahmin Yöntemi kullanılmıştır. Tahmin Sonuçları Tablo 3 ve Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo’ 3’e bakıldığında göç hızına etki ettiği düşünülen tüm değişkenler sadece Klasik Model tahmininde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, Sabit Etki ve Tesadüfi Etki Modellerinde pek çok değişken istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak birim etkilerin varlığının araştırılması için yapılan F testi (7.84) sonucunda ise birim etkilerin olmadığını ifade eden H_0 hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla birim etkilerin varlığına karar verilmiştir. Bundan dolayı da analizde bağımsız değişkenler anlamlı olmasına rağmen Klasik Modelin kullanılması uygun görülmemiştir.

İstatistiksel olarak anlamlı ve işaret beklentilerine uygun olacak şekilde çok sayıda model denemesi yapılmış ancak istatistikî kriterlere uygun olarak bölgelerin zenginlik düzeyi (KBELEK), istihdam oranı (ISO), enflasyon oranı (ENF) ve terör (TEROR) değişkenlerinin yer aldığı sadece bir model ile analize devam edilmiştir. Diğer değişkenlerden olan işsizlik oranı, beşeri sermaye, trend değişkenleri incelenen örneklem dönemi için

istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı için analiz dışı bırakılmıştır.

Tablo 4’e bakıldığında her üç modelin tahmininden elde edilen katsayıların işaretleri aynı bulunmuş olup istatistiksel anlamlılıkları farklı bulunmuştur. Buna göre istatistiksel olarak en anlamlı sonuçlar Tesadüfi Etkiler Modeli ile elde edilmiştir. Ancak modeller arasında seçim yapmak için bazı testler uygulanmıştır. Buna ilişkin sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir.

Klasik Model, Tesadüfi Etkiler Modeli ile Sabit Etkiler modeli arasında uygun modele karar vermek amacıyla öncelikle birim ve/veya zaman

etkilerinin varlığı test edilmiştir. Buna göre zaman Breusch-Pagan LM testi ile birim ve/veya zaman etkisinin olmadığına karar verilmiş, daha sonra birim ve zaman etkilerinin ayrı ayrı olup olmadığı Olabilirlik Oran testi ile araştırılmıştır. Buna göre zaman etkisinin olmadığı ancak birim etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Birim etkisinin olması ile de Klasik Modelin kullanılamayacağı dolayısıyla, Sabit Etkiler ile Tesadüfi Etkiler

Modelleri arasında tercih yapılması için Hausman Testinin yapılmasını karar verilmiştir. Hausman testi sonucunda ise sıfır hipotezi reddedilememiş, göç hızını etkileyen faktörleri belirlemede Tesadüfi Etkiler Modelinin kullanılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir. Sözü edilen test sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 3. Göç Hızını Etkilediği Düşünülen Tüm Değişkenlerin Tahmin Sonuçları

	Klasik Model	Sabit Etkiler Modeli	Tesadüfi Etkiler Modeli
KBELEK	3.26 (6.39)*	-0.22 (-0.08)	3.26 (3.50)*
EGT	2.01 (2.88)*	-0.21 (-0.31)	0.38 (0.61)
İSO	-0.16 (-1.67)***	-0.16 (-0.95)	-0.16 (-1.24)***
ENF	-0.48 (-2.00)**	-0.25 (-1.46)	-0.34 (-1.98)**
TEROR	-3.79 (-1.90)***		-6.49 (-2.08)**
TREND	-0.94 (-2.12)**	0.16 (0.34)	-0.43 (-1.19)
Sabit Terim	-5.32 (-1.02)	8.43 (0.97)	0.42 (0.07)
R ²	0.50	0.068	0.49
F	21.60*	0.88	
Wald (χ^2)			41.24*
Rho (ρ)		0.81	0.52
Birim Etki için F Testi		7.84 (25,89)*	

Tablo 4. Klasik Model, Sabit Etki Modeli ve Tesadüfi Etki Modeli Tahmin Sonuçları

	Klasik Model	Sabit Etkiler Modeli	Tesadüfi Etkiler Modeli
KBELEK	3.59 (6.39)*	0.20 (0.09)	2.95 (3.20)*
İSO	-0.14 (-1.53)	-0.16 (-0.95)	-0.21 (-1.86)***
ENF	-0.38 (-1.60)***	-0.28 (1.03)	-0.28 (-1.72)***
TEROR	-6.41 (-3.46)*		-8.15 (-2.70)*
Sabit Terim	0.26 (0.05)	6.44 (1.03)	4.28 (0.77)
R ²	0.46	0.77	0.20
F	28.29*	1.43	
Wald (χ^2)			35.20*
Rho (ρ)		0.79	0.58

Parantez içindeki değerler t değerleridir.

*%1 AD, ** %5 AD, *** %10 AD için kullanılmıştır.

Tablo 5. Model Seçimi İçin Uygulanan Test Sonuçları

	Amaç	H ₀ Hipotezi	İstatistik Değeri [P değeri] (sd)
F Testi	Klasik Modelin Geçerliliği (Birim Etkilerin Varlığı)	H ₀ : $\beta_1 = \beta$ (Birim etkisi yok), Klasik Model Geçerlidir	8.89* [0.00] (25, 101)
Birim Etkisi için Olabilirlik Oran Testi (LR) (χ^2)	Klasik Modelin Geçerliliği (Birim Etkilerin Varlığı)	H ₀ : $\sigma_\mu = 0$ (Birim etkisi yok)	54.95* [0.0] (1)
Zaman Etkisi için Olabilirlik Oran Testi (LR) (χ^2)	Klasik Modelin Geçerliliği (Zaman Etkisinin Varlığı)	H ₀ : $\sigma_\lambda = 0$ (Zaman etkisi yok)	0.00 [1.00] (1)
Breusch-Pagan Lagrange Çarpımı Testi (LM) (χ^2)	Klasik Modelin Geçerliliği (Birim/Zaman Etkilerin Varlığı)	H ₀ : $\sigma_\mu^2 = \sigma_\lambda^2 = 0$ (birim ve zaman etkileri yoktur)	79.43* [0.00] (1)
Score Testi (χ^2)	Klasik Modelin Geçerliliği (Birim Etkilerin Varlığı)	H ₀ : $\sigma_\mu = 0$ (Birim etkisi yok)	608.76* [0.00] (1)
Hausman Testi (χ^2)	Tesadüfi Etkiler ile Sabit Etkiler Modeli arasındaki seçim	H ₀ : Tesadüfi Etkiler Modeli geçerlidir	2.48 [0.48] (3)

*%1 AD, ** %5 AD, *** %10 AD için kullanılmıştır.

Tablo 4'de yer alan Tesadüfi Etkiler Modeli sonuçlarına göre KBELEK, ENF, TEROR ve ISO değişkenlerinin bulunduğu modelin genel anlamlılığı için yapılan Wald (χ^2) testi sonucunda genel olarak istatistikî bakımdan anlamlı bulunmuştur. Ayrıca söz konusu modelin ayrı ayrı katsayı tahminleri de sabit terim dışında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4'de değişkenlerden bölgelerin zenginlik değerini ifade etmek üzere kullanılan KBELEK değişkeninin işareti beklenildiği gibi pozitif bulunmuştur. Yani bölgelerin zenginliği arttıkça alınan göç miktarı artmakta, bu durum da göç hızını pozitif yönde etkilemektedir.

Bölgelerin sosyo-ekonomik durumunu ifade eden ENF değişkeninin işareti de beklenildiği üzere negatif çıkmıştır. Bireyler enflasyondan olumsuz etkilendiğinden dolayı bu da göç yapma fikrini de olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla bireyler göç ederken daha ekonomik yerleşim bölgelerini tercih etmektedir.

Can ve mal güvenliği önemli olduğundan dolayı bireyler terör eylemlerinin arttığı bölgelerden daha güvenli gördükleri yerlere göç etme eğilimindedir. Bu nedenle modelde bulunan TEROR değişkeninin işareti de beklenildiği üzere negatif çıkmıştır. Yani bir bölgedeki terör eylemlerindeki artış o bölgeye yapılabilecek göç için itici bir unsur olmaktadır.

İstihdam oranının işareti ise negatif bulunmuştur. Bu sonuç genel olarak göçün istihdam oranı yüksek olan yerlere doğru olduğu düşüncesi her zaman geçerli olamayabileceği ortaya çıkarmıştır. Nitekim, 2012 verilerine göre en fazla göç alan iller arasında bulunan Eskişehir, Ankara, Kayseri'deki istihdam oranına bakıldığında söz konusu illerin Türkiye ortalamasının altında kaldığı görülmektedir. Başka bir ifade ile istihdam her zaman bölgeler arasında göç hızını arttıran pozitif bir etken olarak bulunamamıştır.

İzleyen kısımda ise uygun model olarak

belirlenen Tesadüfi Etkiler Modeli yardımıyla modelde yer alan değişkenlere yapılan iyileştirmeler sonucunda göç hızına ilişkin öngörü değerleri elde edilmiştir.

Düzey 2 İçin Tesadüfi Etkiler Model Tahminine Göre Öngörü

Çalışmanın diğer bir amacı olarak göç hızına, bağımsız değişkenlerin etkisini görmek amacıyla 2012 yılına ait değerler temel alınarak kişi başı elektrik tüketim değeri KBELEK ve istihdam oranı ISO %10 oranında artırılıp, tüfe değerini ifade eden ENF değişkeni de %10 oranında azaltıldığı, ayrıca terör açısından güvenlik probleminin çözülmüş olduğu varsayılarak model için ön görü değerleri hesaplanmıştır. Başka bir ifade ile bir sonraki dönem için söz konusu değişkenlerde %10'luk iyileştirme yanında terör probleminin olmadığı durumundaki göç hızında meydana gelebilecek değişimler elde edilmiştir (Tablo 6).

Sözü edilen varsayım ile ekonomi ve sanayi alanındaki zenginlik değerleri, istihdam oranları ve enflasyon değerlerindeki iyileştirmeler neticesinde genel olarak göç alan İstanbul, Batı Marmara, Orta ve Doğu Ege, Batı Anadolu Bölgelerinin göç verme hızlarında azalma olduğu görülmektedir. Başka bir ifade ile ekonomi ve sanayi alanındaki zenginlik değerleri, istihdam oranları ve enflasyon değerlerindeki yapılacak iyileştirme göç hızında azalmaya neden olmuştur. Ayrıca, güvenlik problemlerinin ortadan kaldırılması yani terörün sona erdirilmesi olarak yapılan iyileştirmelerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise terör mağduru bölgelerin göç verme hızında ciddi bir azalma gözlemlenmiştir. Söz konusu iyileştirmeler ile TR10, TR32, TR33, TR51, TR61, TR82, TR90 bölgeleri göç alan konumunda iken göç veren konumuna, TR63, TRC1 ve TRC3 ise göç veren konumundan göç alan konuma geçebileceği öngörülebilir.

Tablo 6: 2012 Yılı Göç Hızları Değerleri ile Öngörü Değerlerinin Karşılaştırması.

Düzye2	İller	2012	Varsayım	Fark
TR10	İstanbul	2,2	-0,3	-
TR21	Tekirdağ, Edirne, Kırklareli	10,5	8,4	-
TR22	Balıkesir, Çanakkale	5,1	5,8	+
TR31	İzmir	2,5	5,9	+
TR32	Aydın, Denizli, Muğla	3,6	-0,8	-
TR33	Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak	1,8	-2,0	-
TR41	Bursa, Eskişehir, Bilecik	4,2	3,2	-
TR42	Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova	6,4	7,6	+
TR51	Ankara	4,5	-0,7	-
TR52	Konya, Karaman	1,7	0,3	-
TR61	Antalya, Isparta, Burdur	10,6	-0,1	-
TR62	Adana, Mersin	-5,3	-0,3	+
TR63	Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye	-6,4	5,0	+
TR71	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir	-2,5	-0,6	+
TR72	Kayseri, Sivas, Yozgat	-5,1	-1,8	+
TR81	Zonguldak, Karabük, Bartın	-3,5	2,8	+
TR82	Kastamonu, Çankırı, Sinop	6,4	-3,3	-
TR83	Samsun, Tokat, Çorum, Amasya	-5,7	-2,5	+
TR90	Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane	7,3	-4,4	-
TRA1	Erzurum, Erzincan, Bayburt	-8,9	-3,5	+
TRA2	Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan	-21,3	-7,0	+
TRB1	Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli	-5,6	-2,9	+
TRB2	Van, Muş, Bitlis, Hakkari	-8,5	-4,1	+
TRC1	Gaziantep, Adıyaman, Kilis	-3,1	1,5	+
TRC2	Şanlıurfa, Diyarbakır	-8,8	0,3	+
TRC3	Mardin, Batman, Şırnak, Siirt	-10,9	0,0	+

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

İnsanlık tarihi ile başlayan göç hareketleri insanların daha iyiyi ve daha güzeli arama arzusu var oldukça devam edecektir. Göç sadece insanların buldukları coğrafi konumu değiştirmesi gibi gözükse de sosyal, kültürel, ekonomik ve siyasi birçok değişikliği de içinde barındırmaktadır. Bu değişiklikler insanları, toplulukları hatta ülkeleri olumlu ya da olumsuz

yönde etkilemektedir.

Çalışmada, bölgeler bazında yapılan model denemelerinde bölgelerin zenginliğini ve sanayileşmesini ifade eden değişkeninin göç üzerinde oldukça etkili olduğu görülmüştür. Yani bölgelerin zenginliği ve sanayi yönünden gelişmişliği arttıkça insanlar için bu bölgeler cazibe merkezi olmakta ve göç almaktadır.

İstihdam oranının yüksek olması göç edilecek yerler için çekici ve etkili faktör olduğu düşüncesi her zaman geçerli olmayabilir. Gerçekten de istihdamın yüksek olduğu yerlerde piyasa gerekli iş gücüne doyduğundan, bireylerin iş bulma olanakları daha da zorlaşmakta, yeni gelecek göçmenlerin işsiz kalma riski artmaktadır. Dolayısıyla işsizlik oranının düşük veya istihdamın yüksek oluşu bu bölgelere göç için temel faktör olmadığı sonucuna varılabilir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular bu olguyu, yapılan bazı çalışmalar teyit eder gözükmektedir (Bkz. Cebula, 2005). Bu durumun pek çok nedeni olabilir. Öncelikle bu sonucun veri kısıtından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gerek değişkenlerden bazılarının proxy değişken olarak kullanılması (örneğin, bölgelerin geliri yerine kişi başına kullanılan elektrik tüketiminin kullanılması gibi) gerekse değişkenlere ait verilerini zaman boyutunun az olması araştırmanın veri kısıtı olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, bu sonucun incelenen döneme has olarak ortaya çıktığı da düşünülmektedir. Örneklem dönemi değiştirildiğinde ya da zaman boyutu genişletilebildiğinde sonuç beklentiler yönünde gerçekleşebilecektir. İstihdamın göç üzerinde etkisinin beklenilenin aksine negatif çıkması da bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Şöyle ki göç veren bölgelerde istihdam oluşturacak unsurların artırılması bulunan bölgedeki iş imkanlarının artırılması anlamına gelmekte ve dolayısıyla bireylerin göç kararlarından vazgeçmelerine sebep olabilmektedir. Özellikle de göç veren bölgelerde Kamu ve özel yatırım teşviklerinin artırılması, özellikle de 2003 yılından itibaren Türkiye'de uygulanmaya başlanan ve 2004 yılında kanunla İl Özel İdaresi görev ve sorumlulukları arasında yer alan mikro kredi uygulamalarının yaygınlaştırılması bu unsurlar arasında yer almaktadır. Ayrıca bir başka açıdan da değerlendirildiğinde önceleri işsizlik oranları düşük, istihdam oranları yüksek olan bölgelere göçün fazla olması sebebiyle bu bölgelerde göç nedeniyle artan nüfus bu bölgelerde işsizlik oranlarının artmasına, istihdam oranlarının azalmasına neden olmuş, iş bulma ümidinin tükenmesi ile maddi ve manevi maliyetli olan göç kararını negatif etkilemiş olabileceği de düşünülmektedir.

Yapılan model denemelerinde bölgelerin sosyo-ekonomik durumunu ifade eden enflasyon değişkeninin de beklenildiği üzere göç üzerindeki etkisi negatif çıkmıştır. Bireylerin yaşam standartları enflasyondan olumsuz etkilendiğinden dolayı bu da göç yapma fikrini olumsuz etkilemektedir. Yani bireyler daha ekonomik ve ekonomik yönden istikrarlı yerleşim bölgelerini tercih etmektedir.

İnsanlar için can ve mal güvenliği, hayatlarını devam ettirme adına en önemli gereksinimlerden biridir. Yapılan model denemelerinde ülkemizde terör olaylarının diğer bölgelere göre daha fazla yaşandığı Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerine kukla değişken atanarak bunun etkisi araştırılmış ve terör probleminin insanların göç etmesinde çok etkili bir faktör olduğu bulunmuştur. Elde edilen modelden de anlaşılacağı üzere bireylerin can ve mal güvenliğinin risk altında olduğu, terör eylemlerinin arttığı bölgelerden daha güvenli gördükleri yerlere göç etme eğilimindedir. Yani bir bölgedeki terör eylemlerindeki artış o bölgelerden daha güvenli görülen bölgelere yapılacak göçlerde önemli bir etkiye sahiptir.

Bu faktörlerin dışında bu çalışmada modellere yansımamış fakat literatürde daha önceden kullanılmış olan bölgelerdeki işsizlik oranları, beşeri sermaye, sağlık yatırımları ve hekim sayıları ile ilgili değerler model denemelerinde bağımsız değişken olarak kullanılmış fakat hem istatistikî açıdan anlamlı bulunmamış hem de göç üzerinde dikkate değer bir etki tespit edilememiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında Tesadüfi Etki Modelinden yola çıkılarak Kişi Başına Elektrik Tüketimi, İstihdam Oranı, Enflasyon Oranı ve Terör sorunda varsayılan iyileştirmeler neticesinde göç hızındaki değişiklikler öngörülme çalışılmıştır. Bu amaçla bölgelerin zenginlik ve sanayileşme değerini ifade eden Kişi Başına Elektrik Tüketimi, İstihdam Oranı üzerinde %10 oranında iyileştirme ve bölgelerin sosyo-ekonomik değerini ifade eden değişkeni olan enflasyon değerinde de %10 oranında azaltma yapılmış, ayrıca terör probleminin olmadığı varsayımından hareketle öngörü değerleri hesaplanmıştır. Buna göre yapılan iyileştirme

neticesinde genel olarak göç alan bölgelerin göç alma hızında nispeten bir azalma, göç veren bölgelerin de göç verme hızlarında azalmaya neden olmuştur. Başka bir ifadeyle, bölgelerin ekonomi ve sanayi alanındaki zenginlik değerleri, istihdam oranları ve enflasyon değerlerindeki yapılan iyileştirmelerle birlikte güvenlik problemlerinin ortadan kaldırılması (terörün sona erdirilmesi olarak) iyileştirmeler yapılmıştır. Yapılan bu iyileştirmelerin neticesinde elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bölgeler arasındaki göç hareketlerinde azalmaya ilave olarak terör mağduru bölgelerin göç verme hızında da ciddi bir azalma gözlemlenmiştir.

Yapılan analiz sonuçlarından da görüleceği üzere bireylerin göç etmesinde en önemli faktörlerin başında sosyo-ekonomik nedenler ve güvenlik problemleri gelmektedir. Düzey 2 sınıflamasında yer alan bölgeler arasındaki gelir dağılımının dengelenmesi, istihdam ve işsizlik problemlerinin çözülmesi, enflasyonun azaltılması ve güvenlik sorunlarının en aza indirilmesi ile göçün istenmeyen sonuçları zamanla ortadan kalkacaktır. Söz konusu istenmeyen sonuçlar ise gecekondulaşma, çarpık kentleşme, alt yapı yetersizlikleri, trafik problemleri ve çevre kirliliği gibi problemler olarak ifade edilebilir. Çarpık ve plansız kentleşmenin faturasını uzak değil, yakın geçmişte insanımız 1999 yılında 17 Ağustos Gölçük, 12 Kasım Düzce ve 23 Ekim 2011 de Van depremlerinde can ve mal kaybıyla ödemiştir.

Bu tür üzücü hadiselerin tekrar yaşanmaması adına göçün zararlı sonuçlarından korunmak ve faydalı yanlarını planlamak için uzun ve kısa vadeli programlar yapma konusunda karar vericilere büyük sorumluluklar düşmektedir. Ayrıca, iç göç hızını azaltma adına gelişmemiş bölgelerde sosyal, ekonomik ve kültürel yatırımların artırılması için bölgesel planlar hazırlanıp uygulanması önerilmektedir. Dolayısıyla bölgelere yapılan göçlerle birlikte ortaya çıkan sorunların çözümüne yönelik uygun politikaların belirlenmesi ancak göçün nedenlerinin bilinmesi ile mümkündür.

Kaynakça

- Abadan-Unat, N., (2002). Bitmeyen Göç, Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Ackah, C. and Medvedev, D., (2010). Internal Migration in Ghana: Determinants and Welfare Impacts. Institute of Statistical Social and Economic Research and University of Ghana, Legon, 1-24
- Akdoğan, T. (1998). Göç ve Değişme, İstanbul.
- Akgür, Zeynep, G., (1997) Türkiye’de Kırsal Kesimden Kente Göç ve Bölgeler Arası Dengesizlik (1970-1993), T.C.Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 41-43
- AREM, İçişleri Bakanlığı Araştırma ve Etütler Merkezi, İç Göçten Kaynaklanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Erişim, <http://www.arem.gov.tr>
- Baltagi, Badi H., (2005). Econometric Analysis of Panel Data, Third Edition, John Wiley & Sons Ltd, England, 1-21.
- Bayhan, V., (1997). Türkiye’de İç Göçler Ve Anomik Kentleşme, Sosyoloji Derneği Yayınları:5, DİE Matbaası, Ankara, 1-14.
- Bülbül, S. ve Köse, A., 2010, Türkiye’de Bölgelerarası İç Göç Hareketlerinin Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi İle İncelenmesi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi 39(1), 76-81.
- Cebula, Richard J., (2005). Internal Migration Determinants: Recent Evidence. International Advances in Economic Research, 11, 267-274
- Celasun, M., Gencer, Hiç A. ve Ersin, Ö.Ö., (2011). Türkiye’deki İç Göçleri Belirleyen Faktörlerin Modellenmesi, International Conference on Eurasian Economies, 12-14 October, Bishkek/Kyrgyzstan.
- Ceritli I., Sunar, B. ve Demirci, M., (2005). Ülkemizin İç Göç Yapısındaki Değişim ve Bu Sürecin Nüfus Yapısına Etkileri, 14. İstatistik Araştırma Sempozyumu
- Çağlayan, S., 2006, Göç Kuramları, Göç ve Göçmen İlişkisi, Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (İLKE) 17, 6
- Çakır, S., 2011, Geleneksel Türk Kültüründe Göç ve Toplumsal Değişme, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi 24, 129-142
- Çelik, F., 2006, İç Göçlerin İtici Ve Çekici Güçler Yaklaşımı İle Analizi, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 27, 150-167.
- Del Rey Poveda, A., (2007). Determinants and consequences of internal and international migration: The case of rural populations in the south of Veracruz, Mexico, Demographic Research 16(10), 287-314. Published 24 April <http://www.Demographic-Research.Org/Volumes/Vol16/10/>
- Easterlin, Richard A., (1980). Internal Migration in Developing Countries: A Survey Michael Todaro. Chapter in NBER book Population and Economic Change in Developing Countries (1980), Richard A. Easterlin, ed. (pp. 361 - 402) Published in 1980 by University of Chicago, Press National Bureau of Economic Research.

- Erçevik, H.,2013, Türkiye'deki İç Göçlerin Nedenlerinin Log Lineer Analiz İle İncelenmesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 3-24.
- Filiztekin, A. and Gökhan, A., (2008). The Determinants of internal Migration In Turkey. Faculty of Art and Social Sciences Sabancı University, Istanbul.
- Greene, W.H., (2002). Econometric Analysis, Prentice Hall, New Jersey, pp.283-334
- Gujarati, Damodar N., 2004, Basic Econometrics, Fourth Edition, McGraw-Hill Companies Inc. United States, 636-652.
- Güngör, N.D., (1997) Education and Economic Growth in Turkey 1980-1990: A Panel Study, ODTÜ Gelişme Dergisi, 24-2, Ankara.
- Hsiao, C., (2003). Analysis of Panel Data, Second Edition. Cambridge University Press.
- İçduygu, A. ve Sirkeci, İ., (1999). Cumhuriyet Dönemi Türkiye'sinde Göç Hareketleri, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, s. 249-267.
- Johnston, J. and Dinardo, J., (1997). Econometric Methods, 4.Ed., McGraw-Hill, Newyork.
- Kızılçelik, S. ve Erjem Y., (1992). Açıklamalı Sosyoloji Terimler Sözlüğü, Emre Yayıncılık, Konya, 185.
- Matyas, L., Sevestre, P., (editors), (2008). The Econometrics of Panel Data: Fundamentals and Recent Developments in Theory and Practice, Springer, 97.
- Oktik, N., (1997), "Köyün Çekiciliği Kentin İticiği Toplum ve Göç", II. Ulusal Sosyoloji Kongresi, Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü ve Sosyoloji Derneği Yayınları, 82.
- Özdemir, H. (2012), Türkiye'de İç Göçler Üzerine Genel bir Değerlendirme, Akademik Bakış Dergisi, Mayıs-Haziran, 30.
- Pazarlıoğlu, M. Vedat, (2001). 1980-1990 Döneminde Türkiye'de İç Göç Üzerine Ekonometrik Model Çalışması, Çukurova Üniversitesi 5. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 1-24.
- Pazarlıoğlu, M. Vedat, (2007). İzmir Örneğinde İç Göçün Ekonometrik Analizi, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 14(1), 121.
- SEGE-2011, 2013, Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, İllerin ve Bölgelerin Sosyo Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması, Kalkınma Bakanlığı, Ankara, 50.
- TGYONA, (2006). Türkiye Göç Ve Yerinden Olmuş Nüfus Araştırması, Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, Ankara, 61.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu web sitesi, www.tuik.gov.tr
- Yalçın, C., (2004). Göç Sosyolojisi, Anı Yayınları, Ankara, 22-56.
- Yamak, R. ve Yamak, N., (1999) "Türkiye'de Gelir Dağılımı ve İç Göç", Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(1).
- Yerdelen Tatoğlu, F., (2012). Panel Veri Ekonometrisi, Beta Yayınevi, İstanbul.