

ISSN: 1305-7820

E-ISSN: 2587-165X





**İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ**

FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

Yıl: 15 Sayı: 30 Güz 2016

Year: 15 Volume: 30 Fall 2016
Istanbul Commerce University
Journal of Science

İstanbul Ticaret Üniversitesi Adına Sahibi Owner on behalf of İstanbul Commerce University	Prof. Dr. Nazım EKREN İstanbul Ticaret Üniversitesi Rektörü
Yayın Kurulu <i>Editorial Board</i>	Prof. Dr. İbrahim BAZ İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Münevver TURANLI İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. A. Işık AYDEMİR İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK İstanbul Ticaret Üniversitesi
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü <i>Publishing Manager</i>	Selma DEMİREL İstanbul Ticaret Üniversitesi
Yönetim Yeri <i>Head Office</i>	İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yazışma Adresi <i>Corresponding Address</i>	İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Küçükyalı E-5 Kavşağı İnönü Cad. No: 4 Küçükyalı 34840 İstanbul-TURKEY Tel: 0 216 444 0 413 (3141) e-posta: fendergi@ticaret.edu.tr
İnternet Adresi <i>Web Address</i>	http://dergipark.gov.tr/ticaretfb
Editör <i>Editor</i>	Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK
Yayın Türü <i>Publication Type</i>	Yerel Süreli / <i>Periodical</i> Yılda iki sayı yayımlanır: Bahar ve Güz <i>Published two issues per year: Spring and Fall</i> ISSN : 1305-7820 E-ISSN : 2587-165X
Asitsiz kağıda basılmaktadır <i>Printed on acid free paper</i>	Bu sayı 500 adet basılmıştır. This issue published as 500 pieces
Basım Tarihi <i>Publication Date</i>	31.12.2016
Derginin Tarandığı Kaynaklar	 

Danışma Kurulu <i>Advisory Board</i>	Prof. Dr. Abdül Halim Zaim	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Adnan Çalık	Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
	Prof. Dr. Ahmet Kara	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Ahmet Şükrü Özdemir	Marmara Üniversitesi, İstanbul
	Prof. Dr. Ali Farajzadeh	Razi University, Kermanshah, Iran
	Prof. Dr. Aslan Gülcü	Atatürk Üniversitesi
	Prof. Dr. Doğan Kaya	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Ekrem Savaş	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Fatih Nuray	Afyon Kocatepe Üniversitesi
	Prof. Dr. Habip Dayıoğlu	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Halime Dicle Cengiz	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Hamdullah Şevli	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Heybet S. Mustafayev	Yüzüncü Yıl Üniversitesi
	Prof. Dr. İdris Oğurlu	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. İsmail Demir	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. İsmail Ekmekçi	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. İsmail Kömbe	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. İsmail Küçük	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
	Prof. Dr. Kemal Varol	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Manaf Manaflı	Adıyaman Üniversitesi
	Prof. Dr. Mehmet Akbaba	Karabük Üniversitesi
	Prof. Dr. Mehmet Emin Özdemir	Uludağ Üniversitesi
	Prof. Dr. Metin Başarı	Sakarya Üniversitesi
	Prof. Dr. Metin Gümüş	Marmara Üniversitesi, İstanbul
	Prof. Dr. Mikail Et	Fırat Üniversitesi, Elazığ
	Prof. Dr. Mohammad Mursaleen	Aligarh Muslim University, India
	Prof. Dr. Muammer Kalyon	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Murat Koca	Adıyaman Üniversitesi
	Prof. Dr. Mustafa Köksal	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir
	Prof. Dr. Nour El Houda Bouzara	Univ. Sci. and Tech. H. Bou., Algeria
	Prof. Dr. Oğuz Borat	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Orhan İçelli	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
	Prof. Dr. Osman Yazıcıoğlu	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Rıfat Yazıcı	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. S. Ahmet Oymak	Harran Üniversitesi, Şanlıurfa
	Prof. Dr. Seyit Temir	Adıyaman Üniversitesi
	Prof. Dr. Sibkat Kaçtıoğlu	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Tuncay Toprak	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Ünal Halit Özden	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Prof. Dr. Vagif Guliyev	Academy of Science, Azerbaijan
	Prof. Dr. Vatan Karakaya	Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir
Prof. Dr. Yasemin Kahramaner	İstanbul Ticaret Üniversitesi	
Prof. Dr. Yasin Üst	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul	
Prof. Dr. Zeki Çizmecioglu	İstanbul Ticaret Üniversitesi	
Doç. Dr. Bayram Ali Ersoy	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul	
Doç. Dr. Emrah Evren Kara	Düzce Üniversitesi	
Doç. Dr. Erincik Edgü	İstanbul Ticaret Üniversitesi	
Doç. Dr. H. Haluk Selim	İstanbul Ticaret Üniversitesi	
Doç. Dr. Hasan Genç	Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van	
Doç. Dr. İdris Kabalcı	Karabük Üniversitesi	
Doç. Dr. Murat Kirişçi	İstanbul Üniversitesi, İstanbul	
Doç. Dr. Murat Sarı	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul	
Doç. Dr. Murat Yalçıntaş	İstanbul Ticaret Üniversitesi	

Danışma Kurulu <i>Advisory Board</i>	Doç. Dr. N. Öykü İyigün	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Doç. Dr. Necip Şimşek	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Doç. Dr. Nigar Merdan	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Doç. Dr. Özlem Deniz Başar	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Doç. Dr. Serhan Yarkan	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Doç. Dr. Serkan Çankaya	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Doç. Dr. Ş. Taha İmeci	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Doç. Dr. Yusuf Zeren	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
	Yrd. Doç. Dr. Abdullah Demir	Marmara Üniversitesi, İstanbul
	Yrd. Doç. Dr. Ali Boyacı	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Ali Osman Kuşakçı	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Aybike Öngel	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Başak Erdem Rena	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Berk Ayvaz	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Burhan Satıcı	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Bülent Alataş	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Elif Güneren Genç	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Elif Kısar Koramaz	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Erdiñ Öztürk	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul Çetinsoy	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. F. Serab Onursal	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Fernaz Öncel	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Gül Aslı Aksu	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. İrmak Bayburtlu	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Leyla Suri	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. M. Alper Özpınar	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Metin Turan	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Muhammet Ceylan	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Mustafa Cem Kasapbaşı	İstanbul Ticaret Üniversitesi
	Yrd. Doç. Dr. Nilgün Camkesen	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Özdemir Sönmez	İstanbul Ticaret Üniversitesi	
Yrd. Doç. Dr. Sebahattin Eker	İstanbul Teknik Üniversitesi	
Yrd. Doç. Dr. Seda Bağdatlı Kalkan	İstanbul Ticaret Üniversitesi	
Yrd. Doç. Dr. Yavuz İrmak	İstanbul Ticaret Üniversitesi	

30. Sayı HAKEM LİSTESİ / REVIEWER LIST

ADİYAMAN ÜNİVERSİTESİ; Yrd. Doç. Dr. Faik GÜRİSOY, Yrd. Doç. Dr. Müzeyyen ERTÜRK, ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ; Yrd. Doç. Dr. Kadri DOĞAN, BEYKENT ÜNİVERSİTESİ; Yrd. Doç. Dr. Gül Tekin TEMUR, CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ; Doç. Dr. Cihangir ALACA, GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ; Doç. Dr. Kuddusi KAYADUMAN, İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ; Prof. Dr. H. Dicle CENGİZ, Prof. Dr. Münevver TURANLI, Prof. Dr. Ünal Halit ÖZDEN, Yrd. Doç. Dr. Ali Osman KUŞAKÇI, Yrd. Doç. Dr. Berk AYVAZ, Yrd. Doç. Dr. Metin TURAN, İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ; Yrd. Doç. Dr. Muhammed Ali AYDIN, MALTEPE ÜNİVERSİTESİ; Dr. Firuze İ. ERKMEN, ÖZYEGİN ÜNİVERSİTESİ; Yrd. Doç. Dr. Ebru KARAHAN, YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ; Doç. Dr. İbrahim DEMİR, Yrd. Doç. Dr. Nezir AYDIN.

AMAÇ VE KAPSAM

İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

(<http://dergipark.gov.tr/ticaretfbid>), İstanbul Ticaret Üniversitesi'nin resmi yayın organıdır. Derginin amacı, Fen Bilimleri ve Mühendislik Bilimleri alanlarında yapılan özgün araştırma makaleleri, derlemeler, kısa makaleler, teknik not, kitap ve proje eleştirileri ve bilimsel nitelikli editöre mektupları yayınlayan uluslararası ve saygın bilimsel bir dergi olmaktır.

Dergide yayınlanacak makalelerin etik kurallara uygun hazırlanması, Ulusal ve uluslararası geçerli etik kurallarına uygun yazılmış olması ve ihtiyaç varsa etik kurul raporlarının alınmış olması gereklidir. Bu dergide yayınlanan makaleler bağımsız ve önyargısız çift körleme hakemlik (peer review) ilkeleri doğrultusunda bir danışma kurulu tarafından değerlendirilir. Makaleler başlıca altı kategoride yayınlanır: (1) "Araştırma Makaleleri", (2) Derleme Makaleler, (3) "Kısa Makaleler", (4) "Teknik Not ve Vaka Takdimleri", (5) "Kitap ve proje eleştirileri", (6) "Editöre mektup". Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca dillerinde yazılabilir; Türkçe, İngilizce ve makale yazım dilinde Öz ile Anahtar Kelimeler içermelidir. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Bahar ve Güz aylarında olmak üzere yılda iki kez yayınlanmaktadır ve <http://dergipark.gov.tr/ticaretfbid> internet adresi üzerinden takip edilebilir.

Yayın İzni

Bireysel kullanım dışında, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve çizelgeler yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez veya reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.

Abone İşlemleri

İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, belirlenen bazı kurum ve kuruluşlara, Üniversite Kütüphanesine ve çalışmaları yayımlanan bilim insanlarına düzenli olarak ulaştırılmaktadır. Yayımlanan makalelere çevrim-içi olarak <http://dergipark.gov.tr/ticaretfbid> adresinden ücretsiz olarak erişilebilmektedir.

Yazıların Bilimsel ve Hukuki Sorumluluğu

Yayımlanan yazıların bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Yazıların içeriğinden ve kaynakların doğruluğundan yazarlar sorumludur. Editör, Yardımcı Editörler, Yayın ve Danışma Kurulu üyeleri ve Yayımcı, dergideki hatalardan veya bilgilerin kullanımından doğacak olan sonuçlardan dolayı sorumluluk kabul etmez.

İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi İstanbul Ticaret Üniversitesi'nin resmi yayın organıdır (<http://dergipark.gov.tr/ticaretfbid>).

AIMS and SCOPE

Istanbul Commerce University Journal of Science

(<http://dergipark.gov.tr/ticaretfbid>), is the official journal of İstanbul Commerce University. The journal's aim is to be scientific journal publishing original research articles, short communications, reviews, technical notes, book and project criticisms and scientific editorial letters of science in the following areas: basic sciences and engineering fields.

The articles to be published in this journal should be prepared and written in accordance with the national and international ethical rules, and if necessary ethical commission reports should be taken. Articles submitted to this journal are evaluated in a double-blinded peer reviewed fashion by an advisory committee. Articles are published mainly in six categories: (1) "Research articles", (2) "Review articles", (3) "Short Communications" (4) "Technical notes and case reviews", (5) "Book/Project reviews" (6) "Letters to the Editor. All articles may be written in Turkish, English, German or French and should include abstracts and key words. İstanbul Commerce University Journal of Science is published two issues per year in spring and autumn. The journal also been available on-line by a website <http://dergipark.gov.tr/ticaretfbid>.

Permission Requests

Manuscripts, figures and tables published in the İstanbul Commerce University Journal of Science cannot be reproduced, archived in a retrieval system, or used for advertising purposes, except personal use. Quotations may be used in scientific articles with proper referral.

Subscriptions

İstanbul Commerce University Journal of Science is delivered complimentary to some institutes and organizations, University Library and authors/scientists. Full texts of all articles published are accessible free of charge through the web site <http://dergipark.gov.tr/ticaretfbid>.

Material Disclaimer

Scientific and legal responsibilities pertaining to the papers belong to the authors. Contents of the manuscripts and accuracy of references are also at the authors' responsibility. Editor, Associate Editors, Editorial and Advisory Board members and the Publisher decline responsibility for errors or any consequences arising from the use of information contained in this journal.

Istanbul Commerce University Journal of Science is the official journal of İstanbul Commerce University (<http://dergipark.gov.tr/ticaretfbid>).

Değerli İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Okurları,

Dergimizin 15. yılında 30 sayımız olan Güz 2016 baskısını siz değerli okurlarımızla paylaşmaktan onur duymaktayız.

Dergimizin bu sayısında Matematik, Bilgisayar, Endüstri Mühendisliği, İstatistik ve İç Mimarlık alanlarından sekiz makaleyi siz okurlarımızın istifadesine sunmaktan mutluyuz.

Dergimizin bu sayısında, üniversitemiz içinden ve dışından çalışmalarını bizim aracılığımızla okuyucularıyla paylaşan yazarlarımıza, makalelerin hakemlik süreçlerine itinalı çalışmaları ile katkıda bulunan değerli akademisyenlere ve derginin hazırlanmasında emeği geçen çalışma arkadaşlarımıza teşekkürlerimizi sunarız.

Dergimizin bu sayısının fen bilimleri alanında değindiği konulara farklı ve güncel bakış açıları kazandırmasını temenni eder, bir sonraki sayımızda okuyucularımızla buluşmayı dileriz.

Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK
Fen Bilimleri Dergisi Editörü

Dear Readers, Istanbul Commerce University Journal of Science,

In the 15th year of our journal, we are honored to share with you our esteemed readers the 30th issue of the Fall 2016 edition.

In this issue of our journal, we are pleased to present eight articles from the fields of Mathematics, Computer, Industrial Engineering, Statistics and Interior Architecture to the readers.

In this issue of our journal, we present our thanks to our writers who share their work with our readers through our university and our colleagues who have contributed to the preparation of the magazine and the valuable academicians who contributed to their studies.

We hope that this number of our journal will give you different and up-to-date insights into the subjects of science, and we would like to meet with our readers in the next issue.

Assoc. Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK
Editor of Journal of Science

İÇİNDEKİLER/ CONTENTS

Araştırma Makaleleri/ Research Articles

Matematik / Mathematics

Kısmi Sıralı G_p -Metrik Uzaylarda Daralma Dönüşümleri İçin Bazı 1

Ortak Sabit Nokta Sonuçları

*Some Common Fixed Point Results For Contractive Mappings In
Ordered G_p -Metric Spaces*

Meltem KAYA, Hasan FURKAN

Daha Hızlı Yeni Bir İterasyon Metodu İçin Yakınsaklık Analizi 35

Convergence Analysis For a New Faster Iteration Method

Vatan KARAKAYA, Yunus ATALAN, Kadri DOĞAN,
Nour El H. BOUZARA

Bilgisayar /Computer

Mobil Cihazlarda Güvenlik – Tehditler Ve Temel Stratejiler 55

Security In Mobile Devices-Threats And Basic Strategies

Gözde KARATAŞ, Akhan AKBULUT, Abdül Halim ZAIM

Endüstri Mühendisliği / Industrial Engineering

Bulanık Ortamda Topsis Yöntemi ile Personel Seçimi: 77

Katılım Bankacılığı Sektöründe Bir Uygulama

Fuzzy Envionment Multi Criteria Decision Making Techniques

Personnel Selection: Participation In An Application In Banking Sector

Aleyna DEĞERMENCİ, Berk AYVAZ

Hammadde ve Renk Tabanlı Çizelgeleme ve Bir Elektroteknik 95

Fabrikasında Uygulaması

*Material And Color Based Scheduling And Implementation In The
Electrotechnical Factory*

Berk ÖZER, Mustafa KÖKSAL

İstatistik / Statistics

İki Düzeyli Olasılık Modellerinde Klasik ve Meta Sezgisel Optimizasyon 107

Tekniklerinin Performansı Üzerine Bir Çalışma

*A Study On The Performance Of The Classical And Meta Heuristic
Optimization Techniques In Probability Models With Two Levels*

Özge AKKUŞ, Emre DEMİR

Derleme Makaleler / Review Articles

Endüstri Mühendisliği / Industrial Engineering

- Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Değerlendirmesi Literatür Taraması** **133**
Evaluation Of The Efficiency In Banking Sector With Data Envelopment Analysis: A Literature Review
Seda KURŞUN, Ali Osman KUŞAKCI

İç Mimarlık / Interior Design

- Geçmişten Günümüze Montajı Kullanıcı Tarafından Yapılan Mobilyaların Sektördeki Yeri** **153**
The Place Of The Furniture Assembled By The User In The Sector From The Past To The Present
Berna KAYACAN, Yaprak ÖZEL, Yavuz IRMAK

Research Article

**SOME COMMON FIXED POINT RESULTS FOR
CONTRACTIVE MAPPINGS IN ORDERED G_p -METRIC
SPACES***

Meltem KAYA^{1*}

Hasan FURKAN²

^{1,2}Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Science and Technology,
46100, Kahramanmaraş, Turkey
meltemkaya55@hotmail.com hasanfurkan@gmail.com

Abstract

In this present article, the sufficient conditions for the existence and uniqueness of fixed points and common fixed points of single and double mappings satisfying various contractive conditions within the partially ordered G_p -complete G_p -metric spaces have been obtained. Also, some examples supporting the results obtained have been given. The theorems obtained generalize some fixed point results existing in the literature.

Keywords: Common fixed point, fixed point, partially ordered G_p -complete G_p -metric spaces, Banach pairs.

Araştırma Makalesi

***KİSMİ SIRALI G_p -METRİK UZAYLARDA DARALMA DÖNÜŞÜMLERİ
İÇİN BAZI ORTAK SABİT NOKTA SONUÇLARI***

ÖZ

Bu çalışmada, kısmi sıralı G_p -tam G_p -metrik uzaylarda çeşitli daralma şartlarını sağlayan tek ve çift dönüşümlerin sabit noktalarının ve ortak sabit noktalarının varlığı ve tekliği için gerekli olan şartlar elde edilmiştir. Aynı zamanda, elde edilen sonuçları destekleyen birkaç örnek verilmiştir. Elde edilen teoremler literatürde bulunan bazı sabit nokta sonuçlarını genelleştirir.

Anahtar Kelimeler: Ortak sabit nokta, sabit nokta, kısmi sıralı G_p -tam G_p -metrik uzaylar, Banach çiftleri

* Received / Geliş tarihi: 21/06/2016
*Corresponding Author/ Sorumlu Yazar:

Accepted / Kabul tarihi: 30/12/2016
meltemkaya55@hotmail.com

1. INTRODUCTION

In 1922, the Polish mathematician Stefan Banach proved his noteworthy theorem relating to the existence and uniqueness of a fixed point under appropriate conditions for the first time (Banach, 1922). In the last decades, the Banach contraction principle has been studied and generalized considerably by several authors in different ways, for more details see (Matthews, 1994; Schellekens, 2003; Oltra and Valero, 2004; Valero, 2005; Altun et al., 2010; Altun and Erduran, 2010; Karapinar, 2011; Mustafa and Sims, 2006; Beiranvand et al., 2009; Ran and Reurings, 2003; Nieto and López, 2005; Harjani and Sadarangani, 2009; Chen and Lee, 2007).

One of the such generalizations is a G_p -metric space. The notation of G_p -metric space was defined by Zand and Nezhad as a new generalization and unification of both partial metric space and G -metric space (Zand and Nezhad, 2011). In particular, Aydi, Karapinar and Salimi introduced the notions of 0- G_p -Cauchy sequence and 0- G_p -complete G_p -metric space (Aydi et al., 2012), for more details see (Barakat and Zidan, 2015; Bilgili et al., 2013; Ćirić et al., 2013; Parvaneh et al., 2013; Popa and Patriciu, 2015; Salimi and Vetro, 2014; Kaya et al., ud., Parvaneh et al. 2014).

Now, we review the necessary notations, definitions and fundamental results produced on G_p -metric spaces that we will need in this work.

Definition of a G_p -metric space was given by Zand and Nezhad as follows:

Definition 1 (Zand and Nezhad, 2011) *A G_p -metric on a non-empty set X is a function $G_p : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$, such that for all $x, y, z, a \in X$ the following properties hold:*

$$\mathbf{G_{p1.}} \quad x = y = z \text{ if } G_p(x, y, z) = G_p(z, z, z) = G_p(y, y, y) = G_p(x, x, x);$$

$$\mathbf{G_{p2.}} \quad 0 \leq G_p(x, x, x) \leq G_p(x, x, y) \leq G_p(x, y, z);$$

G_{p3}. $G_p(x, y, z) = G_p(x, z, y) = G_p(y, z, x) = \dots$, symmetry in all three variables;

G_{p4}. $G_p(x, y, z) \leq G_p(x, a, a) + G_p(a, y, z) - G_p(a, a, a)$.

In this case, the pair (X, G_p) is said to be a G_p -metric space.

On the other hand, instead of (G_{p2}) , Parvaneh, Roshan and Kadelburg used the following condition (Parvaneh et al., 2013):

G_{p2}*. $0 \leq G_p(x, x, x) \leq G_p(x, x, y) \leq G_p(x, y, z)$ for all $x, y, z \in X$ with $z \neq y$.

Also, they stated an important remark as following:

Remark 1 *With (G_{p2}) assumption, it is very easy to obtain that*

$$G_p(x, x, y) = G_p(x, y, y)$$

holds for all $x, y \in X$, i.e., the respective space is symmetric.

On the other hand, there are a lot of examples of asymmetric G -metric spaces. Hence, the claim stated in (Zand and Nezhad, 2011; Aydi et al., 2012) that each G -metric space is a G_p -metric space (satisfying (G_{p2})) is false. With the assumption (G_{p2}^*) this conclusion holds true.

We will use definition of G_p -metric space given by Zand and Nezhad throughout the rest of this paper, that is, (X, G_p) is a symmetric G_p -metric space in this paper.

Example 1. (Zand and Nezhad, 2011) *Let $X = [0, \infty)$ and let $G_p : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$ be a mapping defined by $G_p(x, y, z) = \max\{x, y, z\}$, for all $x, y, z \in X$. Then (X, G_p) is a symmetric G_p -metric space but not a G -metric space.*

The following proposition gives some properties of a G_p -metric space.

Proposition 1.1 (Zand and Nezhad, 2011) *Let (X, G_p) be a G_p -metric space. Then, the following statements hold:*

$$i. \quad G_p(x, y, z) \leq G_p(x, x, y) + G_p(x, x, z) - G_p(x, x, x);$$

$$ii. \quad G_p(x, y, y) \leq 2G_p(x, x, y) - G_p(x, x, x);$$

iii.

$$G_p(x, y, z) \leq G_p(x, a, a) + G_p(y, a, a) + G_p(z, a, a) - 2G_p(a, a, a);$$

$$iv. \quad G_p(x, y, z) \leq G_p(x, a, z) + G_p(a, y, z) - G_p(a, a, a);$$

for any x, y, z and $a \in X$.

The following proposition shows that to every G_p -metric space we can associate one metric.

Proposition 1.2 (Zand and Nezhad, 2011) *Every G_p -metric on X induces a metric d_{G_p} on X defined by*

$$d_{G_p}(x, y) = G_p(x, y, y) + G_p(y, x, x) - G_p(x, x, x) - G_p(y, y, y)$$

for all $x, y \in X$.

In their paper, Zand and Nezhad also introduced the basic topological concepts like G_p -convergence, G_p -Cauchy sequence and G_p -completeness in G_p -metric spaces as follows.

Definition 2 (Zand and Nezhad, 2011) Let (X, G_p) be a G_p -metric space and let $\{x_n\}$ be a sequence of points of X . A point $x \in X$ is said to be the limit of the sequence $\{x_n\}$ and denoted by $x_n \rightarrow x$ if

$$\lim_{n,m \rightarrow \infty} G_p(x, x_n, x_m) = G_p(x, x, x).$$

In this case, we say that the sequence $\{x_n\}$ is G_p -convergent to x .

Thus if $x_n \rightarrow x$ in a G_p -metric space (X, G_p) , then for any $\varepsilon > 0$, there exists $l \in \mathbb{N}$ such that $|G_p(x, x_n, x_m) - G_p(x, x, x)| < \varepsilon$, for all $n, m > l$.

Using the above definition, one can easily prove the following proposition.

Proposition 1.3 (Zand and Nezhad, 2011) Let (X, G_p) be a G_p -metric space. Then, for any sequence $\{x_n\}$ in X and a point $x \in X$ the following are equivalent:

- i. $\{x_n\}$ is G_p -convergent to x ;
- ii. $G_p(x_n, x_n, x) \rightarrow G_p(x, x, x)$ as $n \rightarrow \infty$;
- iii. $G_p(x_n, x, x) \rightarrow G_p(x, x, x)$ as $n \rightarrow \infty$.

Proof. If we take $m = n$ in (i), we get that (i) implies (ii). Also, we obtain that (ii) \Leftrightarrow (iii) with (G_{p2}) assumption. For the converse we have:

$$\begin{aligned} G_p(x, x_n, x_m) - G_p(x, x, x) &= G_p(x_n, x_m, x) - G_p(x, x, x) \\ &\leq G_p(x_n, x, x) + G_p(x, x_m, x) - G_p(x, x, x) - G_p(x, x, x) \\ &= [G_p(x_n, x, x) - G_p(x, x, x)] + [G_p(x, x_m, x) - G_p(x, x, x)]. \end{aligned}$$

If we take the limit as $n, m \rightarrow \infty$ in the previous inequality, we get that (iii) implies (i).

The proof is completed.

Definition 3 (Zand and Nezhad, 2011) Let (X, G_p) be a G_p -metric space.

i. A sequence $\{x_n\}$ is called a G_p -Cauchy sequence if and only if

$$\lim_{n,m \rightarrow \infty} G_p(x_n, x_m, x_m) \text{ exists and is finite;}$$

ii. A G_p -metric space (X, G_p) is said to be G_p -complete if and only if every

G_p -Cauchy sequence in X is G_p -converges to $x \in X$ such that

$$G_p(x, x, x) = \lim_{n,m \rightarrow \infty} G_p(x_n, x_m, x_m).$$

The following lemma, which given by Parvaneh et al. provides the characterizations of concepts of Cauchy and completeness for G_p -metric spaces (Parvaneh et al., 2013).

Lemma 1.4

i. A sequence $\{x_n\}$ is a G_p -Cauchy sequence in a G_p -metric space (X, G_p) if and only if it is a Cauchy sequence in the metric space (X, d_{G_p}) .

ii. A G_p -metric space (X, G_p) is G_p -complete if and only if the metric space (X, d_{G_p}) is complete. Moreover,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} d_{G_p}(x, x_n) = 0$$

if and only if

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} G_p(x, x_n, x_n) &= \lim_{n \rightarrow \infty} G_p(x_n, x, x) = \lim_{n,m \rightarrow \infty} G_p(x_n, x_n, x_m) \\ &= \lim_{n,m \rightarrow \infty} G_p(x_n, x_m, x_m) = G_p(x, x, x). \end{aligned}$$

The following useful lemmas have a crucial role in the proof of our main results.

Lemma 1.5 (Aydi et al., 2012) *Let (X, G_p) be a G_p -metric space. Then*

- i. If $G_p(x, y, z) = 0$, then $x = y = z$;
- ii. If $x \neq y$, then $G_p(x, y, y) > 0$.

Proof. Let $G_p(x, y, z) = 0$. Then, by (G_{p2}) we get

$$0 \leq G_p(z, z, z), G_p(y, y, y), G_p(x, x, x) \leq G_p(x, y, z) = 0.$$

Hence, we have $G_p(z, z, z) = G_p(y, y, y) = G_p(x, x, x) = G_p(x, y, z) = 0$.

By (G_{p1}) we conclude that $x = y = z$. So, the assertion (i) is proved.

On the other hand, let $x \neq y$ and $G_p(x, y, y) = 0$. Then, by (i), $x = y$ which is a contradiction. Thereby, (ii) holds.

Lemma 1.6 (Aydi et al., 2012) *Assume that $\{x_n\} \rightarrow x$ as $n \rightarrow \infty$ in a G_p -metric space (X, G_p) such that $G_p(x, x, x) = 0$. Then, for every $y \in X$,*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} G_p(x_n, y, y) = G_p(x, y, y).$$

Proof. First note that $\lim_{n \rightarrow \infty} G_p(x_n, x, x) = G_p(x, x, x) = 0$. By the rectangle inequality and (G_{p2}) , we get

$$\begin{aligned} G_p(x_n, y, y) &\leq G_p(x_n, x, x) + G_p(x, y, y) - G_p(x, x, x) \\ &= G_p(x_n, x, x) + G_p(x, y, y) \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned} G_p(x, y, y) &\leq G_p(x, x_n, x_n) + G_p(x_n, y, y) - G_p(x_n, x_n, x_n) \\ &\leq G_p(x, x_n, x_n) + G_p(x_n, y, y) \\ &= G_p(x_n, x, x) + G_p(x_n, y, y). \end{aligned}$$

Hence, we have

$$0 \leq |G_p(x_n, y, y) - G_p(x, y, y)| \leq G_p(x_n, x, x).$$

Letting $n \rightarrow \infty$ we conclude our claim.

The following proposition of Zand and Nezhad will be required in the sequel (Zand and Nezhad, 2011).

Proposition 1.7 *Let (X_1, G_1) and (X_2, G_2) be G_p -metric spaces. Then a function $f : X_1 \rightarrow X_2$ is G_p -continuous at a point $x \in X_1$ if and only if it is G_p -sequentially continuous at x ; that is, whenever $\{x_n\}$ is G_p -convergent to x one has $\{f(x_n)\}$ is G_p -convergent to $f(x)$.*

Kaya et al. given an important remark, which investigates relationship between the concepts of G_p -continuity and d_{G_p} -continuity, as follows (Kaya et al., ud).

Remark 2 *It is worth noting that the notions of G_p -continuity and d_{G_p} -continuity of any function in the context of G_p -metric space are incomparable, in general. Indeed, if $X = [0, +\infty)$, $G_p(x, y, z) = \max\{x, y, z\}$, $d_{G_p}(x, y) = |x - y|$, $f(0) = 1$ and $f(x) = x^2$ for all $x > 0$, $g(x) = |\sin x|$, then f is a G_p -continuous and d_{G_p} -discontinuous at point $x = 0$; while g is a G_p -discontinuous and d_{G_p} -continuous at point $x = \pi$. Therefore, in this paper, we take that $T : X \rightarrow X$ is continuous if both $T : (X, G_p) \rightarrow (X, G_p)$ and $T : (X, d_{G_p}) \rightarrow (X, d_{G_p})$ are continuous.*

Also, Kaya et al. defined the concepts of sequentially convergent and subsequentially convergent (Kaya et al., ud).

Definition 4 *Let (X, G_p) be a G_p -metric space. A mapping $T : X \rightarrow X$ is said to be:*

- i. *sequentially convergent if for any sequence $\{y_n\}$ in X such that $\{Ty_n\}$*

- is convergent in (X, d_{G_p}) implies that $\{y_n\}$ is convergent in (X, d_{G_p}) ,
- ii. a subsequentially convergent if for any sequence $\{y_n\}$ in X such that $\{Ty_n\}$ is convergent in (X, d_{G_p}) implies that $\{y_n\}$ has a convergent subsequence in (X, d_{G_p}) .

The concept of Banach operator pair was introduced by Chen and Li as following (Chen and Li, 2007):

Definition 5 Let f and T be self mappings of a nonempty set M of a normed linear space X . Then, (f, T) is a Banach operator pair, if any one of the following conditions is satisfied:

- i. $f[F(T)] \subseteq F(T)$,
- ii. $Tfx = fx$ for each $x \in F(T)$,
- iii. $fTx = Tfx$ for each $x \in F(T)$,
- iv. $\|fTx - Tx\| \leq k \|Tx - x\|$ for some $k \geq 0$.

Definition 6 (Altun and Şimşek, 2010) Let (X, \prec) be a partially ordered set. A pair (f, g) of self maps of X is called weakly increasing if $fx \prec gfx$ and $gx \prec fgx$ for all $x \in X$.

In this work, our purpose is to obtain common fixed point theorems and their results related to f -contraction mappings in partially ordered G_p -complete G_p -metric spaces and also to illustrate the usability of our results with a number of examples.

2. MAIN RESULTS

The aim of this section is to present our findings on common fixed point theorems and their results related to f -contraction mappings in partially ordered G_p -complete G_p -metric spaces. We start by stating our first result.

Theorem 2.1 Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T : X \rightarrow X$ be a nondecreasing self mapping. Let $f : X \rightarrow X$ be a continuous, injective mapping and subsequentially convergent such that

$$G_p(fTx, fTy, fTy) \leq kM(fx, fy, fy) \quad (2.1)$$

for all comparable $x, y \in X$, where $k \in [0, \frac{1}{2})$ and

$$M(fx, fy, fy) = \max\{G_p(fx, fTx, fy), G_p(fy, fT^2x, fTy), G_p(fTx, fT^2x, fTy), G_p(fy, fTx, fTy), G_p(fx, fy, fy), G_p(fx, fTx, fTx), G_p(fy, fTy, fTy), G_p(fy, fTx, fTx), G_p(fx, fTy, fTy)\}.$$

If there exists $x_0 \in X$ with $x_0 \prec Tx_0$ and one of the following conditions is satisfied:

- i. T is a continuous self map on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T has a fixed point in X . Furthermore, the set of fixed points of T is well ordered if and only if fixed point of T is unique. Moreover, if (f, T) is a Banach pair, then f and T have a unique common fixed point in X .

Proof. Let $x_0 \in X$ be an arbitrary point in X and define the sequence $\{x_n\}$ in X with $x_n = Tx_{n-1} = T^n x_0$ for $1 \leq n$. As $x_0 \prec Tx_0$ and T is a nondecreasing mapping with respect to " \prec ", by given assumption, we obtain the following:

$$x_0 \prec Tx_0 = x_1 \prec Tx_1 = x_2 \prec \dots \prec x_n \prec x_{n+1} \prec \dots$$

Notice that, if $x_n = x_{n+1}$ for any $n \in \mathbf{N}$, then obviously T has a fixed point. Thus suppose $x_n \neq x_{n+1}$ for any $n \in \mathbf{N}$. As $x_{n-1} \prec x_n$ for all $n \in \mathbf{N}$, applying the considered contraction (2.1), we get

$$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) = G_p(fTx_{n-1}, fTx_n, fTx_n) \leq kM(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) \quad (2.2)$$

where

$$\begin{aligned}
 M(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) &= \max\{G_p(fx_{n-1}, fTx_{n-1}, fx_n), G_p(fx_n, fT^2x_{n-1}, fTx_n), \\
 &G_p(fTx_{n-1}, fT^2x_{n-1}, fTx_n), G_p(fx_n, fTx_{n-1}, fTx_n), G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n), \\
 &G_p(fx_{n-1}, fTx_{n-1}, fTx_{n-1}), G_p(fx_n, fTx_n, fTx_n), G_p(fx_n, fTx_{n-1}, fTx_{n-1}), \\
 &G_p(fx_n, fTx_n, fTx_n), G_p(fx_n, fTx_{n-1}, fTx_{n-1}), G_p(fx_{n-1}, fTx_n, fTx_n)\} \\
 &= \max\{G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n), G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}), G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}), \\
 &G_p(fx_n, fx_n, fx_{n+1}), G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n), G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n), \\
 &G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}), G_p(fx_n, fx_n, fx_n), G_p(fx_{n-1}, fx_{n+1}, fx_{n+1})\} \\
 &= \max\{G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n), G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}), G_p(fx_n, fx_n, fx_n), \\
 &G_p(fx_{n-1}, fx_{n+1}, fx_{n+1})\} \\
 &= \max\{G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n), G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}),
 \end{aligned}$$

$$G_p(fx_{n-1}, fx_{n+1}, fx_{n+1})\}. \tag{2.3}$$

Now, we have to examine three cases in (2.3). For the first case, assume that $M(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) = G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n)$. Then, the expression (2.2) turns into

$$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \leq kM(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) = kG_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n), \tag{2.4}$$

where $k \in [0, \frac{1}{2})$.

For the second case, assume that $M(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) = G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1})$.

By the inequality (2.2), we derive that

$$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \leq kG_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \tag{2.5}$$

which is a contradiction since $k \in [0, \frac{1}{2})$.

For the last case, assume that $M(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) = G_p(fx_{n-1}, fx_{n+1}, fx_{n+1})$. By (G_{p4}) and the inequality (2.2), we have

$$\begin{aligned} G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) &\leq kG_p(fx_{n-1}, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \\ &\leq k[G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) + G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1})], \end{aligned}$$

which is equivalent to

$$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \leq hG_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) \quad (2.6)$$

where $h = \frac{k}{1-k} < 1$ since $k \in [0, \frac{1}{2})$.

As a result, from (2.4)-(2.6), we conclude that

$$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \leq rG_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n),$$

where $r \in \{h, k\}$ and hence $r < 1$.

Similarly, from (2.1), it can be shown that

$$G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) \leq rG_p(fx_{n-2}, fx_{n-1}, fx_{n-1})$$

where $r < 1$.

Therefore, we deduce that

$$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \leq rG_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) \leq \dots \leq r^n G_p(fx_0, fx_1, fx_1)$$

for all $n \in \mathbf{N}$ and $r < 1$. We show that the sequence $\{fx_n\}$ is a G_p -Cauchy sequence in X . By the inequality (G_{p4}) , we have for $m, n \in \mathbf{N}$ with $m > n$,

$$\begin{aligned} G_p(fx_n, fx_m, fx_m) &\leq G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) + G_p(fx_{n+1}, fx_m, fx_m) \\ &\quad - G_p(fx_{n+1}, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\leq G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) + G_p(fx_{n+1}, fx_{n+2}, fx_{n+2}) + \dots \\
 &\quad + G_p(fx_{m-1}, fx_m, fx_m) - \sum_{i=n+1}^{m-1} G_p(fx_i, fx_i, fx_i) \\
 &\leq (r^n + r^{n+1} + \dots + r^{m-1})G_p(fx_0, fx_1, fx_1) \\
 &= r^n(1 + r + \dots + r^{m-n-1})G_p(fx_0, fx_1, fx_1) \quad (2.7) \\
 &= r^n \frac{1 - r^{m-n}}{1 - r} G_p(fx_0, fx_1, fx_1) \\
 &\leq \frac{r^n}{1 - r} G_p(fx_0, fx_1, fx_1).
 \end{aligned}$$

Letting $n, m \rightarrow \infty$ in (2.7), we get that $G_p(fx_n, fx_m, fx_m) \rightarrow 0$, that is, $\{fx_n\}$ is a G_p -Cauchy sequence. By Lemma 1.4, $\{fx_n\}$ is a Cauchy sequence in (X, d_{G_p}) metric space and the completeness of (X, G_p) G_p -metric space requires the completeness of (X, d_{G_p}) metric space. Then, there exists $z \in X$ such that

$$\lim_{n \rightarrow \infty} d_{G_p}(fx_n, z) = 0. \quad (2.8)$$

So, from Lemma 1.4 we get

$$\begin{aligned}
 \lim_{n \rightarrow \infty} G_p(fx_n, z, z) &= \lim_{n \rightarrow \infty} G_p(fx_n, fx_n, z) \\
 &= \lim_{n, m \rightarrow \infty} G_p(fx_n, fx_m, fx_m) \\
 &= G_p(z, z, z) \\
 &= 0.
 \end{aligned}$$

As f is subsequentially convergent in (X, d_{G_p}) , $\{x_n\}$ has a convergent subsequence in (X, d_{G_p}) . Hence, there exist $u \in X$ and a subsequence $\{x_{n_i}\}$ such that

$$\lim_{i \rightarrow \infty} d_{G_p}(x_{n_i}, u) = 0. \quad (2.9)$$

As f is continuous, (2.9) implies that

$$\lim_{i \rightarrow \infty} d_{G_p}(fx_{n_i}, fu) = 0.$$

From (2.8) and by the uniqueness of the limit in metric space (X, d_{G_p}) , we obtain that $fu = z$. Consequently,

$$\lim_{i \rightarrow \infty} G_p(fx_{n_i}, fu, fu) = \lim_{i \rightarrow \infty} G_p(fx_{n_i}, fx_{n_i}, fu) = G_p(fu, fu, fu) = 0.$$

- i. If T is a continuous self map on X , by Remark 2, $Tx_{n_i} \rightarrow Tu$ and $fTx_{n_i} \rightarrow fTu$ as $i \rightarrow \infty$. Since $fx_{n_i} \rightarrow fu$ as $i \rightarrow \infty$, we obtain $fu = fTu$. As f is injective, so we have $u = Tu$.
- ii. If T is not continuous then by given assumption we get $x_{n_i} \prec u$ for all $i \in \mathbf{N}$. Now, assume that $Tu \neq u$. Therefore, from (2.1) we get

$$G_p(fx_{n_i+1}, fTu, fTu) = G_p(fTx_{n_i}, fTu, fTu) \leq kM(fx_{n_i}, fu, fu), \quad (2.10)$$

where

$$\begin{aligned} M(fx_{n_i}, fu, fu) = \max\{ & G_p(fx_{n_i}, fTx_{n_i}, fu), G_p(fu, fT^2x_{n_i}, fTu), \\ & G_p(fTx_{n_i}, fT^2x_{n_i}, fTu), G_p(fu, fTx_{n_i}, fTu), \\ & G_p(fx_{n_i}, fu, fu), G_p(fx_{n_i}, fTx_{n_i}, fTx_{n_i}), \\ & G_p(fu, fTu, fTu), G_p(fu, fTx_{n_i}, fTx_{n_i}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & G_p(fx_{n_i}, fTu, fTu) \} \\
 & = \max\{G_p(fx_{n_i}, fx_{n_i+1}, fu), G_p(fu, fx_{n_i+2}, fTu), \\
 & \quad G_p(fx_{n_i+1}, fx_{n_i+2}, fTu), G_p(fu, fx_{n_i+1}, fTu), \\
 & \quad G_p(fx_{n_i}, fu, fu), G_p(fx_{n_i}, fx_{n_i+1}, fx_{n_i+1}), \\
 & \quad G_p(fu, fTu, fTu), G_p(fu, fx_{n_i+1}, fx_{n_i+1}), \\
 & \quad G_p(fx_{n_i}, fTu, fTu)\}. \tag{2.11}
 \end{aligned}$$

On taking limit as $i \rightarrow \infty$ and using Lemma 1.6 in (2.10) and (2.11), we get

$$G_p(fu, fTu, fTu) \leq kG_p(fu, fTu, fTu)$$

by the rectangular property. Since $k \in [0, \frac{1}{2})$, the inequality above causes contradiction.

Hence, we have $u = Tu$.

Hence, from (i) and (ii), u is a fixed point of T .

Now, suppose that the set of fixed points of T is well ordered. Then fixed point of T is unique. Assume on contrary that, $Tu = u$ and $Tw = w$ but $u \neq w$. As u and w are comparable, we have from (2.1)

$$G_p(fu, fw, fw) = G_p(fTu, fTw, fTw) \leq kM(fu, fw, fw) \tag{2.12}$$

where

$$\begin{aligned}
 M(fu, fw, fw) &= \max\{G_p(fu, fTu, fw), G_p(fw, fT^2u, fTw), \\
 &G_p(fTu, fT^2u, fTw), G_p(fw, fTu, fTw), G_p(fu, fw, fw), \\
 &G_p(fu, fTu, fTu), G_p(fw, fTw, fTw), G_p(fw, fTu, fTu), \\
 &G_p(fu, fTw, fTw)\} \\
 &= \max\{G_p(fu, fu, fw), G_p(fw, fu, fw), G_p(fu, fu, fw), \\
 &G_p(fw, fu, fw), G_p(fu, fw, fw), G_p(fu, fu, fu), G_p(fw, fw, fw), \\
 &G_p(fw, fu, fu), G_p(fu, fw, fw)\} \\
 &= G_p(fu, fu, fw).
 \end{aligned}$$

Hence the inequality (2.12) is equal to

$$G_p(fu, fw, fw) \preceq kG_p(fu, fu, fw) = kG_p(fu, fw, fw).$$

Since $k \in [0, \frac{1}{2})$, this is a contraction and so we get $u = w$. Thus, u is the unique fixed point of T .

Conversely, if T has only one fixed point, then the set of fixed points of T being singleton is well ordered.

Since we have assumed that (f, T) is Banach pair; $\{f, T\}$ commutes at the fixed point of T . This implies that $fTu = Tfu$ for $u \in F(T)$. So, $fu = Tfu$ which gives that fu is another fixed point of T . In that case, by the uniqueness of fixed point of T $fu = u$. Hence $fu = Tu = u$, u is unique common fixed point of f and T in X .

If we take $f = I$, the identity mapping in Theorem 2.1, we get the following result:

Corollary 2.2 *Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T : X \rightarrow X$ be a nondecreasing self mapping such that*

$$G_p(Tx, Ty, Ty) \preceq kM(x, y, y)$$

for all comparable $x, y \in X$, where $k \in [0, \frac{1}{2})$ and

$$M(x, y, y) = \max\{G_p(x, Tx, y), G_p(y, T^2x, Ty), G_p(Tx, T^2x, Ty), G_p(y, Tx, Ty), \\ G_p(x, y, y), G_p(x, Tx, Tx), G_p(y, Ty, Ty), G_p(y, Tx, Tx), G_p(x, Ty, Ty)\}.$$

If there exists $x_0 \in X$ with $x_0 \prec Tx_0$ and one of the following conditions is satisfied:

- i. T is a continuous self map on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T has a fixed point in X . Furthermore, the set of fixed points of T is well ordered if and only if fixed point of T is unique.

Theorem 2.3 Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T, S : X \rightarrow X$ be weakly increasing mappings with respect to " \prec ". Let $f : X \rightarrow X$ be a continuous, injective mapping and subsequentially convergent such that

$$G_p(fTx, fSy, fSy) \leq k \max \left\{ \frac{G_p(fy, fSy, fSy) + G_p(fx, fSy, fSy)}{2G_p(fy, fTx, fTx)} \right\} \quad (2.13)$$

for all comparable $x, y \in X$, where $k \in [0, \frac{1}{4})$. If one of the following conditions is satisfied:

- i. T or S is a continuous self mapping on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T and S have a common fixed point in X . Furthermore, the set of common fixed points of T and S is well ordered if and only if common fixed point of T

and S is unique. Moreover, if (f, T) and (f, S) are Banach pairs, then f, T and S have a unique common fixed point in X .

Proof. Let $x_0 \in X$ be an arbitrary point in X and define the sequence $\{x_n\}$ inductively by

$$x_{2n+1} = Tx_{2n} \text{ and } x_{2n+2} = Sx_{2n+1}$$

for $n \in \mathbf{N}$. As T and S are weakly increasing mappings with respect to “ \prec ”, we obtain the following:

$$x_1 = Tx_0 \prec STx_0 = x_2$$

$$x_2 = Sx_1 \prec TSx_1 = x_3$$

⋮

$$x_{2n+1} = Tx_{2n} \prec STx_{2n} = x_{2n+2}$$

⋮

Suppose $G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) = 0$ for some $n \in \mathbf{N}$. Without loss of generality, we assume $n = 2N$ for some $N \in \mathbf{N}$. Thus $G_p(fx_{2N}, fx_{2N+1}, fx_{2N+1}) = 0$ and by Lemma 1.5 $fx_{2N} = fx_{2N+1}$. Now, we assume $G_p(fx_{2N+1}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2}) > 0$. Since x_{2N} and x_{2N+1} are comparable, using the contractive condition (2.13), we have

$$\begin{aligned} G_p(fx_{2N+1}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2}) &= G_p(fTx_{2N}, fSx_{2N+1}, fSx_{2N+1}) \\ &\leq k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx_{2N+1}, fSx_{2N+1}, fSx_{2N+1}) + G_p(fx_{2N}, fSx_{2N+1}, fSx_{2N+1}), \\ 2G_p(fx_{2N+1}, fTx_{2N}, fTx_{2N}) \end{array} \right\} \\ &= k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx_{2N+1}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2}) + G_p(fx_{2N}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2}), \\ 2G_p(fx_{2N+1}, fx_{2N+1}, fx_{2N+1}) \end{array} \right\}, \end{aligned}$$

thus,

$$\begin{aligned} G_p(fx_{2N+1}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2}) &\leq k[G_p(fx_{2N+1}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2}) \\ &\quad + G_p(fx_{2N}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2})] \\ &= 2k G_p(fx_{2N+1}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2}) \end{aligned}$$

which is a contradiction since $k \in [0, \frac{1}{4})$. Then, we conclude that

$$G_p(fx_{2N+1}, fx_{2N+2}, fx_{2N+2}) = 0.$$

Hence, we have $fx_{2N+1} = fx_{2N+2}$. As f is injective, we get $x_{2N+1} = x_{2N+2}$, that is, $x_{2N} = x_{2N+1} = x_{2N+2}$. Then, x_{2N} is a common fixed point of T and S , that is, $x_{2N} = Tx_{2N} = Sx_{2N}$.

Therefore, we can suppose that the successive terms of $\{x_n\}$ are different. Then

$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) > 0$ for all $n \in \mathbf{N}$ and the following holds:

$$\begin{aligned} G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+2}, fx_{2n+2}) &= G_p(fTx_{2n}, fSx_{2n+1}, fSx_{2n+1}) \\ &\leq k \max \left\{ \begin{aligned} &G_p(fx_{2n+1}, fSx_{2n+1}, fSx_{2n+1}) + G_p(fx_{2n}, fSx_{2n+1}, fSx_{2n+1}), \\ &2G_p(fx_{2n+1}, fTx_{2n}, fTx_{2n}) \end{aligned} \right\} \\ &= k \max \left\{ \begin{aligned} &G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+2}, fx_{2n+2}) + G_p(fx_{2n}, fx_{2n+2}, fx_{2n+2}), \\ &2G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}) \end{aligned} \right\} \\ &\leq k \max \left\{ \begin{aligned} &2G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+2}, fx_{2n+2}) + G_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}), \\ &2G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}) \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

thus,

$$G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+2}, fx_{2n+2}) \leq 2kG_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+2}, fx_{2n+2}) + kG_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1})$$

and so

$$G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+2}, fx_{2n+2}) \leq \frac{k}{1-2k} G_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}).$$

Let $r = \frac{k}{1-2k}$, then $r \in [0, \frac{1}{2})$ since $k \in [0, \frac{1}{4})$ and we deduce that

$$G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n+2}, fx_{2n+2}) \leq rG_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}). \quad (2.14)$$

Similarly, by (2.13), we obtain

$$\begin{aligned} G_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}) &= G_p(fx_{2n+1}, fx_{2n}, fx_{2n}) \\ &= G_p(fTx_{2n}, fSx_{2n-1}, fSx_{2n-1}) \\ &\leq k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx_{2n-1}, fSx_{2n-1}, fSx_{2n-1}) + G_p(fx_{2n}, fSx_{2n-1}, fSx_{2n-1}), \\ 2G_p(fx_{2n-1}, fTx_{2n}, fTx_{2n}) \end{array} \right\} \\ &= k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx_{2n-1}, fx_{2n}, fx_{2n}) + G_p(fx_{2n}, fx_{2n}, fx_{2n}), \\ 2G_p(fx_{2n-1}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}) \end{array} \right\} \\ &\leq k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx_{2n-1}, fx_{2n}, fx_{2n}) + G_p(fx_{2n}, fx_{2n}, fx_{2n}) \\ 2[G_p(fx_{2n-1}, fx_{2n}, fx_{2n}) + G_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1})] \end{array} \right\} \end{aligned}$$

so

$$G_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}) \leq 2k[G_p(fx_{2n-1}, fx_{2n}, fx_{2n}) + G_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1})].$$

Then, for $h = \frac{2k}{1-2k}$, we get $h \in [0,1)$ since $k \in [0, \frac{1}{4})$ and

$$G_p(fx_{2n}, fx_{2n+1}, fx_{2n+1}) \leq hG_p(fx_{2n-1}, fx_{2n}, fx_{2n}). \quad (2.15)$$

As a result, from (2.14) and (2.15), for $\lambda = \max\{r, h\}$ we conclude that

$$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \preceq \lambda G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n)$$

for all $n \in \mathbf{N}$ and $\lambda \in [0,1)$. Hence, we get

$$G_p(fx_n, fx_{n+1}, fx_{n+1}) \leq \lambda G_p(fx_{n-1}, fx_n, fx_n) \preceq \dots \preceq \lambda^n G_p(fx_0, fx_1, fx_1)$$

for all $n \in \mathbf{N}$ and $\lambda \in [0,1)$.

Using the same technique as in the proof of Theorem 2.1, we can conclude that $\{fx_n\}$ is a G_p -Cauchy sequence. By Lemma 1.4, $\{fx_n\}$ is a Cauchy sequence in (X, d_{G_p}) metric space and the completeness of (X, G_p) G_p -metric space requires the completeness of (X, d_{G_p}) metric space. Then, there exists $z \in X$ such that

$$\lim_{n \rightarrow \infty} d_{G_p}(fx_n, z) = 0. \quad (2.16)$$

So, from Lemma 1.4 we get

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} G_p(fx_n, z, z) &= \lim_{n \rightarrow \infty} G_p(fx_n, fx_n, z) \\ &= \lim_{n, m \rightarrow \infty} G_p(fx_n, fx_m, fx_m) \\ &= G_p(z, z, z) \\ &= 0. \end{aligned}$$

As f is subsequentially convergent in (X, d_{G_p}) , $\{x_n\}$ has a convergent subsequence in (X, d_{G_p}) . Hence, there exist $u \in X$ and a subsequence $\{x_{n_i}\}$ such that

$$\lim_{i \rightarrow \infty} d_{G_p}(x_{n_i}, u) = 0. \quad (2.17)$$

As f is continuous, (2.17) implies that

$$\lim_{i \rightarrow \infty} d_{G_p}(fx_{n_i}, fu) = 0.$$

From (2.16) and by the uniqueness of the limit in metric space (X, d_{G_p}) , we obtain that $fu = z$. Consequently,

$$\lim_{i \rightarrow \infty} G_p(fx_{n_i}, fu, fu) = \lim_{i \rightarrow \infty} G_p(fx_{n_i}, fx_{n_i}, fu) = G_p(fu, fu, fu) = 0.$$

Now, let us show that u is a common fixed point of T and S .

i. If T is a continuous mapping on X , then $Tx_{2n_i} \rightarrow Tu$ and

$fTx_{2n_i} \rightarrow fTu$ as $i \rightarrow \infty$. Since $fx_{n_i} \rightarrow fu$ as $i \rightarrow \infty$, we obtain

$fu = fTu$. As f is injective, so we have $u = Tu$.

Assume that $u \neq Su$. Since $u \prec u$, we get from (2.13)

$$\begin{aligned} G_p(fu, fSu, fSu) &= G_p(fTu, fSu, fSu) \\ &\leq k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fu, fSu, fSu) + G_p(fu, fSu, fSu), \\ 2G_p(fu, fTu, fTu) \end{array} \right\} \\ &= 2kG_p(fu, fSu, fSu), \end{aligned}$$

which is a contradiction since $k \in [0, \frac{1}{4})$ and hence $u = Su$.

The proof, assuming that S is continuous, is similar to above.

- ii. If T and S are not continuous then by given assumption we get $x_n \prec u$ for all $n \in \mathbf{N}$. Thus for the subsequence $\{x_{2n_i}\}$ and $\{x_{2n_i+1}\}$ of $\{x_n\}$ we have $x_{2n_i} \prec u$ and $x_{2n_i+1} \prec u$. Assume that $u \neq Tu$ and $u \neq Su$. Therefore, from (2.13) we get

$$\begin{aligned}
 G_p(fTu, fx_{2n_i+2}, fx_{2n_i+2}) &= G_p(fTu, fSx_{2n_i+1}, fSx_{2n_i+1}) \\
 &\leq k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx_{2n_i+1}, fSx_{2n_i+1}, fSx_{2n_i+1}) + G_p(fu, fSx_{2n_i+1}, fSx_{2n_i+1}), \\ 2G_p(fx_{2n_i+1}, fTu, fTu) \end{array} \right\} \\
 &= k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx_{2n_i+1}, fx_{2n_i+2}, fx_{2n_i+2}) + G_p(fu, fx_{2n_i+2}, fx_{2n_i+2}), \\ 2G_p(fx_{2n_i+1}, fTu, fTu) \end{array} \right\}.
 \end{aligned}$$

Taking the limit as $i \rightarrow \infty$ in the last inequality, we have

$$G_p(fTu, fu, fu) \leq 2kG_p(fu, fTu, fTu) = 2kG_p(fu, fu, fTu),$$

which is a contradiction and so $u = Tu$. Similarly, it can be seen $Su = u$. Therefore, u is a common fixed point of T and S .

The uniqueness of common fixed point of T and S can be obtained easily. Also, since (f, T) and (f, S) are Banach pairs as in the proof of Theorem 2.1, it can be shown that f, T and S have a unique common fixed point in X .

Taking $f = I$, the identity mapping in Theorem 2.3, we obtain the following result:

Corollary 2.4 Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T, S : X \rightarrow X$ be weakly increasing mappings with respect to " \prec " such that

$$G_p(Tx, Sy, Sy) \leq k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(y, Sy, Sy) + G_p(x, Sy, Sy), \\ 2G_p(y, Tx, Tx) \end{array} \right\}$$

for all comparable $x, y \in X$, where $k \in [0, \frac{1}{4})$. If one of the following conditions is satisfied:

- i. T or S is a continuous self mapping on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T and S have a common fixed point in X . Furthermore, the set of common fixed points of T and S is well ordered if and only if common fixed point of T and S is unique.

Putting $T = S$ in Theorem 2.3, we have the following result:

Corollary 2.5 *Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T : X \rightarrow X$ be a nondecreasing mapping. Let $f : X \rightarrow X$ be a continuous, injective mapping and subsequentially convergent such that*

$$G_p(fTx, fTy, fTy) \leq k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fy, fTy, fTy) + G_p(fx, fTy, fTy), \\ 2G_p(fy, fTx, fTx) \end{array} \right\}$$

for all comparable $x, y \in X$, where $k \in [0, \frac{1}{3})$. If there exists $x_0 \in X$ with $x_0 \prec Tx_0$ and one of the following conditions is satisfied:

- i. T is a continuous self map on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T has a fixed point in X . Furthermore, the set of fixed points of T is well ordered if and only if fixed point of T is unique. Moreover, if (f, T) is a Banach pair, then f and T have a unique common fixed point in X .

If we take $f = I$, the identity mapping in Corollary 2.5, we obtain the following result:

Corollary 2.6 Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T : X \rightarrow X$ be a nondecreasing mapping such that

$$G_p(Tx, Ty, Ty) \leq k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(y, Ty, Ty) + G_p(x, Ty, Ty), \\ 2G_p(y, Tx, Tx) \end{array} \right\}$$

for all comparable $x, y \in X$, where $k \in [0, \frac{1}{3})$. If there exists $x_0 \in X$ with $x_0 \prec Tx_0$ and one of the following conditions is satisfied:

- i. T is a continuous self map on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T has a fixed point in X . Furthermore, the set of fixed points of T is well ordered if and only if fixed point of T is unique.

Theorem 2.7 Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T, S : X \rightarrow X$ be weakly increasing mappings with respect to " \prec ". Let $f : X \rightarrow X$ be a continuous, injective mapping and subsequentially convergent such that

$$G_p(fTx, fSy, fSy) \leq aG_p(fx, fy, fy) + bG_p(fy, fSy, fSy) + k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx, fSy, fSy) + G_p(fy, fTx, fTx) + G_p(fy, fTx, fSy), \\ 2G_p(fy, fSy, fSy) + G_p(fx, fSy, fSy) \end{array} \right\}$$

for all comparable $x, y \in X$, where $0 \leq a, b, k$ and $a + b + 4k < 1$. If one of the following conditions is satisfied:

- i. T or S is a continuous self mapping on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T and S have a common fixed point in X . Furthermore, the set of common fixed points of T and S is well ordered if and only if common fixed point of T and S is unique. Moreover, if (f, T) and (f, S) are Banach pairs, then f, T and S have a unique common fixed point in X .

Proof. The existence and uniqueness of the common fixed point of f, T and S can be obtained applying the same method as in Theorem 2.3, so we omit it.

Taking $f = I$, the identity mapping in Theorem 2.7,

Corollary 2.8 Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T, S : X \rightarrow X$ be weakly increasing mappings with respect to " \prec " such that

$$G_p(Tx, Sy, Sy) \preceq aG_p(x, y, y) + bG_p(y, Sy, Sy) + k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(x, Sy, Sy) + G_p(y, Tx, Tx) + G_p(y, Tx, Sy), \\ 2G_p(y, Sy, Sy) + G_p(x, Sy, Sy) \end{array} \right\}$$

for all comparable $x, y \in X$, where $0 \leq a, b, k$ and $a + b + 4k < 1$. If one of the following conditions is satisfied:

- i. T or S is a continuous self mapping on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T and S have a common fixed point in X . Furthermore, the set of common fixed points of T and S is well ordered if and only if common fixed point of T and S is unique.

Putting $T = S$ in Theorem 2.7, we have the following result:

Corollary 2.9 *Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T : X \rightarrow X$ be a nondecreasing mapping. Let $f : X \rightarrow X$ be a continuous, injective mapping and subsequentially convergent such that*

$$G_p(fTx, fTy, fTy) \preceq aG_p(fx, fy, fy) + bG_p(fy, fTy, fTy) + k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(fx, fTy, fTy) + G_p(fy, fTx, fTx) + G_p(fy, fTx, fTy), \\ 2G_p(fy, fTy, fTy) + G_p(fx, fTy, fTy) \end{array} \right\}$$

for all comparable $x, y \in X$, where $0 \leq a, b, k$ and $a + b + 4k < 1$. If there exists $x_0 \in X$ with $x_0 \prec Tx_0$ and one of the following conditions is satisfied:

- i. T is a continuous self map on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T has a fixed point in X . Furthermore, the set of fixed points of T is well ordered if and only if fixed point of T is unique. Moreover, if (f, T) is a Banach pair, then f and T have a unique common fixed point in X .

If we take $f = I$, the identity mapping in Corollary 2.9, we obtain the following result:

Corollary 2.10 *Let (X, G_p, \prec) be a partially ordered G_p -complete G_p -metric space and $T : X \rightarrow X$ be a nondecreasing mapping such that*

$$G_p(Tx, Ty, Ty) \preceq aG_p(x, y, y) + bG_p(y, Ty, Ty)$$

$$+ k \max \left\{ \begin{array}{l} G_p(x, Ty, Ty) + G_p(y, Tx, Tx) + G_p(y, Tx, Ty), \\ 2G_p(y, Ty, Ty) + G_p(x, Ty, Ty) \end{array} \right\}$$

for all comparable $x, y \in X$, where $0 \leq a, b, k$ and $a + b + 4k < 1$. If there exists $x_0 \in X$ with $x_0 \prec Tx_0$ and one of the following conditions is satisfied:

- i. T is a continuous self map on X ;
- ii. for any nondecreasing sequence $\{x_n\}$ in (X, \prec) with $x_n \rightarrow z$ it follows $x_n \prec z$ for all $n \in \mathbf{N}$;

then, T has a fixed point in X . Furthermore, the set of fixed points of T is well ordered if and only if fixed point of T is unique.

3. EXAMPLES

In this section, some examples are given to illustrate the usability of the results presented herein.

Example 1 Let $X = [0, 1]$ be endowed with the following relation: $x \prec y$ if and only if $y \leq x$ where “ \leq ” is usual order on X . Then, (X, \prec) is a partially ordered set. Let $G_p : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$ be defined by $G_p(x, y, z) = \max\{x, y, z\}$. Therefore, for any $x, y \in X$

$$d_{G_p}(x, y) = G_p(x, y, y) + G_p(y, x, x) - G_p(x, x, x) - G_p(y, y, y) = |x - y|.$$

Then (X, G_p) is G_p -complete G_p -metric space.

Define $T, f : X \rightarrow X$ as $T(x) = \frac{x}{4}$ and $f(x) = \frac{4x}{5}$. Obviously, f is injective mapping, continuous, subsequentially convergent. Indeed, let $\{x_n\}$ be a sequence converging to x in (X, G_p) , then

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \max\{x_n, x\} = \lim_{n \rightarrow \infty} G_p(x_n, x, x) = G_p(x, x, x) = x,$$

hence by definition of f , we have

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} G_p(fx_n, fx, fx) &= \lim_{n \rightarrow \infty} \max\{fx_n, fx\} = \lim_{n \rightarrow \infty} \max\left\{\frac{4x_n}{5}, \frac{4x}{5}\right\} \\ &= \frac{4}{5} \lim_{n \rightarrow \infty} \max\{x_n, x\} = \frac{4x}{5} = G_p(fx, fx, fx), \end{aligned} \quad (3.1)$$

that is, $\{fx_n\}$ converges to fx in (X, G_p) .

On the other hand, if $\{x_n\}$ converges to x in (X, d_{G_p}) , hence

$$\lim_{n \rightarrow \infty} d_{G_p}(x_n, x) = \lim_{n \rightarrow \infty} |x_n - x| = 0.$$

Thus, by definition of d_{G_p} and f , one can find

$$\lim_{n \rightarrow \infty} d_{G_p}(fx_n, fx) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{4x_n}{5} - \frac{4x}{5} \right| = \frac{4}{5} \lim_{n \rightarrow \infty} |x_n - x| = 0. \quad (3.2)$$

By convergences (3.1) and (3.2) yield that f is a continuous mapping.

Now, let we show that f is subsequentially convergent. Let $\{fy_n\}$ is convergent to y in (X, d_{G_p}) . Then, we have

$$\lim_{n \rightarrow \infty} fy_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{4y_n}{5} = y,$$

which implies that $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = \frac{5y}{4}$. Hence, $\{y_n\}$ a is convergent sequence in (X, d_{G_p}) and so $\{y_n\}$ has a convergent sequence in (X, d_{G_p}) .

Similarly, it can be easily shown that T is a continuous mapping. Furthermore, it is clear that T is a nondecreasing mapping with respect to " \prec ". Also, for $x_0 = 0$, we have $x_0 \prec Tx_0$.

In particular, for any $x \prec y$, we get

$$M(fx, fy, fy) = \max \left\{ \frac{4x}{5}, \max \left\{ \frac{4y}{5}, \frac{x}{20}, \frac{y}{5} \right\}, \frac{x}{5}, \max \left\{ \frac{4y}{5}, \frac{x}{5}, \frac{y}{5} \right\}, \frac{4y}{5}, \max \left\{ \frac{4y}{5}, \frac{x}{4}, \frac{x}{4} \right\} \right\} = \frac{4x}{5}.$$

Then for all $x, y \in X$ with $x \prec y$ and $k = \frac{1}{4}$, we have

$$G_p(fTx, fTy, fTy) = \max \left\{ \frac{x}{5}, \frac{y}{5} \right\} = \frac{x}{5} \preceq \frac{1}{4} M(fx, fy, fy).$$

Thus, all the conditions of Theorem 2.1 are satisfied. So, 0 is a unique fixed point of T .

Finally, (f, T) is a Banach pair since $fT0 = Tf0 = 0$ for $0 \in F(T)$. Therefore, 0 is a unique common fixed point of T and f .

Example 2 Let $X = [0,1]$ be endowed with the following relation: $x \prec y$ if and only if $y \leq x$ where " \leq " is usual order on X . Then, (X, \prec) is a partially ordered set. Let $G_p : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$ be defined by $G_p(x, y, z) = \max\{x, y, z\}$. Therefore, (X, G_p) is G_p -complete G_p -metric space.

Define $T, f : X \rightarrow X$ by $T(x) = \frac{x}{6}$ and $f(x) = \frac{3x}{4}$ for all $x \in X$.

Obviously, f is injective mapping, subsequentially convergent and continuous.

Also, T is a continuous and nondecreasing mapping with respect to “ \prec ”. Moreover, for $x_0 = 0$, we get $x_0 \prec Tx_0$.

On the other hand, for any $x \prec y$, we obtain

$$\max \left\{ G_p(fy, fTy, fTy) + G_p(fx, fTy, fTy), 2G_p(fy, fTx, fTx) \right\} = \frac{3y}{4} + \frac{3x}{4}.$$

In that case, for every $x, y \in X$ with $x \prec y$ and $k = \frac{1}{6} \in [0, \frac{1}{3})$, we have

$$G_p(fTx, fTy, fTy) = \max \left\{ \frac{x}{8}, \frac{y}{8} \right\} = \frac{x}{8} \leq \frac{1}{6} \left(\frac{3y}{4} + \frac{3x}{4} \right).$$

Thus, all the conditions of Corollary 2.5 are fulfilled. Hence, T has a unique fixed point. Clearly, 0 is a unique fixed point of T . Furthermore, (f, T) is a Banach pair since $fT0 = Tf0 = 0$ for $0 \in F(T)$. So, 0 is a unique common fixed point of T and f .

Example 3 Let $X = [0,1]$ be endowed with the following relation: $x \prec y$ if and only if $y \leq x$ where “ \leq ” is usual order on X . Then, (X, \prec) is a partially ordered set. Let $G_p : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$ be defined by $G_p(x, y, z) = \max\{x, y, z\}$. Hence (X, G_p) is G_p -complete G_p -metric space.

Now, define the mappings $T, S, f : X \rightarrow X$ by $T(x) = \frac{x^2}{4}$, $S(x) = \frac{x^2}{5}$ ve

$f(x) = \frac{x}{2}$. It can be shown that f is injective mapping, subsequentially convergent and continuous by similar arguments in Example 2. Also, it is clear that T and S are continuous mappings.

Now, we denote that T and S are weakly increasing mappings. Let, $x \in X$. Since

$$STx = S\left(\frac{x^2}{4}\right) = \frac{1}{80}x^4 \sqsubseteq \frac{1}{4}x^2 = Tx,$$

we have $Tx \prec STx$. Similarly, we can show that $Sx \prec TSx$. Thus, T and S are weakly increasing mappings.

Without loss of generality, we assume that $x \prec y$, that is, $y \sqsubseteq x$. So, we get

$$G_p(fTx, fSy, fSy) = \max\left\{\frac{x^2}{8}, \frac{y^2}{10}\right\} = \frac{x^2}{8}$$

and

$$G_p(fx, fy, fy) = \max\left\{\frac{x}{2}, \frac{y}{2}\right\} = \frac{x}{2}.$$

Then, we conclude that for $a = \frac{1}{4}$ and $b = k = 0$

$$G_p(fTx, fSy, fSy) = \frac{x^2}{8} \sqsubseteq \frac{x}{8} = \frac{1}{4}G_p(fx, fy, fy).$$

Then, all the conditions of Theorem 2.7 holds and so, T and S have a unique common fixed point which is $x = 0$. Also, (f, T) and (f, S) are Banach pairs since $fT0 = Tf0 = 0$ for $0 \in F(T)$ and $fS0 = Sf0 = 0$ for $0 \in F(S)$. Then, f, T and S have a unique common fixed point 0 in $[0,1]$.

4. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the reviewers for pointing out some mistakes and misprints in the earlier version of this paper. So, They would like to express their pleasure to the reviewers for their careful reading and making some useful comments which improved the presentation of the paper. M. Kaya has been

supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK Programme, 2211-A).

REFERENCES

- Altun, I., Erduran, A.,** (2010), “Fixed Point Theorems for Monotone Mappings on Partial Metric Spaces”, *Fixed Point Theory Appl.*, 2011, 1–10.
- Altun, I., Sola F., Şimşek, H.** (2010), “Generalized contractions on partial metric spaces”, *Topology Appl.*, 157, 2778–2785.
- Altun, I, Şimşek, H.,** (2010), “Some Fixed Point Theorems on Ordered Metric Spaces and Application”, *Fixed Point Theory and Applications*, 2010, 17 pages.
- Aydi, H., Karapınar E., Salimi, P.,** (2012), “Some fixed point results in G_p -metric spaces”, *J. Appl. Math.*, 2012, 1–15.
- Banach, S.,** (1922), “Sur les operations dans les ensembles abstraits et leur application aux équations integrales”, *Fund. Math. J.*, 3, 133–181.
- Barakat M.A., Zidan, A.M.** (2015), “A common fixed point theorem for weak contractive maps in G_p -metric spaces”, *J. Egyptian Math. Soc.*, 23, 309–314.
- Beiranvand, A., Moradi, S., Omid, M., Pazandeh, H.,** (2009), “Two Fixed Point Theorems For Special Mappings”, arxiv:0903.1504v1 math.FA.
- Bilgili, N., Karapınar E., Salimi, P.,** (2013), “Fixed point theorems for generalized contractions on G_p -metric spaces”, *Journal of Inequalities and Applications*, 2013:39, 1–13.
- Chen, J., Li, Z.,** (2007), “Common Fixed Points For Banach Operator Pairs in Best Approximation”, *J. Math. Anal. Appl.*, 336, 1466–1475.
- Ciric, Lj., Alsulami, S. M., Parvaneh, V., Roshan, R.,** (2013), “Some fixed point results in ordered G_p -metric spaces”, *Fixed Point Theory Appl.*, 2013:317, 1–25.
- Harjani, J., Sadarangani, K.,** (2009), “Fixed point theorems for weakly contractive mappings in partially ordered sets”, *Nonlinear Anal.*, 71, 3403-3410.
- Karapınar, E.,** (2011), “Generalizations of Caristi Kirk’s Theorem on Partial Metric Spaces”, *Fixed Point Theory Appl.*, 2011:4, 1-7.
- Kaya, M., Öztürk M., Furkan, H.** (2016), “Some Common Fixed Point Theorems for (F, f) -Contraction Mappings in 0 - G_p -Complete G_p -Metric Spaces”, *British Journal of Mathematics & Computer Science*, 16(2), 1-23.

- Matthews, S.G.**, (1994), “Partial metric topology”, in: Proc. 8th Summer Conference on General Topology and Applications, Ann. New York Acad. Sci., 728, 183–197.
- Mustafa, Z., Sims, B.**, (2006), “A new approach to generalized metric spaces”, J. Nonlinear Convex Anal., 7, 289–297.
- Nieto, J.J., López, R.R.**, (2005), “Contractive mapping theorems in partially ordered sets and applications to ordinary differential equations”, 22, 223–239.
- Oltra S., Valero, O.**, (2004), “Banachs fixed point theorem for partial metric spaces”, Rend. Istit. Math. Univ. Trieste, 36, 17–26.
- Parvaneh, V., Roshan, J.R., Kadelburg, Z.**, (2013), “On generalized weakly GP -contractive mappings in ordered G_p -metric spaces”, Gulf J. Math., 1, 78–97.
- Parvaneh, V., Salimi, P., Vetro, P., Nezhad A.D., Radenović, S.**, (2014), “Fixed point results for $GP_{(\wedge \Theta)}$ -contractive mappings”, J. Nonlinear Sci. Appl., 7, 150–159.
- Popa, V., Patriciu, A. M.**, (2015), “Two general fixed point theorems for a sequence of mappings satisfying implicit relations in G_p -metric spaces”, Appl. Gen. Topol. 16, 225-231.
- Ran, A.C.M., Reurings, M.C.B.**, (2003), “A fixed point theorem in partially ordered sets and some applications to matrix equations”, Proc. Amer. Math. Soc. 132, 1435–1443.
- Salimi, P., Vetro, P.**, (2014), “A result of Suzuki type in partial G -metric spaces”, Acta Mathematica Scientia, 34B (2):274-284.
- Schellekens, M.P.**, (2003), “A characterization of partial metrizable: domains are quantifiable”, Theoret. Comp. Sci., 305, 409–432 .
- Valero, O.**, (2005), “On Banach fixed point theorems for partial metric spaces”, Appl. Gen. Topol., 6, 229–240.
- Zand, M.R.A., Nezhad, A.D.**, (2011), “A generalization of partial metric spaces”, J. Contemp. Appl. Math., 24, 86–93.

Research Article

**CONVERGENCE ANALYSIS FOR A NEW FASTER
ITERATION METHOD***

**Vatan KARAKAYA¹ Yunus ATALAN*² Kadri DOĞAN³
Nour El Houda BOUZARA⁴**

¹*Department of Mathematical Engineering, Yildiz Technical University, Davutpasa Campus, Esenler,
34210 Istanbul, Turkey*

E-mail: vkkaya@yahoo.com,

^{2,4}*Department of Mathematics, Yildiz Technical University, Davutpasa Campus, Esenler, 34220
Istanbul, Turkey*

E-mail: yunus atalan@hotmail.com, bzt.nour@gmail.com

³*Department of Mathematics and Science Education, Artvin Coruh University, Artvin, Turkey*
E-mail: dogankadri@hotmail.com

Abstract

In this paper, we introduce a new iteration method and show that this iteration method can be used to approximate fixed point of almost contraction mappings. Furthermore, we prove that the new iteration method is equivalent to both Mann iteration method and Picard-Mann hybrid iteration method and also converges faster than Picard-Mann hybrid iteration method for the class of almost contraction mappings. In addition to these we give a table and graphics for support this result. Finally, we prove a data dependence result for almost contraction mappings by using the new iteration method.

Keywords: New iteration method, strong convergence, almost contraction mappings.

Araştırma Makalesi

**DAHA HIZLI YENİ BİR İTERASYON METODU İÇİN
YAKINSAKLIK ANALİZİ**

Öz

Bu makelde yeni bir iterasyon yöntemini tanımladık ve bu iterasyon yönteminin hemen hemen büzülme dönüşümlerinin sabit noktasına yaklaşımı için kullanılabilir olduğunu gösterdik. Ayrıca, yeni iterasyon yönteminin hem Mann iterasyon yöntemi hem de Picard-Mann hibrid iterasyon yöntemine denk olduğunu ve hemen hemen büzülme dönüşümleri sınıfı için Picard-Mann hibrid iterasyon yönteminden daha hızlı yakınsadığını kanıtladık. Bunlara ek olarak, bu sonucu destekleyen bir tablo ve grafik de verdik. Son olarak, yeni iterasyon yöntemini kullanarak hemen hemen büzülme dönüşümleri için bir veri bağılılığı sonucunu kanıtladık.

Anahtar Kelimeler: Yeni iterasyon metodu, kuvvetli yakınsaklık, Hemen hemen büzülme dönüşümleri.

* Received / Geliş tarihi: 10/10/2016

*Corresponding Author/ Sorumlu Yazar :

Accepted / Kabul tarihi: 26/12/2016

yunus atalan@hotmail.com

1. INTRODUCTION

Fixed point theory is one of the most useful tools of mathematics since it has different applications in many branches such as chemistry, game theory, engineering and economics etc. The fixed point of an operator T is a point which is mapped to itself by an operator, that is, x is a fixed point of the operator T if and only if $Tx = x$.

This theory has been worked by many researches from theoretical and practical aspects. The iterative approximation of fixed point for certain classes of operators is one of the main tools in the fixed point theory. Therefore, a lot of iteration methods have been defined and studied by numerous researchers (see Berinde, 2007, Chung et al., 2012, Gürsoy et al., 2013, Karakaya et al., 2013, Mann, 1953).

Now, we give some well-known iteration methods:

A sequence $\{x_n\}_{n=0}^{\infty}$ defined by

$$\begin{cases} x_0 \in C, \\ x_{n+1} = Tx_n, (n \in \mathbb{N}), \end{cases} \quad (1.1)$$

is commonly known as Picard iteration method (Picard, 1890).

Mann introduced the Mann iteration method in (Mann, 1953) as follows:

$$u_{n+1} = (1 - \alpha_n)u_n + \alpha_n Tu_n, (n \in \mathbb{N}), \quad (1.2)$$

where $0 \leq \alpha_n < 1$ and $\sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n = \infty$.

In 2007, Agarwal et al. defined the S iteration method (Agarwal et al., 2007) as

$$\begin{cases} x_{n+1} = (1 - \alpha_n)Tx_n + \alpha_n Ty_n \\ y_n = (1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n, (n \in \mathbb{N}) \end{cases} \quad (1.3)$$

The following iteration method is called Noor (Noor, 2000) iteration method:

$$\begin{cases} x_0 \in C, \\ x_{n+1} = (1 - \alpha_n)x_n + \alpha_n Ty_n \\ y_n = (1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tz_n \\ z_n = (1 - \gamma_n)x_n + \gamma_n Tx_n, (n \in \mathbb{N}). \end{cases} \quad (1.4)$$

In 2013, Khan (Khan, 2013) introduced Picard-Mann hybrid iteration method as follows:

$$\begin{cases} x_0 \in C, \\ x_{n+1} = Ty_n \\ y_n = (1 - \alpha_n)x_n + \alpha_n Tx_n, (n \in \mathbb{N}), \end{cases} \quad (1.5)$$

where $(\alpha_n)_{n=0}^{\infty} \subset [0,1]$.

Now, we shall introduce the following iteration method:

$$\begin{cases} x_0 \in C, \\ x_{n+1} = T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_n T y_n] \\ y_n = T[(1-\beta_n)x_n + \beta_n T x_n], \end{cases} \quad (1.6)$$

where $(\alpha_n)_{n=0}^\infty, (\beta_n)_{n=0}^\infty \subset [0,1]$ and $\sum_{n=0}^\infty \alpha_n = \infty$.

In this paper, we prove that iteration method (1.6) strongly converges to fixed point of almost contraction mappings satisfying condition (1.7). Furthermore, we show that iteration method (1.6) is equivalent to both Mann iteration method (1.2) and Picard-Mann hybrid iteration method (1.5). We also compare the rate of convergence of iteration method (1.6) and Picard-Mann hybrid iteration method (1.5). Additionally, we give a table and graphics for support this result. Finally, we give a data dependence result for almost contraction mappings satisfying condition (1.7) by employing iteration method (1.6).

In order to obtain our main results we need some lemmas and definitions given in the following:

Lemma 1.1 (Weng, 1991). Let $\{a_n\}_{n=0}^\infty$ and $\{b_n\}_{n=0}^\infty$ be nonnegative real sequences satisfying the following condition:

$$a_{n+1} \leq (1-\mu_n)a_n + b_n,$$

where $\mu_n \in (0,1)$, for all $n \geq n_0$, $\sum_{n=1}^\infty \mu_n = \infty$ and $\frac{b_n}{\mu_n} \rightarrow 0$ as $n \rightarrow \infty$. Then $\lim a_n = 0$.

Lemma 1.2 (Soltuz, 2008). Let $\{a_n\}_{n=0}^\infty$ be a nonnegative real sequence and there exists an $n_0 \in \mathbb{N}$ such that for all $n \geq n_0$ satisfying the following condition:

$$a_{n+1} \leq (1-\mu_n)a_n + \mu_n \eta_n,$$

where $\mu_n \in (0,1)$ for all $n \in \mathbb{N}$, $\sum_{n=1}^\infty \mu_n = \infty$ and $\eta_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$. Then the following inequality holds:

$$0 \leq \limsup_{n \rightarrow \infty} a_n \leq \limsup_{n \rightarrow \infty} \eta_n.$$

Definition 1.3 (Berinde, 2003). The self-map $T : C \rightarrow C$ is called almost contraction if there exist $\delta \in (0,1)$ and $L \geq 0$ such that

$$\|Tx - Ty\| \leq \delta \|x - y\| + L \|y - Tx\|.$$

Theorem 1.4 (Berinde, 2003). Let (X,d) be a complete metric space and $T : X \rightarrow X$ be a almost contraction for which there exist $\delta \in (0,1)$ and some

$L_1 \geq 0$ such that

$$\|Tx - Ty\| \leq \delta \|x - y\| + L_1 \|x - Tx\|. \quad (1.7)$$

Then, T has a unique fixed point.

Definition 1.5 (Phuengrattana and Suantai, 2013). Let $\{a_n\}_{n=1}^\infty$ and $\{b_n\}_{n=1}^\infty$ be two iterative sequences converging to the same fixed point p_* . We say that

$\{a_n\}_{n=1}^\infty$ converges faster than $\{b_n\}_{n=1}^\infty$ to p_* if

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{d(a_n, p)}{d(b_n, p)} = 0.$$

Definition 1.6 (Soltuz, 2008). Let $T, S : C \rightarrow C$ be two operators. We say that S is an approximate operator of T if for all $x \in C$ and for a fixed $\varepsilon > 0$ if $\|Tx - Sx\| \leq \varepsilon$.

2. MAIN RESULTS

Theorem 2.1 Let C be a nonempty closed convex subset of a Banach space X and $T : C \rightarrow C$ be a almost contraction map satisfying condition (0.7). Let $\{x_n\}_{n=0}^\infty$ be iterative sequence generated by (0.6) with real sequences such that $\{\alpha_n\}_{n=0}^\infty$ and $\{\beta_n\}_{n=0}^\infty \in [0,1]$ satisfying $\sum_{k=0}^n \alpha_k = \infty$. Then $\{x_n\}_{n=0}^\infty$ converges to unique fixed point p_* of T .

Proof. It can be seen easily from (0.7) that p_* is the unique fixed point of T . Firstly we must show that $x_n \rightarrow p_*$ as $n \rightarrow \infty$. From (0.6) and (0.7), we have

$$\begin{aligned} \|y_n - p_*\| &= \|T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n] - p_*\| \\ &\leq \delta \|(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n - p_*\| \\ &\leq \delta[(1 - \beta_n)\|x_n - p_*\| + \beta_n \delta \|x_n - p_*\|] \\ &= \delta[1 - \beta_n(1 - \delta)]\|x_n - p_*\|, \end{aligned} \quad (1.8)$$

$$\begin{aligned}
 \|x_{n+1} - p_*\| &= \|T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n] - p_*\| \\
 &\leq \delta \|(1-\alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n - p_*\| \\
 &\leq \delta[(1-\alpha_n)\|y_n - p_*\| + \alpha_n \|Ty_n - Tp_*\|] \\
 &= \delta[1-\alpha_n(1-\delta)]\|y_n - p_*\| \\
 &\leq \delta^2[1-\alpha_n(1-\delta)][1-\beta_n(1-\delta)]\|x_n - p_*\|.
 \end{aligned}
 \tag{1.9}$$

Since $\delta \in (0,1)$ and $[1-\beta_n(1-\delta)] < 1$, we obtain

$$\|x_{n+1} - p_*\| \leq [1-\alpha_n(1-\delta)]\|x_n - p_*\|.
 \tag{1.10}$$

By continuing this process in (0.10), we obtain the following inequalities:

$$\begin{aligned}
 \|x_n - p_*\| &\leq [1-\alpha_{n-1}(1-\delta)]\|x_{n-1} - p_*\| \\
 \|x_{n-1} - p_*\| &\leq [1-\alpha_{n-2}(1-\delta)]\|x_{n-2} - p_*\| \\
 &\vdots \\
 \|x_1 - p_*\| &\leq [1-\alpha_0(1-\delta)]\|x_0 - p_*\|.
 \end{aligned}$$

Then we have

$$\|x_{n+1} - p_*\| \leq \prod_{i=0}^n [1-\alpha_i(1-\delta)]\|x_0 - p_*\|.
 \tag{1.11}$$

It is well-known from the classical analysis that $1-x \leq e^{-x}$ for all $x \in [0,1]$. By using this fact together with (0.11), we obtain

$$\begin{aligned}
 \|x_{n+1} - p_*\| &\leq \prod_{i=0}^n e^{-(1-\delta)\alpha_i} \|x_0 - p_*\| \\
 &= \|x_0 - p_*\|^{n+1} \left(e^{\sum_{i=0}^n (1-\delta)\alpha_i} \right)^{-1}.
 \end{aligned}
 \tag{1.12}$$

Taking the limit of both sides of inequality (0.12) it can be seen $x_n \rightarrow p_*$ as $n \rightarrow \infty$.

Theorem 2.2 Let X be a Banach space, C be a nonempty, closed, convex subset of X and $T: C \rightarrow C$ be a almost contraction map satisfying condition (0.7) with fixed point p_* . Suppose that $\{u_n\}_{n=0}^\infty$ is defined by (0.2) for $u_0 \in C$ and $\{x_n\}_{n=0}^\infty$ is defined by (0.6) for $x_0 \in C$ with real sequences such that $\{\alpha_n\}_{n=0}^\infty$ and

$\{\beta_n\}_{n=0}^{\infty} \in [0,1]$. Then the following assertions are equivalent:

- i. The Mann iteration (0.2) converges to p_* .
- ii. The new iteration method (0.6) converges to p_* .

Proof. We will show that (i) \Rightarrow (ii), that is if the iteration method (0.2) converges, then the iteration method (0.6) does too. Now, by using (0.2) and (0.6) we have

$$\begin{aligned}
 \|u_{n+1} - x_{n+1}\| &= \|(1-\alpha_n)u_n + \alpha_n Tu_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\
 &\leq (1-\alpha_n)\|u_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\
 &\quad + \alpha_n \|Tu_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\
 &\leq (1-\alpha_n)\{\|u_n - Tu_n\| + \|Tu_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\|\} \\
 &\quad + \alpha_n \|Tu_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\
 &\leq (1-\alpha_n)\|u_n - Tu_n\| + \delta \|u_n - (1-\alpha_n)y_n - \alpha_n Ty_n\| \\
 &\quad + L\|u_n - Tu_n\| \tag{1.13} \\
 &\leq (1-\alpha_n)\|u_n - Tu_n\| + \delta(1-\alpha_n)\|u_n - y_n\| \\
 &\quad + \delta\alpha_n \|u_n - Ty_n\| + L\|u_n - Tu_n\| \\
 &\leq (1-\alpha_n)\|u_n - Tu_n\| + \delta(1-\alpha_n)\|u_n - y_n\| \\
 &\quad + \delta\alpha_n \|u_n - Ty_n\| + \delta^2\alpha_n \|u_n - y_n\| \\
 &\quad + \delta\alpha_n L\|u_n - Tu_n\| + L\|u_n - Tu_n\| \\
 &= [1-\alpha_n(1-\delta) + (1+\delta\alpha_n)L]\|u_n - Tu_n\| \\
 &\quad + \delta[1-\alpha_n(1-\delta)]\|u_n - y_n\|,
 \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned}
 \|u_n - y_n\| &\leq \|u_n - Tu_n\| + \|Tu_n - T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_nTx_n]\| \\
 &\leq \|u_n - Tu_n\| + \delta \|u_n - (1 - \beta_n)x_n - \beta_nTx_n\| \\
 &\quad + L \|u_n - Tu_n\| \\
 &\leq \|u_n - Tu_n\| + \delta(1 - \beta_n) \|u_n - x_n\| + \delta\beta_n \|u_n - Tx_n\| \\
 &\quad + L \|u_n - Tu_n\| \\
 &\leq \|u_n - Tu_n\| + \delta(1 - \beta_n) \|u_n - x_n\| \\
 &\quad + \delta\beta_n \|u_n - Tu_n\| + \delta^2\beta_n \|u_n - x_n\| \\
 &\quad + \delta\beta_n L \|u_n - Tu_n\| + L \|u_n - Tu_n\| \\
 &= (1 + \delta\beta_n)(1 + L) \|u_n - Tu_n\| \\
 &\quad + \delta[1 - \beta_n(1 - \delta)] \|u_n - x_n\|.
 \end{aligned} \tag{1.14}$$

Substituting (0.14) in (0.13), we obtain

$$\begin{aligned}
 \|u_{n+1} - x_{n+1}\| &\leq [1 - \alpha_n(1 - \delta) + (1 + \delta\alpha_n)L] \|u_n - Tu_n\| \\
 &\quad + \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)](1 + \delta\beta_n)(1 + L) \|u_n - Tu_n\| \\
 &\quad + \delta^2[1 - \alpha_n(1 - \delta)][1 - \beta_n(1 - \delta)] \|u_n - x_n\| \\
 &= \{[1 - \alpha_n(1 - \delta) + (1 + \delta\alpha_n)L] \\
 &\quad + \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)](1 + \delta\beta_n)(1 + L)\} \|u_n - Tu_n\| \\
 &\quad + \delta^2[1 - \alpha_n(1 - \delta)][1 - \beta_n(1 - \delta)] \|u_n - x_n\|.
 \end{aligned} \tag{1.15}$$

Since $\delta \in (0, 1)$ and $[1 - \beta_n(1 - \delta)] < 1$, we have

$$\begin{aligned}
 \|u_{n+1} - x_{n+1}\| &\leq \{[1 - \alpha_n(1 - \delta) + (1 + \delta\alpha_n)L] \\
 &\quad + \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)](1 + \delta\beta_n)(1 + L)\} \|u_n - Tu_n\| \\
 &\quad + [1 - \alpha_n(1 - \delta)] \|u_n - x_n\|.
 \end{aligned}$$

Let

$$\begin{aligned}
 \mu_n &= \alpha_n(1 - \delta) \in (0, 1) \\
 a_n &= \|u_n - x_n\|, \\
 b_n &= \{[1 - \alpha_n(1 - \delta) + (1 + \delta\alpha_n)L] \\
 &\quad + \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)](1 + \delta\beta_n)(1 + L)\} \|u_n - Tu_n\|.
 \end{aligned}$$

Furthermore, using $Tp_* = p_*$ and $\|u_n - p_*\| \rightarrow 0$, we have

$$\begin{aligned}\|u_n - Tu_n\| &= \|u_n - p_* + Tp_* - Tu_n\| \\ &\leq \|u_n - p_*\| + \delta \|u_n - p_*\| + L \|p_* - Tp_*\| \\ &= (1 + \delta) \|u_n - p_*\|.\end{aligned}$$

Then, $\|u_n - Tu_n\| \rightarrow 0$. Because of these results, we obtain $b_n \rightarrow 0$. By applying Lemma 1.1, we have $a_n = \|u_n - x_n\| \rightarrow 0$ as $n \rightarrow \infty$.

Consequently;

$$\|u_{n+1} - x_{n+1}\| \rightarrow 0 \text{ as } n \rightarrow \infty.$$

Now, we show that (ii) \Rightarrow (i) :

$$\begin{aligned}\|x_{n+1} - u_{n+1}\| &\leq \|x_{n+1} - p_*\| + \|u_{n+1} - p_*\| \\ &= \|T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n] - Tp_*\| \\ &\quad + \|(1 - \alpha_n)u_n + \alpha_n Tu_n - p_*\| \\ &\leq \delta \|(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n - p_*\| \\ &\quad + (1 - \alpha_n) \|u_n - p_*\| + \alpha_n \|Tu_n - Tp_*\| \\ &\leq \delta(1 - \alpha_n) \|y_n - p_*\| + \delta \alpha_n \|Ty_n - Tp_*\| \\ &\quad + (1 - \alpha_n) \|u_n - p_*\| + \alpha_n \delta \|u_n - p_*\| \\ &= \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)] \|y_n - p_*\| + [1 - \alpha_n(1 - \delta)] \|u_n - p_*\|,\end{aligned}\tag{1.16}$$

and

$$\begin{aligned}\|y_n - p_*\| &= \|T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n] - Tp_*\| \\ &\leq \delta \|(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n - p_*\| \\ &\leq \delta(1 - \beta_n) \|x_n - p_*\| + \delta^2 \beta_n \|x_n - p_*\| \\ &= \delta[1 - \beta_n(1 - \delta)] \|x_n - p_*\|.\end{aligned}\tag{1.17}$$

Substituting (0.17) in (0.16), we obtain

$$\begin{aligned}\|x_{n+1} - u_{n+1}\| &\leq \delta^2 [1 - \alpha_n(1 - \delta)][1 - \beta_n(1 - \delta)] \|x_n - p_*\| \\ &\quad + [1 - \alpha_n(1 - \delta)] \|u_n - p_*\| \\ &\leq [1 - \alpha_n(1 - \delta)][1 - \beta_n(1 - \delta)] \|x_n - p_*\| \\ &\quad + [1 - \alpha_n(1 - \delta)] \|u_n - p_*\|.\end{aligned}\tag{1.18}$$

Denote that

$$\mu_n = \alpha_n(1 - \delta) \in (0, 1)$$

$$a_n = \|u_n - p_*\|,$$

$$b_n = [1 - \alpha_n(1 - \delta)][1 - \beta_n(1 - \delta)]\|x_n - p_*\|.$$

Thus, from Lemma 1.1, $a_n = \|u_n - p_*\| \rightarrow 0$ as $n \rightarrow \infty$. As a result of these inequalities, from (0.18),

$$\|x_{n+1} - u_{n+1}\| \rightarrow 0 \text{ as } n \rightarrow \infty.$$

Theorem 2.3 Let X be a Banach space, C be a nonempty, closed, convex subset of X and $T: C \rightarrow C$ be a almost contraction map satisfying condition (0.7) with fixed point p_* . Suppose that $\{u_n\}_{n=0}^\infty$ is defined by (0.5) for $u_0 \in C$ and $\{x_n\}_{n=0}^\infty$ is defined by (0.6) for $x_0 \in C$ with real sequences such that $\{\alpha_n\}_{n=0}^\infty$ and $\{\beta_n\}_{n=0}^\infty \in [0, 1]$. Then the following assertions are equivalent:

- i. The Picard-Mann iteration (0.5) converges to p_* .
- ii. The new iteration method (0.6) converges to p_* .

Proof. We will show that (i) \Rightarrow (ii), that is if the iteration method (0.5) converges, then the iteration method (0.6) does too. Now, by using (0.5) and (0.6) we have

$$\begin{aligned} \|u_{n+1} - x_{n+1}\| &= \|Tv_n - T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_nTy_n]\| \\ &\leq \delta \|v_n - (1 - \alpha_n)y_n - \alpha_nTy_n\| + L \|v_n - Tv_n\| \\ &\leq \delta(1 - \alpha_n)\|v_n - y_n\| + \delta\alpha_n\|v_n - Ty_n\| + L\|v_n - Tv_n\| \\ &\leq \delta(1 - \alpha_n)\|v_n - y_n\| + (\delta\alpha_n + L)\|v_n - Tv_n\| \\ &\quad + \delta^2\alpha_n\|v_n - y_n\| + \delta\alpha_nL\|v_n - Tv_n\| \\ &= \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)]\|v_n - y_n\| + \{\delta\alpha_n(1 + L) + L\}\|v_n - Tv_n\| \end{aligned} \tag{1.19}$$

and

$$\begin{aligned}
\|v_n - y_n\| &\leq \|(1 - \alpha_n)u_n + \alpha_n Tu_n - T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n]\| \\
&\leq (1 - \alpha_n)\|u_n - Tu_n\| + (1 - \alpha_n)\|Tu_n - T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n]\| \\
&\quad + \alpha_n\|Tu_n - T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n]\| \\
&\leq (1 - \alpha_n)\|u_n - Tu_n\| + \delta\|u_n - (1 - \beta_n)x_n - \beta_n Tx_n\| \\
&\quad + L\|u_n - Tu_n\| \tag{1.20} \\
&\leq (1 - \alpha_n + L)\|u_n - Tu_n\| + \delta(1 - \beta_n)\|u_n - x_n\| + \delta\beta_n\|u_n - Tx_n\| \\
&\leq (1 - \alpha_n + L)\|u_n - Tu_n\| + \delta(1 - \beta_n)\|u_n - x_n\| + \delta\beta_n\|u_n - Tu_n\| \\
&\quad + \delta^2\beta_n\|u_n - x_n\| + \delta\beta_n L\|u_n - Tu_n\| \\
&= \delta[1 - \beta_n(1 - \delta)]\|u_n - x_n\| + \{1 - \alpha_n + L + \delta\beta_n(1 + L)\}\|u_n - Tu_n\|.
\end{aligned}$$

Substituting (0.20) in (0.19), we obtain

$$\begin{aligned}
\|u_{n+1} - x_{n+1}\| &\leq \delta^2[1 - \alpha_n(1 - \delta)][1 - \beta_n(1 - \delta)]\|u_n - x_n\| \\
&\quad + \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)]\{1 - \alpha_n + L + \delta\beta_n(1 + L)\}\|u_n - Tu_n\| \\
&\quad + \{\delta\alpha_n(1 + L) + L\}\|v_n - Tv_n\| \tag{1.21} \\
&\leq [1 - \alpha_n(1 - \delta)]\|u_n - x_n\| \\
&\quad + \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)]\{1 - \alpha_n + L + \delta\beta_n(1 + L)\}\|u_n - Tu_n\| \\
&\quad + \{\delta\alpha_n(1 + L) + L\}\|v_n - Tv_n\|
\end{aligned}$$

Since $\delta \in (0, 1)$ and $[1 - \beta_n(1 - \delta)] < 1$, we have

$$\begin{aligned}
\|u_{n+1} - x_{n+1}\| &\leq [1 - \alpha_n(1 - \delta)]\|u_n - x_n\| \\
&\quad + \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)]\{1 - \alpha_n + L + \delta\beta_n(1 + L)\}\|u_n - Tu_n\| \\
&\quad + \{\delta\alpha_n(1 + L) + L\}\|v_n - Tv_n\|.
\end{aligned}$$

Let

$$\begin{aligned}
\mu_n &= \alpha_n(1 - \delta) \in (0, 1) \\
a_n &= \|u_n - x_n\|, \\
b_n &= \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)]\{1 - \alpha_n + L + \delta\beta_n(1 + L)\}\|u_n - Tu_n\| \\
&\quad + \{\delta\alpha_n(1 + L) + L\}\|v_n - Tv_n\|.
\end{aligned}$$

Furthermore, using $Tp_* = p_*$ and $\|u_n - p_*\| \rightarrow 0$, we have

$$\begin{aligned}
\|u_n - Tu_n\| &= \|u_n - p_* + Tp_* - Tu_n\| \\
&\leq \|u_n - p_*\| + \delta\|u_n - p_*\| + L\|p_* - Tp_*\| \\
&= (1 + \delta)\|u_n - p_*\|.
\end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned} \|v_n - Tv_n\| &\leq \|v_n - p_*\| + \delta \|v_n - p_*\| + L \|p_* - Tp_*\| \\ &= (1 + \delta) \|v_n - p_*\| \\ &\leq (1 + \delta)(1 - \alpha_n) \|u_n - p_*\| + (1 + \delta)\alpha_n \delta \|u_n - p_*\| \\ &= (1 + \delta)[1 - \alpha_n(1 - \delta)] \|u_n - p_*\| \end{aligned}$$

Then, $\|u_n - Tu_n\| \rightarrow 0$ and $\|v_n - Tv_n\| \rightarrow 0$. Because of these results, we obtain $b_n \rightarrow 0$. By applying Lemma 1.1, we have $\alpha_n = \|u_n - x_n\| \rightarrow 0$ as $n \rightarrow \infty$.

Consequently

$$\|u_{n+1} - x_{n+1}\| \rightarrow 0 \text{ as } n \rightarrow \infty.$$

Now, we show that (ii) \Rightarrow (i) :

$$\begin{aligned} \|x_{n+1} - u_{n+1}\| &\leq \|T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n] - Tv_n\| \\ &\leq \delta \|(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n - v_n\| \\ &\quad + L \|(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n - T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\ &\leq \delta(1 - \alpha_n) \|y_n - u_n\| + \delta \alpha_n \|Ty_n - Tu_n\| \\ &\quad + L(1 - \alpha_n) \|y_n - T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\ &\quad + L \alpha_n \|Ty_n - T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\ &\leq \delta(1 - \alpha_n) \|y_n - u_n\| + \delta^2 \alpha_n \|y_n - u_n\| + \delta \alpha_n L \|y_n - Ty_n\| \\ &\quad + L(1 - \alpha_n) \|y_n - Ty_n\| \\ &\quad + L(1 - \alpha_n) \|Ty_n - T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\ &\quad + L \alpha_n \|Ty_n - T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n Ty_n]\| \\ &= \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)] \|y_n - u_n\| \\ &\quad + \{L(2\delta \alpha_n + L + 1 - \alpha_n)\} \|y_n - Ty_n\| \end{aligned} \tag{1.22}$$

and

$$\begin{aligned} \|y_n - u_n\| &\leq \|T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n] - Tx_n\| + \|Tx_n - x_n\| \\ &\quad + \|x_n - u_n\| \\ &\leq \delta \|(1 - \beta_n)x_n + \beta_n Tx_n - x_n\| + L \|x_n - Tx_n\| \\ &\quad + \|x_n - Tx_n\| + \|x_n - u_n\| \\ &= \|x_n - u_n\| + \{\delta \beta_n + L + 1\} \|x_n - Tx_n\|. \end{aligned} \tag{1.23}$$

Substituting (0.23) in (0.22), we obtain

$$\begin{aligned} \|x_{n+1} - u_{n+1}\| &\leq \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)]\|x_n - u_n\| \\ &\quad + \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)](\delta\beta_n + L + 1)\|x_n - Tx_n\| \\ &\quad + \{L(2\delta\alpha_n + L + 1 - \alpha_n)\}\|y_n - Ty_n\| \end{aligned}$$

Denote that

$$\begin{aligned} \mu_n &= \alpha_n(1 - \delta) \in (0, 1) \\ a_n &= \|x_n - u_n\|, \\ b_n &= \delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)](\delta\beta_n + L + 1)\|x_n - Tx_n\| \\ &\quad + \{L(2\delta\alpha_n + L + 1 - \alpha_n)\}\|y_n - Ty_n\|. \end{aligned}$$

Furthermore, using $Tp_* = p_*$ and $\|u_n - p_*\| \rightarrow 0$, we have

$$\begin{aligned} \|x_n - Tx_n\| &\leq \|x_n - p_*\| + \delta\|x_n - p_*\| + L\|p_* - Tp_*\| \\ &= (1 + \delta)\|x_n - p_*\|. \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned} \|y_n - Ty_n\| &\leq \|y_n - p_*\| + \delta\|y_n - p_*\| + L\|p_* - Tp_*\| \\ &= (1 + \delta)\|y_n - p_*\| \\ &\leq (1 + \delta)\delta\|(1 - \beta_n)x_n + \beta_nTx_n - p_*\| + L\|p_* - Tp_*\| \\ &\leq (1 + \delta)\delta(1 - \beta_n)\|x_n - p_*\| + (1 + \delta)\delta^2\beta_n\|x_n - p_*\| \\ &= (1 + \delta)\delta[1 - \beta_n(1 - \delta)]\|x_n - p_*\|. \end{aligned}$$

Then, $\|x_n - Tx_n\| \rightarrow 0$ and $\|y_n - Ty_n\| \rightarrow 0$. Because of these results, we obtain $b_n \rightarrow 0$. By applying Lemma 1.1, we have $a_n = \|u_n - x_n\| \rightarrow 0$ as $n \rightarrow \infty$.

Consequently

$$\|x_{n+1} - u_{n+1}\| \rightarrow 0 \text{ as } n \rightarrow \infty.$$

As a consequence of Theorem 2.2 and Theorem 2.3, we can give the following corollary:

Corollary 2.4 *Let X be a Banach space, C be a nonempty, closed, convex subset of X and $T : C \rightarrow C$ be a mapping satisfying condition (0.7) with fixed point p_* . If the initial point is the same for all iterations, then the following assertions are equivalent:*

- (i) the Picard iteration (0.1) converges to p_* ,
- (ii) the Mann iteration (0.2) converges to p_* ,
- (iii) the S iteration (0.3) converges to p_* ,

- (iv) the Noor iteration (0.4) converges to p_* ,
- (v) the Picard-Mann iteration (0.5) converges to p_* .
- (vi) the new iteration (0.6) converges to p_* .

Theorem 2.5 Let X be a Banach spaces, and C be a closed, convex subset of X , and $T : C \rightarrow C$ be a almost contraction map satisfying condition (0.7) with fixed point p_* . Let $\{\alpha_n\}$ and $\{\beta_n\}$ be real sequences such that $0 < \alpha_n, \beta_n < 1$ for all $n \in \mathbb{N}$. For given $x_0 = u_0 \in C$, consider the iterative sequences $\{u_n\}_{n=0}^\infty$ and $\{x_n\}_{n=0}^\infty$ defined by (0.5) and (0.6), respectively. Then $\{x_n\}_{n=0}^\infty$ converges to p_* faster than $\{u_n\}_{n=0}^\infty$ does.

Proof. Let

$$\begin{aligned} \|x_{n+1} - p_*\| &= \|T[(1 - \alpha_n)y_n + \alpha_n T y_n] - p_*\| \\ &\leq \delta [1 - \alpha_n(1 - \delta)] \|y_n - p_*\| \end{aligned}$$

by using (0.6), we get

$$\|x_{n+1} - p_*\| \leq \delta^2 [1 - \alpha_n(1 - \delta)][1 - \beta_n(1 - \delta)] \|x_n - p_*\|.$$

Repeating this process n -times we get

$$\|x_{n+1} - p_*\| \leq \delta^{2(n+1)} \prod_{k=0}^n [1 - \alpha_k(1 - \delta)][1 - \beta_k(1 - \delta)] \|x_0 - p_*\|.$$

In further it is easy to see that

$$\|u_{n+1} - p_*\| \leq \delta^{n+1} \prod_{k=0}^n [1 - \alpha_k(1 - \delta)] \|u_0 - p_*\|,$$

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\|x_{n+1} - p_*\|}{\|u_{n+1} - p_*\|} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\delta^{2(n+1)} \prod_{k=0}^n [1 - \alpha_k(1 - \delta)][1 - \beta_k(1 - \delta)] \|x_0 - p_*\|}{\delta^{n+1} \prod_{k=0}^n [1 - \alpha_k(1 - \delta)] \|u_0 - p_*\|} \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \delta^{n+1} \frac{\prod_{k=0}^n [1 - \alpha_k(1 - \delta)][1 - \beta_k(1 - \delta)]}{\prod_{k=0}^n [1 - \alpha_k(1 - \delta)]} \end{aligned}$$

Since we know that $x_0 = u_0$ and $[1 - \alpha_k(1 - \delta)][1 - \beta_k(1 - \delta)] \leq [1 - \alpha_k(1 - \delta)]$, then

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\|x_{n+1} - p_*\|}{\|u_{n+1} - p_*\|} \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \delta^{n+1} = 0.$$

Thus,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\|x_{n+1} - p_*\|}{\|u_{n+1} - p_*\|} = 0,$$

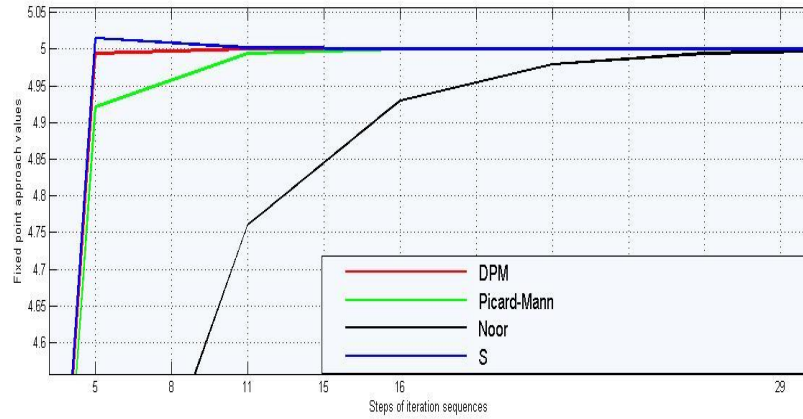
Then we conclude that $\{x_n\}_{n=0}^{\infty}$ converges faster than $\{u_n\}_{n=0}^{\infty}$.
 Now, let us give a numerical example for analytic proof.

Example 2.6 Let us give the function $T : [0,10] \rightarrow [0,10]$ such that $T(x) = \sqrt{x^2 - 8x + 40}$. It is easy to show that T is an almost contraction on $[0,10]$ with fixed point $p_* = 5$. Choose $\alpha_n = \beta_n = \gamma_n = \frac{3}{4}$ with the initial value $x_0 = 1,99$.

The following table shows that the new iteration method (0.6) converges faster than all Picard-Mann (0.5), Noor (0.4) and S (0.3) iteration methods.

x_n	The new iteration	Picard-Mann	Noor	S
x_1	1,9900000000000000	1,9900000000000000	1,9900000000000000	1,9900000000000000
x_2	4,99389167686581	4,92137488609813	4,17445437828765	5,01485375465129
x_3	4,99996100255133	4,99389167686581	4,76149300996949	5,00164414119613
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
x_8	5,0000000000000000	4,9999998003362	4,99945966464220	5,00000002649966
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
x_{15}	5,0000000000000000	5,0000000000000000	4,9999989115093	5,000000000000001
x_{16}	5,0000000000000000	5,0000000000000000	4,9999996772625	5,000000000000000
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
x_{29}	5,0000000000000000	5,0000000000000000	5,000000000000000	5,000000000000000

We notice that the new iteration method converges faster than the others, since it converges at the 8th step while the Picard-Mann, Noor and S iteration methods converge at the 15th step, 16th step and 29th step, respectively. The following figure is a graphical presentation of the above results.



Theorem 2.7 Let S be an approximate operator of T . Let $\{x_n\}_{n=0}^{\infty}$ be an iterative sequence generated by (0.6) for T and define an iterative sequence $\{u_n\}_{n=0}^{\infty}$ as follows:

$$\begin{cases} u_0 \in C \\ u_{n+1} = S[(1-\alpha_n)v_n + \alpha_n S v_n] \\ v_n = S[(1-\beta_n)u_n + \beta_n S u_n], n \in \mathbb{N} \end{cases} \quad (1.24)$$

where $\{\alpha_n\}_{n=0}^{\infty}, \{\beta_n\}_{n=0}^{\infty}$ be real sequences in $[0,1]$ satisfying (i) $\frac{1}{2} \leq \alpha_n$ for all $n \in \mathbb{N}$, If $Tp_* = p_*$ and $Sx_* = x_*$ such that $u_n \rightarrow x_*$ as $n \rightarrow \infty$, then we have

$$\|p_* - x_*\| \leq \frac{7\varepsilon}{1-\delta},$$

where $\varepsilon > 0$ is a fixed number.

Proof. From (0.6), (0.7) and (0.24), we have

$$\begin{aligned}
 \|y_n - v_n\| &\leq \|T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_nTx_n] - T[(1 - \beta_n)u_n + \beta_nSu_n]\| \\
 &\quad + \|T[(1 - \beta_n)u_n + \beta_nSu_n] - S[(1 - \beta_n)u_n + \beta_nSu_n]\| \\
 &\leq \delta(1 - \beta_n)\|x_n - u_n\| + \delta\beta_n\|Tx_n - Su_n\| \\
 &\quad + L(1 - \beta_n)\|x_n - T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_nTx_n]\| \\
 &\quad + L\beta_n\|Tx_n - T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_nTx_n]\| + \varepsilon \\
 &\leq \delta(1 - \beta_n)\|x_n - u_n\| + \delta\beta_n\|Tx_n - Tu_n\| + \delta\beta_n\|Tu_n - Su_n\| \\
 &\quad + L(1 - \beta_n)\|x_n - Tx_n\| \\
 &\quad + L(1 - \beta_n)\|Tx_n - T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_nTx_n]\| \\
 &\quad + L\beta_n\|Tx_n - T[(1 - \beta_n)x_n + \beta_nTx_n]\| + \varepsilon \\
 &\leq \delta(1 - \beta_n)\|x_n - u_n\| + \delta^2\beta_n\|x_n - u_n\| + \delta\beta_nL\|x_n - Tx_n\| + \delta\beta_n\varepsilon \\
 &\quad + L(1 - \beta_n)\|x_n - Tx_n\| \\
 &\quad + L\delta\|x_n - (1 - \beta_n)x_n - \beta_nTx_n\| + L^2\|x_n - Tx_n\| + \varepsilon \\
 &= \delta[1 - \beta_n(1 - \delta)]\|x_n - u_n\| \\
 &\quad + L\{[1 - \beta_n(1 - \delta)] + L + \beta_n\delta\}\|x_n - Tx_n\| + \beta_n\delta\varepsilon + \varepsilon,
 \end{aligned} \tag{1.25}$$

and

$$\begin{aligned}
 \|x_{n+1} - u_{n+1}\| &\leq \|T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_nTy_n] - T[(1-\alpha_n)v_n + \alpha_nSv_n]\| \\
 &\quad + \|T[(1-\alpha_n)v_n + \alpha_nSv_n] - S[(1-\alpha_n)v_n + \alpha_nSv_n]\| \\
 &\leq \delta\|(1-\alpha_n)(y_n - v_n) + \alpha_n(Ty_n - Sv_n)\| \\
 &\quad + L\|(1-\alpha_n)y_n + \alpha_nTy_n - (1-\alpha_n + \alpha_n)T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_nTy_n]\| \\
 &\quad + \varepsilon \\
 &\leq \delta(1-\alpha_n)\|y_n - v_n\| + \delta\alpha_n\|Ty_n - Tv_n\| + \delta\alpha_n\|Tv_n - Sv_n\| \\
 &\quad + L(1-\alpha_n)\|y_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_nTy_n]\| \\
 &\quad + L\alpha_n\|Ty_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_nTy_n]\| + \varepsilon \\
 &\leq \delta(1-\alpha_n)\|y_n - v_n\| + \delta^2\alpha_n\|y_n - v_n\| + \delta\alpha_nL\|y_n - Ty_n\| + \delta\alpha_n\varepsilon \\
 &\quad + L(1-\alpha_n)\|y_n - Ty_n\| \\
 &\quad + L(1-\alpha_n)\|Ty_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_nTy_n]\| \\
 &\quad + L\alpha_n\|Ty_n - T[(1-\alpha_n)y_n + \alpha_nTy_n]\| + \varepsilon \\
 &\leq \delta(1-\alpha_n)\|y_n - v_n\| + \delta^2\alpha_n\|y_n - v_n\| + \delta\alpha_nL\|y_n - Ty_n\| + \delta\alpha_n\varepsilon \\
 &\quad + L(1-\alpha_n)\|y_n - Ty_n\| + L\delta\|y_n - (1-\alpha_n)y_n - \alpha_nTy_n\| \\
 &\quad + L^2\|y_n - Ty_n\| + \varepsilon \\
 &= \delta[1-\alpha_n(1-\delta)]\|y_n - v_n\| \\
 &\quad + L\{[1-\alpha_n(1-\delta)] + L + \alpha_n\delta\}\|y_n - Ty_n\| + \alpha_n\delta\varepsilon + \varepsilon, \tag{1.26}
 \end{aligned}$$

Substituting (0.25) in (0.26), we obtain

$$\begin{aligned}
 \|x_{n+1} - u_{n+1}\| &\leq \delta^2[1-\alpha_n(1-\delta)][1-\beta_n(1-\delta)]\|x_n - u_n\| \\
 &\quad + \delta[1-\alpha_n(1-\delta)]L\{[1-\beta_n(1-\delta)] + L + \beta_n\delta\}\|x_n - Tx_n\| \\
 &\quad + \delta^2[1-\alpha_n(1-\delta)]\beta_n\varepsilon + \delta[1-\alpha_n(1-\delta)]\varepsilon \\
 &\quad + L\{[1-\alpha_n(1-\delta)] + L + \alpha_n\delta\}\|y_n - Ty_n\| + \alpha_n\delta\varepsilon + \varepsilon \tag{1.27}
 \end{aligned}$$

Since $\delta \in (0,1)$ and $\alpha_n, \beta_n \in [0,1]$ for all $n \in \mathbb{N}$, we have

$$1 - \alpha_n(1 - \delta) < 1,$$

$$1 - \beta_n(1 - \delta) < 1,$$

$$\delta[1 - \alpha_n(1 - \delta)] < 1,$$

and using assumption we obtain

$$1 - \alpha_n \leq \alpha_n.$$

Hence, from (0.26), (0.27) and these inequalities, we have

$$\begin{aligned}
 \|x_{n+1} - u_{n+1}\| &\leq [1 - \alpha_n(1 - \delta)]\|x_n - u_n\| \\
 &\quad + [1 - \alpha_n + \alpha_n\delta]L\{[1 - \beta_n(1 - \delta)] + L + \beta_n\delta\}\|x_n - Tx_n\| \\
 &\quad + (1 - \alpha_n + \alpha_n)L\{[1 - \alpha_n(1 - \delta)] + L + \alpha_n\delta\}\|y_n - Ty_n\| \\
 &\quad + (1 - \alpha_n + \alpha_n)3\varepsilon + \alpha_n\varepsilon \\
 &\leq [1 - \alpha_n(1 - \delta)]\|x_n - u_n\| \\
 &\quad + \alpha_n(1 + \delta)L\{[1 - \beta_n(1 - \delta)] + L + \beta_n\delta\}\|x_n - Tx_n\| \\
 &\quad + 2\alpha_nL\{[1 - \alpha_n(1 - \delta)] + L + \alpha_n\delta\}\|y_n - Ty_n\| + 7\alpha_n\varepsilon \\
 &= [1 - \alpha_n(1 - \delta)]\|x_n - u_n\| \\
 &\quad + \alpha_n(1 - \delta)\left\{\frac{L(1 + \delta)\{[1 - \beta_n(1 - \delta)] + L + \beta_n\delta\}\|x_n - Tx_n\|}{(1 - \delta)}\right. \\
 &\quad \left. + \frac{2L\{[1 - \alpha_n(1 - \delta)] + L + \alpha_n\delta\}\|y_n - Ty_n\| + 7\varepsilon}{(1 - \delta)}\right\}
 \end{aligned}$$

Denote that

$$\begin{aligned}
 a_n &= \|x_n - u_n\|, \\
 \mu_n &= \alpha_n(1 - \delta) \in (0, 1) \\
 \eta_n &= \frac{1}{(1 - \delta)} \left\{ \frac{L(1 + \delta)\{[1 - \beta_n(1 - \delta)] + L + \beta_n\delta\}\|x_n - Tx_n\|}{(1 - \delta)} \right. \\
 &\quad \left. + 2L\{[1 - \alpha_n(1 - \delta)] + L + \alpha_n\delta\}\|y_n - Ty_n\| + 7\varepsilon \right\}
 \end{aligned}$$

Hence, from Lemma 1. 2, we have

$$\begin{aligned}
 0 &\leq \limsup_{n \rightarrow \infty} \|x_n - u_n\| \\
 &\leq \limsup_{n \rightarrow \infty} \left\{ \frac{L(1 + \delta)\{[1 - \beta_n(1 - \delta)] + L + \beta_n\delta\}\|x_n - Tx_n\|}{(1 - \delta)} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{2L\{[1 - \alpha_n(1 - \delta)] + L + \alpha_n\delta\}\|y_n - Ty_n\| + 7\varepsilon}{(1 - \delta)} \right\} \\
 &= \frac{7\varepsilon}{(1 - \delta)}
 \end{aligned}$$

We know from Theorem 2.1 that $x_n \rightarrow p_*$ and using hypothesis, we obtain

$$\|p_* - x_*\| \leq \frac{7\varepsilon}{1 - \delta}.$$

REFERENCES

- Agarwal, R., O Regan, D., Sahu, D.,** (2007), Iterative construction of fixed points of nearly asymptotically nonexpansive mappings. *Journal of Nonlinear and Convex Analysis* 8:61- 79.
- Berinde, V.,** (2007), *Iterative Approximation of Fixed Points*, Springer, Berlin.
- Chugh, R., Kumar, V., Kumar, S.,** (2012), Strong Convergence of a New Three Step Iterative Scheme in Banach Spaces, *American Journal of Computational Mathematics*, Vol. 2 No. 4, pp. 345-357.
- Gürsoy, F., Karakaya, V., Rhoades, B. E.,** (2013), Data dependence results of new multi-step and S-iterative schemes for contractive-like operators, *Fixed Point Theory and Applications* Vol. 2013, (2013), doi:10.1186/1687-1812-2013-76.
- Ishikawa, S.,** (1974), Fixed Point By a New Iteration Method, *Proceedings of the American Mathematical Society*, Vol. 44, No.1, pp. 147-150.
- Karahan, I., Özdemir, M.,** (2013), A general iterative method for approximation of fixed points and their applications, *Advances in Fixed Point Theory*, Vol. 3, No.3, pp. 510-526.
- Karakaya, V., Doğan, K., Gürsoy, F., Ertürk, M.,** (2013), Fixed Point of a New Three-Step Iteration Algorithm under Contractive-Like Operators over Normed Spaces, *Abstract and Applied Analysis*, vol. 2013, Article ID 560258, 9 pages.
- Khan, S. H.,** (2013), A Picard-Mann hybrid iterative process, *Fixed Point Theory Appl.* Article ID 69 (2013), doi:10.1186/1687-1812-2013-69.
- Mann, W.R.,** (1953), Mean Value Methods in Iteration, *Proceedings of the American Mathematical Society*, Vol. 4, No. 3, pp. 506-510.
- Osilike, M. O.,** (1995), Stability results for the Ishikawa fixed point iteration procedure. *Indian J. Pure Appl. Math.*, 26 pp. 937-945.
- Pheungrattana, W., Suantai, R.,** (2011), On the Rate of convergence of Mann, Ishikawa, Nour and SP iterations for continuous on an Arbitrary interval, *Journal of computational and Applied Mathematics*, Vol. 235, No. 9pp. 3006-3914.
- Picard, E.** (1890), Memoire sur la theorie des equations aux derivees partielles et la methode des approximations successives". *J. Math. Pures Appl.* Vol. 6, No. 4, pp. 145-210.
- Soltuz, S.M., Grosan, T.,** (2008), Data dependence for Ishikawa iteration when dealing with contractive like operators", *Fixed Point Theory and Applications*, Vol. 2008, 7 pages.
- Weng, X.,** (1991), Fixed point iteration for local strictly pseudocontractive mapping, *Proc. Amer. Math. Soc.*, Vol. 113, pp. 727.

Araştırma Makalesi

MOBİL CİHAZLARDA GÜVENLİK – TEHDİTLER ve TEMEL STRATEJİLER*

Gözde KARATAŞ¹

Akhan AKBULUT*²

Abdül Halim ZAIM³

¹*Istanbul Kültür Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Matematik-Bilgisayar Bölümü, İstanbul, Turkey*
g.karatas@iku.edu.tr

²*Istanbul Kültür Üniv. Mühendislik Fak. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Turkey*
a.akbulut@iku.edu.tr

³*Istanbul Ticaret Üniv. Mühendislik Fak. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Turkey*
azaim@ticaret.edu.tr

Öz

Tüketici elektroniğinin günümüzdeki en yaygın hali mobil cihazların kullanımınıdır. Bu alandaki teknolojik gelişmeler, hayatımızın her alanına etki edecek şekilde artmakta ve yaşamımıza yön vermektedir. Artık bilgisayarlarla aynı donanımsal özelliklere sahip olabilen mobil cihazların kullanımı sadece iletişim amacıyla kalmayıp, internet kullanımı, iş, hobi ve sağlık alanlarındaki uygulamaları ile zenginleşmiştir. Artan kullanım oranı ile bilgi ve iletişim güvenliğine daha fazla ihtiyaç duyulmaya başlanan bu cihazlara yönelik yapılan saldırılar karşısında taşınan bilgilerin güvenliğinin sağlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Mobil cihazlardaki güvenlik açıkları ve kötücül yazılım barındıran uygulamaların son kullanıcı tarafından yüklenmesi ile kişisel bilgi ve haberleşme güvenliğini tehdit eden durumlar oluşmaktadır. Bu çalışmada, mobil uygulamalarda bulunan güvenlik açıkları, saldırı ve bu sorunlara ilişkin alınan önlemler anlatılmaktadır. Sadece son kullanıcıya yönelik tavsiyeler değil, aynı zamanda uygulama geliştiriciler için de dikkat edilmesi gereken hususlar özetlenmiştir. Son kullanıcıların, mobil sistemlerin saldırı yöntemlerine dair temel bilgileri öğrenmesi ile kişisel güvenliğin artırılabilirliği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mobil güvenlik, mobil testler, Android, iOS, saldırı yöntemleri.

Research Article

SECURITY IN MOBILE DEVICES - THREATS AND BASIC STRATEGIES

Abstract

The most common form of today's consumer electronics is the use of mobile devices. The technological developments in this area are increasing in such a way as to affect all aspects of our lives and give direction to our life. The use of mobile devices, which can now have the same hardware features as computers, is not only for communication but also enriched by applications in the areas of internet use, business, hobby and health. Increased usage rate and the need for information and communication security are beginning to be needed and it is necessary to ensure the security of the information carried against the attacks against these devices. Due to security vulnerabilities in mobile devices and malicious software loaded applications by end users, there are situations that threaten personal information and communication security. This study describes security vulnerabilities, attacks in mobile applications and precautions for those problems. It summarizes not only the end-user's recommendations, but also the points to note for app developers. It is evaluated that end users can increase personal security by learning basic info for attack methods of mobile systems.

Keywords: Mobile security, mobile tests, Android, iOS, mobile attacks.

* Received / Geliş tarihi: 22/06/2016

*Corresponding Author/ Sorumlu Yazar :

Accepted / Kabul tarihi: 30/09/2016

a.akbulut@iku.edu.tr

1. GİRİŞ

Mobil cihazlar son on yılda boyut olarak daha küçük ancak kullanım kapasitesinde daha güçlü bir hale gelmişlerdir. Şu anda geliştirilen uygulamalar ile çok fazla özelliği gerçekleştirebilmektedirler. Dolayısıyla, cep telefonları basit bir bilgisayarın yapacağı işleri rahatlıkla yapabildikleri için bilgisayarların küçültülmüş hali olarak değerlendirilebilmektedir (Linage vd., 2016; Ju vd. 2015). Bu geliştirmeler kapsamında cep telefonlarının çoklu işlemleri başarıyla gerçekleştirebilmeleri için Symbian, iOS, Android OS ve Windows Mobile şeklinde telefonların işletim sistemleri de geliştirilmiştir (Ahmad vd., 2013, Sağiroğlu vd., 2009).

1.1 Symbian

Symbian aynı isimli firma tarafından mobil cihazlar için geliştirilmiş bir işletim sistemidir. GPRS, Bluetooth, 3G gibi gelişen teknolojileri benimsemiştir. Sony Ericsson, Nokia, Panasonic, Motorola ve Siemens firmaları Symbian’ın önde gelen üyelerindedir. C++, Java ve Visual Basic dillerinden biri kullanılarak yazılabilir. Ayrıca Symbian işletim sistemi virüslerden kolaylıkla etkilenir (Lu vd., 2010).

1.2 Android

Linux ile yazılmış mobil bir işletim sistemidir. Bu sistem kütüphaneler, ara katman kütüphaneler ve API C dili kullanılarak geliştirilmiştir. Android işletim sistemi tabanlı telefonlarda kullanılan uygulamalar ise Google’ın açık kaynak kodu uygulaması sayesinde isteyen herkes tarafından geliştirilmektedir. Diğer işletim sistemleri ile karşılaştırıldığında Android kullanıcılarına çok sayıda ücretsiz uygulama sunmaktadır. Android cihazların erişim yetkileri “rooting” adı verilen işlem ile düzenlenebilmektedir (Masruroh vd., 2016). İşletim sisteminin kaynağına erişmek anlamına gelen bu işlem ile işletim sistemi üzerinde kapsamlı değişiklikler yapılabilmektedir (Omeleze ve Venter, 2013; Penning vd., 2014). Android açık kaynak kodlu bir işletim sistemidir. Dolayısıyla tüm geliştiriciler ücretsiz olarak Android kodlarına erişebilmektedir. Android mimarisi ise aşağıda bir şekilde açıklanmıştır;

- Linux Çekirdeği; Android mimarisinin tabanındaki katmandır. Bu katmanda; donanım bilgileri ve uygulamaların çalışabilmesi için gerekli sürücüler yer almaktadır. Linux Çekirdeği paylaşılan hafıza, güç kontrolü, süreçler arası iletişim alanlarına etki eder.
- Kütüphaneler; bu kısımda, görüntüleme kontrolü için Surface Manager, C ile yazılmış sistem kütüphaneleri, veri yapıları kontrolü ve düzenlenmesi için SQLite, internet tarayıcısı için Webkit, grafik işlemleri için OpenGL, ses ve video işlemleri için Media Framework gibi yapılar bulunur.

- Android Çalışma Zamanı: Alt seviye işler için Android'in Linux Kernel'ini kullanır. Temel Java kütüphanelerini içerir. Ayrıca bu katmanda, Dalvik Sanal Makinesi ve Çekirdek Kütüphaneleri yer alır.
- Uygulama Çatısı: Android ile geliştiricilere çeşitli uygulamalar tarafından kullanılan uygulama programlama ara yüzlerine (API) erişim hakkı tanınmıştır. Bu mimari; içeriklerin yeniden kullanılması için tasarlanmıştır. Herhangi bir uygulamanın özellikleri yayınlanabilir ve bu özellikler diğer uygulamalar tarafından kullanılabilir. Bu sayede kullanıcılar uygulama içeriklerini istedikleri gibi değiştirebilir.
- Uygulamalar: Bunlar yerel ve üçüncü parti Android uygulamalarını kapsar. Yerel uygulamalar arasında Google Maps, E-posta sunucusu, telefon rehberi, SMS programı gibi temel uygulamalar yer almaktadır.

1.2.1 Android Güvenlik Programı

Android Güvenlik Programı; işletim sistemi için geliştirilen uygulamalar, aygıt yazılımı ve cihaz donanımının kısıtlarını belirler. Bu yapının ana bileşenleri:

- Tasarımı Gözden Geçirme: Her özellik teknik ekip tarafından gözden geçirilir.
- Test etme ve Kodu İnceleme: Ekipler ve danışmanlar tarafından gerçekleştirilen güvenlik incelemeleri.
- Olaylara Müdahale: Sistemde ortaya çıkan bir soruna/açıklığa karşı ekip sorunu çözmek için yazılımlar geliştirerek, güncellemeler yayınlarlar.
- Açık Kaynak ile Topluluk Gözden Geçirme: Sistemin açık kaynak kodlu olması meraklıların da testler yapmasına olanak tanır.

1.3 iOS

Geliştirici şirketi Apple olan, Unix veri tabanlı, Apple marka cihazlar için geliştirilmiş kapalı bir işletim sistemidir. Dolayısıyla oldukça güvenilir bir yapıya sahiptir. Uygulamaları geliştirmek için Mac işletim sisteminin yüklü olduğu bir bilgisayara ihtiyaç vardır ve iOS için geliştirilen uygulama marketten indirilmektedir. Uygulamanın ilk sürümleri çoklu işlemleri (multitasking) desteklemezken, iOS 4.0 sürümü ile çoklu işlemler de eklenmiştir (Tilson vd., 2011; Masruroh vd., 2016). Ayrıca kullanımı en kolay mobil işletim sistemidir. 2017 yılı itibarıyla Apple'in üretimi devam eden tüm cihazları için kullanılmasını önerdiğini işletim sistemi sürümü iOS 10'dur.

1.3.1 iOS Güvenlik Mimarisi

iOS güvenlik mimarisi, işletim sisteminin çekirdeğinde gerçekleştirilmiştir;

- Güvenlik Sunucusu Programı: Arka planda çalışan güvenlik servisleri ile kullanıcı yönetimi ve diğer uygulamalar için bazı işlemler gerçekleştiren protokoller çalışmaktadır.
- iOS Güvenlik Uygulamaları: iOS Güvenlik arayüzü, çekirdek seviyesinde çalışan 4 katmandan oluşmaktadır. “Keychain, CFNetwork, Certificate, Randomization Services”.
- Kimlik Doğrulama, Tanıma ve Yetkilendirme: Android işletim sisteminin sahip olduğu yapıya benzeyen bir yaklaşımı içerir. Ancak farklı olarak tüm iOS uygulamaları aynı birim içerisinde çalışır.

Mobil uygulamalar, kullanılacakları çalışma alanına göre kategorize edilirler. Bu sayede geliştiriciler istedikleri türde uygulamayı ne şekilde geliştireceklerine doğru bir şekilde karar verebilirler (Fan vd., 2016; Pooryousef vd., 2016);

- Platforma Özgü (Native) Uygulamalar: belli bir platforma özel geliştirilen uygulamalardır. Android için Java, Android Studio IDE; iOS için Objective-C, XCode IDE; Windows Phone için C# Visual Studio ortamlarında geliştirilirler. Bu dillerin dışında başka bir dil ile bu tip uygulama geliştirilemez. (Adinata ve Liem 2014). Mobil cihazların barındırdığı çekirdek kütüphanelerine erişim tam olduğundan, cihazların sunabildiği özelliklerden yararlanılabilecektir. Ancak güncelleme/dağıtım süreleri her bir platform için tekrar edildiğinden uzundur.
- Web Tabanlı Uygulamalar: Geliştirilen uygulamanın HTML5, CSS3, JavaScript, XML tarzı web programlama dilleri ile tarayıcılarda çalışacak şekilde yazılması ve sunulmasıdır. Bu tarz uygulamalar mağazalardan indirilmez ve tarayıcılar vasıtası ile erişilir (Lu vd., 2014). Kaynak çeşitliliği vardır, platformdan bağımsız geliştirilir. Ancak bu uygulamalar performansı düşürür, arayüz kütüphanesi çeşitliliği kısıtlıdır.
- Melez (Hybrid) Uygulamalar: Platforma özgü ve Web platformlarının ortak kullanımı ile hazırlanan uygulamalardır. Web uygulamalarından farkı; cihazın özelliklerini daha verimli kullanabilir ve uygulama mağazalarından indirilebilir. Bir diğer farkı ise bir kez geliştirilip tüm mobil platformlarda çalıştırılabilmesidir (Setiabudi vd., 2013; Bosnik vd., 2016).

2014 Yılı itibariyle mobil cihaz kullanım oranının, masaüstü bilgisayarların kullanım oranını geride bırakmış olması (Chaffey 2016) mobil cihazlar üzerinde çalışan uygulamaların sunduğu güvenlik imkanlarının artırılması gerektiğinin açık bir göstergesidir. Makalenin ikinci bölümünde yazılımcıların uygulama geliştirirken yaptığı hatalardan, üçüncü bölümünde güvenlik riskleri ve yapılan ataklardan, dördüncü bölümde güvenlik adımları ve testlerinden, beşinci bölümde yapılan testlerdeki sorunlardan, altıncı bölümde güvenlik için geliştirilmiş yazılımlardan, yedinci bölümde güvenliği kırmak için kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir.

Ardından mobil cihazlarda güvenliğin ihlalini test etmek için bir uygulama yapılmıştır.

2. UYGULAMA GELİşTİRİRKEN YAPILAN HATALAR

Güvenlik, tüm alanlarda birincil derecede önem verilmesi gereken bir konuyken genellikle bazı şartlar (zaman sınırı, kişinin yeterli derecede bilgili olmaması, kaynak kısıtı vb.) nedeniyle göz ardı edilmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki hiçbir uygulama %100 güvenli değildir (Küçüksille vd., 2013). Aşağıda genel hatlarıyla geliştiricilerin göz ardı ettiği durumlar listelenmiştir;

- i. Kırılmış şifreleme algoritmaları kullanmak: birçok uygulama geliştiricinin yaptığı yanlışlardan biridir. Kırılmamış veya kırılması çok güç algoritmalar kullanmak sistemin güvenliğini arttırır. Gelişmiş şifreleme Standardı (AES-Advanced Encryption Standard), Veri şifreleme Standardı (DES-Data Encryption Standart) kırılmış şifreleme algoritmalarına örnek olabilir.
- ii. Verilerin saklanması: Uygulamalar, bazen ihtiyacı olmayan verilere ve ortamlara (fotoğraflar, rehber vb.) da erişmek isterler. Özellikle önemli verilerin erişilebilmesi durumunda saldırgan uygulama üzerinden tüm bilgilere ulaşabilir. Bunun önüne geçmek için verinin çalışma anında işlenip, uygulama kapatıldığında yok edilmesi gerekmektedir.
- iii. Sunucu tabanlı kontrollerin yapılmaması: Uygulama geliştirilirken en çok özenilen ve üzerinde emek harcanan kısımlar kullanıcı arayüzleridir. Son kullanıcıların çoğu uygulamayı kullanılabilirliği ve görşelliği ile değerlendirdiği bilinmektedir. Kısıtlı depolama kapasitesi ve işlem kabiliyeti sebebiyle, uzun sürün ve kapsamlı işlemleri mobil cihaz yerine sunucuların tercihen bulut ortamlarının üzerine aktarılarak gerçekteştirilmesi yöntemi, sunucu tarafında da güvenlik önlemlerinin alınmasını ve kontrollerin yapılmasını mecbur kılmaktadır.
- iv. Güvenlikten sorumlu bir birim/kişi olmayışı: Uygulama geliştirildikten sonra test aşamasında uygulamanın çalışabilirliği ile beraber güvenliğini de ayrıca test edecek bir birim olmalıdır. Uygulama testlerinde otomatik test araçlarından faydalanılarak farklı işletim sistemi sürümlerinde ve farklı donanımdaki mobil cihazlarda kontrollerin daha süratli bir şekilde yapılması önerilmektedir.
- v. Girdi kontrollerinin yapılmaması: Mobil uygulamaların arayüzlerindeki girdi alanlarının kontrol edilmemesi güvenlik zafiyetlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu yüzden girilen değerlerin doğruluğunu kontrol eden mekanizmaların eklenmesi gerekir. Örneğin sayısal bir değer girilmesi gereken alanların kontrol edilmemesi, özellikle sorgulara alınacak giriş değerlerinin tiplerinin kontrol edilmemesi vb.

- vi. Açıklama satırlarında detaylı bilgiler vermek: Geliştiricilerin uygulamanın kod tarafına yazmış olduğu açıklama satırları, bu satırların içerisine aldıkları şifreler/kullanıcı isimleri sonradan görülebilmektedir. Bu da çok sık yapılan bir hatadır.
- vii. Gereksiz yetkilendirme: Uygulamanın yetki tabloları düzenlenirken sadece ihtiyaç olanlar değerlendirilmelidir. Özel bilgilerin olacağı tablolara erişim kısıtı getirilmelidir.
- viii. Açık şifreleme anahtarları: Şifreleme işleminde kullanılan anahtar, sunucu tarafında güvenli bölgede şifreli bir şekilde tutulmalıdır.
- ix. Uygulama bütünlüğünün korunmaması: Uygulamanın sunucu üzerinden bilgilerinin kontrol edilmesi ve güncel kalması saldırganların sistemde değişiklik yapıp yapmadığını anlayabilmek için faydalı olabilir.

3. MOBİL UYGULAMALARDA GÜVENLİK RİSKLERİ VE ATAKLAR

Güncel mobil cihazlar aşağıda listelenen özelliklere sahiptir;

- x. Artık her akıllı telefonda bir işletim sistemi bulunmaktadır (iOS, Android, Windows Phone).
- xi. 3G/4G, Wireless, Bluetooth ağları.
- xii. İnternete rahatlıkla erişebilirlik.
- xiii. Uygulama Marketinden indirilen başkalarının geliştirdiği uygulamaları çalıştırabilirler.
- xiv. MMS ve SMS gönderirler.
- xv. Sensör bulundururlar.

Bu özelliklerin mevcudiyeti aynı zamanda saldırıya açık olma durumunu beraberinde getirir. Olası saldırıları önlemek ve mobil cihazlarda güvenliği sağlamak için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

- Hazırlık,
- Bilgi Toplama,
- İş Parçacığı Modelleme,
- Zafiyet Analizi,
- Saldırıları/Zararlı Yazılımı belirleme,
- Güçlü Şifreleme Yöntemleri Kullanma,
- Saldırıları önleme,
- Sistem açıklarını düzenli olarak kontrol etme.

Bu adımlar izlenerek mobil cihazlar için test geliştirilebilir. Aşağıda Mobil cihazlar için saldırı çeşitlerinden bahsedilmiş, bir saldırı anında cihazdaki işlemler anlatılmıştır (Sun vd., 2011; Wang ve Alshboul, 2015).

3.1 Saldırı Çeşitleri

Mobil cihazlar saldırılara oldukça açıktır. Bunlar genellikle kendini normal yazılım olarak gösteren yazılımların içinde gelirler (Bere, 2013; Wang vd., 2015, Wang vd., 2014, Kikuchi vd., 2016, Mohamed vd., 2016). Mobil cihazlara yapılan ataklar şu şekilde listelenmektedir.

- *İzinsiz Dinlemek (Sniffing)*: Her türlü veri aktarımının izinsiz üçüncül bir kişi/sistem tarafından dinlenmesi ve/veya elde edilmesidir. Amacı; şifreleri, E-posta metnini, transfer edilen dosyaları yakalamaktır.
- *Toplu Gönderim (Spamming)*: Kullanıcının isteği dışında, kullanıcıya ait olan bir cihaza veya adrese gönderilen sahte iletiler ile bilgilere ulaşmayı hedefler. Örneğin istenmeyen E-posta, istenmeyen MMS mesajı gibi
- *Yanılma (Spoofing)*: DNS zehirlenmesi olarak da adlandırılır. DNS sunucusunun ön bellek bilgilerine yeni bir veri eklenerek veya aradaki verileri değiştirerek sunucunun isminin yanlış IP adresleri göndermesine ve trafiğin başka bir bilgisayara yönlendirilmesine neden olan bir saldırdır. Genel olarak saldırganın ağ üzerindeki bir sağlayıcıya erişip onun üzerinden bir başka kurbanı saldırmasıdır.
- *Oltalama (Phishing)*: Bankalar veya finans şirketleri tarafından gönderilmiş gibi görünen ve acil konular, önemli bilgiler içeriyormuş gibi duran sahte postalar. E-posta ve web site oltalama işleminin birleşimidir.
- *Yönlendirme (Pharming)*: Erişilmeye çalışılardan farklı bir illegal web sayfasına yönlendirmekle gerçekleştirilen bilişim suçudur.
- *Veri Sızıntısı (Data Leakage)*: Uygulamalardan kısmi veri alınarak yapılan saldırdır.
- *Hizmet Engelleme (DoS) Atakları*: Saldırganın daha önceden tasarlanmış olduğu makine üzerinden hedefe saldırı yaparak, karşı tarafın sisteminin kimseye hizmet veremez hale gelmesini sağlamayı amaçlayan bir saldırı çeşididir. Örneğin, bataryaya aşırı yüklenme (exhausting), radyo frekansına karıştırma (jamming) gibi.

Mobil cihazlarda gerçekleşen saldırı tipleri ise aşağıdaki şekildedir;

- *Kötücül Yazılımlar: Virüs, solucan, Truva atı ve casus yazılımlardır. Ünlü kötücül yazılımlara örnek olarak Sub7, Poison Ivy, Netbus, OptixPro, Subseven verilebilir. Bu yazılımlar bilgisayarlardaki gibi mobil cihazlarda da cihazdan cihaza bulaşabilir. Zararlı yazılımlar internetten, MMS mesajları ile depolama birimleri arasında ve mobil cihazlar arasındaki veri aktarımı ile yayılabilirler. Kötücül yazılımlar, bulaştıkları cihazlarda sertifikaları ele geçirme, veri toplama, kısa mesaj atma, klavye girişlerini*

kaydetme, ortam dinleme, çağrı kayıtlarına günlük oluşturma, yasadışı yazılım yükleme, GPS konum bilgisini kaydetme gibi faaliyetleri gerçekleştirerek kullanıcı bilgilerini ele geçirir ve kullanıcıya zarar verirler (Bere, 2013; Zhou, 2012).

- Doğrudan Saldırı: Bu saldırılarda, saldırgan uygulamadaki bir açıklığı ya da işletim sistemindeki açıklığı kullanarak, yetkisiz erişim ile bilgileri elde etmeyi hedefler. Bu saldırıda cihaza herhangi bir yazılım yüklenmez dolayısıyla bu özelliği ile kötücül yazılımdan ayrılır (Penning vd., 2014; Guerid vd., 2011).
- Araya Girme: Bu yöntemde, ağ üzerindeki paketler toplanır ve analiz edilir ardından protokollerine göre ayrıştırılır ve eğer gerekli ise şifreli trafik çözülerek gönderilen veri ele geçirilir. Kablolu Ağlarda, Wireshark isimli uygulama bu yöntem için yaygın olarak kullanılır. Kablosuz Ağlarda, Cain&Abel gibi uygulamalarla bilgi elde edilir.
- Açıklık Yakalama: Mobil cihazlardan bilgi sızdırmada yapılan açıklık yakalama yöntemleri de kullanılmaktadır. Örneğin, bilinmeyen bir numaradan gelen kısa mesaj ile ortalama saldırısına maruz kalınabilir. Bu teknikle saldırgan sizden gizli bilgilerinizi toplayabilir.

3.2 İş Parçacığı (Thread) Modeli

3 katmana ayrılır. Uygulama Katmanı, Haberleşme Katmanı, Kaynak Katmanı.

- Uygulama Katmanı; Akıllı telefon ve tabletlerdeki tüm uygulamaları kapsar. Kötücül yazılım normal bir uygulama gibi davranır ve kullanıcının uygulama olarak indirmesini sağlar.
- Haberleşme Katmanı; Kötücül yazılım mobil cihaza bağlantı kanalları vasıtasıyla girer.
- Kaynak Katmanı; Mobil cihazın en önemli katmanıdır. Önemli bilgiler burada saklanır. Kötücül yazılım buradaki bilgileri kontrol ederek cihazı manipüle eder.

4. GÜVENLİK ADIMLARI VE TESTLERİ

Mobil güvenlik testleri kötücül yazılımları bulmayı hedefler. Aşağıdaki durumlara odaklanır;

- Mobil uygulamanın güvenlik perspektifi
- Güvenlik riskleri
- Kötücül yazılımlar

Bu kısımda 7 tane önemli Mobil Güvenlik Testinden ve bir sistemi test etmeden önce yapılması gereken işlemlerden bahsedilmiştir.

4.1 Bilgi Toplama

3. kısımda bahsedilen adımlardan biridir. Bilgi toplamada, zararlı uygulamanın içeriği incelenir. Bu işlem iki aşamada gerçekleşir, Çevre Analizi, Mimari Analiz.

4.2 Çevre Analizi

- Uygulamayı geliştiren firma ve onun hakkındaki bilgiler tespit edilir.
- Uygulamanın işleyişi ve yapısı incelenir.
- Mimari Analiz.
- Uygulamanın kullandığı veri, “jailbreak/rooting” belirleme, arayüzlerle ilişkisi incelenir.
- Çalışma ortamı analizi yapılır.
- Veritabanı, güvenlik duvarı (firewall), uygulama servisleri incelenir.

4.3 Zafiyet Analizi

4.3.1 Adli Bilişim (Mobile Forensic)

Mobil cihazdaki veriyi inceleyerek değerlendirmeleri için kullanıcıya birçok imkan sunar. Kullandığı 2 araç vardır; “Micro Systemation’s XRY” ve “Cellecite UFED Touch Ultimate”. Bu araçlar veri silinmiş olsa bile veriden mantıksal ve fiziksel çıkarımlar yaparlar. Mobil cihaz tam taramaya/incelemeğe açıkken, veri ile ilgili sınırsız çıkarım yapılabilir. SMS/MMS, e-postalar, arama geçmişi gibi bilgiler çıkarım yapılabilir (Huang vd., 2015; Wang vd., 2015).

4.3.2 Statik Analiz

Uygulamayı çalıştırmadan uygulamanın analiz edilmesidir. Statik analiz uygulamanın kodunda bulunan zararlı yazılımları bulmak için kodu inceler. Uygulamak için kullanılabilecek araçlar, “Android Reverse Tools”, “Static Android Analysis Framework”. Ayrıca statik analiz geri derleme yaparak kodu analiz eder (Huang vd., 2015; Wang vd., 2015).

4.3.3 Dinamik Analiz

Uygulamayı çalıştırarak uygulamanın analiz edilmesidir. Ağ trafiğini göstererek kötü niyetli aktiviteleri ortaya çıkarmayı amaçlar. Dinamik Analiz programın işleyişine dayalı olduğundan geri derleme yapmaya gerek yoktur. Kötü niyetli yazılımlar gizlenemediği için statik analize göre daha iyi çalışır (Huang vd., 2015; Wang vd., 2015).

4.4 Fonksiyonel Testler

Geliştirilen uygulamanın kullanıcı ihtiyaçlarını ne derecede karşıladığı ölçülür. Arayüz ve uygulamanın genel durumundan yola çıkılarak kullanıcılar için kullanışlı olup olmadığını belirlemeye yardımcı testlerdir.

4.4.1 Birim Testi

Özel fonksiyonlar veya kod bileşenleri test edilir. Bu testin yapılabilmesi için program kodunun mimarisinin ayrıntılı bir şekilde bilinmesi gerekir

4.4.2 Regresyon Testi

Sistemde gerekli ve son değişiklikler yapıldıktan sonra gerçekleştirilen testlerdir. Bu sayede, daha önceki testlerde ortaya çıkan sorunların giderildiğinden ve yeni hatalar yapılmadığından emin olunur.

4.4.3 Sızma Testi

Sızma Testi “Penetrasyon Test” olarak da bilinir. Firmaların bilgi işlem sistemlerini oluşturan altyapıya ve uygulamalara bir saldırganın kullanacağı yöntemler kullanılarak saldırılır ardından müdahaleler sonucunda güvenlik açıkları tespit edilir, bu açıklar ile sistemlere sızılmaya çalışılır, bu açıkların nelere sebep olabileceği incelenir. İşlem bittiğinde sonuçları raporlanır. Mobil sızma testleri cihazın içeriğini düzgünce test etmek için çeşitli ayarlar bulundurur, test sonuçlarını inceler (Jadhav vd., 2015; Wang vd., 2015).

4.4.4 Laboratuvar Testi

Geliştirilen uygulamaların farklı operatörlerde ve farklı ağ bağlantılarında düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Genellikle ağ üzerinden yürütülürler ve ağın benzetimi yürütülür. Mobil uygulamaların; her koşulunda aynı tutarlılıkta ve hızda çalışması önemlidir (Eizmendi vd., 2010).

4.4.5 Performans Testi

Belirli koşullar altında uygulamanın cihazın performansına etkisini ve nasıl çalıştığını kontrol etmek için yapılan testtir. Bunlar düşük çekim gücü, düşük batarya, kısıtlı hafıza gibi. Hem kullanıcı, hem de geliştirici tarafından incelenerek değerlendirme yapılır (Kim vd., 2009).

4.4.6 Kesme Testi

Kullanılan mobil cihazın temel işlevlerinin baz alındığı ve uygulamanın çalışmaya ara verdiği süreç incelenir. Uygulama yeniden çalıştırıldığında uygulamanın işlevini yerine getirip getirmediği test edilir.

4.4.7 Kullanılabilirlik Testi

Geliştirilen uygulamanın amacına uygun olup olmadığını, kullanıcılar tarafından ne kadar tercih edildiğini belirlemek için yapılır. Aynı zamanda, uygulamanın ticari başarısının ölçülmesinde de önemli rol oynar. Sezgisel (Heuristic), değerlendirici (evaluation), bilişsel gözden geçirme (cognitive walkthrough) ve sesli-düşünme (thinking-aloud study) araştırmacıların kullandıkları bazı yöntemlerdir (Borys, 2015).

5. MOBİL UYGULAMA TESTLERİNDEKİ SORUNLAR

Akıllı telefonların güvenliğini sağlamak oldukça güçtür. Bazı durumlarda uygulamaları test etmek oldukça zordur, geliştirilmiş testlerin yetersiz olduğu durumlar da bulunmaktadır (Wang vd., 2015);

- İmza tabanlı kötücül yazılımlar kolaylıkla sistemi yanıltabilir.
- Adli Bilişim araçları güvenlik erişimi etkin olduğu zaman yeterli değildir.
- Sızma Test, araçları mobil cihazlar için daha çok geliştirilmelidir.
- Statik Analiz koda ulaşamadığı için yeterince verimli çalışmaz ayrıca birçok manuel işlem gerektirir.
- Dinamik Analiz cihazın tüm kaynaklarında işlem gerçekleştirir ve bu durum zaman kaybına sebep olur.
- İndirilen uygulama kötücül yazılımı gizliyor olabilir.

6. GÜVENLİK İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ YAZILIMLAR

6.1 Open Web Application Security Project-OWASP

OWASP, Açık web uygulama güvenliği projesi anlamındadır. Güvensiz yazılımların oluşturduğu problemleri gidermek için kurulmuş bir topluluktur. Tüm araçları, listeleri, dokümanları ve bölümleri ücretsizdir.

6.2 Odin

Android telefonlar için geliştirilmiş bir uygulamadır. İşletim sisteminin cep telefonlarına indirilmesini sağlar. Android için inceleme kısmında detaylarından bahsedilmiştir.

6.3 ITUNES

Itunes, Apple'ın geliştirdiği bir uygulamadır. Program hem Mac hem de Windows işletim sistemlerinde kullanılabilir. Bunun dışında iOS jailbreaking için de kullanılır. Çünkü Jailbreak yazılımı Itunes ile birlikte çalışır.

6.4 Jailbreak Araçları

iOS işletim sistemlerinde kullanılan başlıca Jailbreak araçları evasi0n, redsn0w, Pangu, Absinthe, greenpois0n, PwnageTool, sn0wbreeze vb. olarak bilinmektedir. Bununla ilgili detaylı bilgi 7. bölümde verilmiş olup resmi işletim sistemlerinin kullanılmaması büyük güvenlik zafiyetleri doğurmaktadır.

6.5 Burp Suit

Sızma testlerinde sıklıkla kullanılan bir vekil (proxy) uygulamasıdır. Varsayılan olarak gelen eklentileri ve harici eklentileri yardımı ile web uygulama güvenliği alanında çok kullanılan bir araç haline gelmiştir.

7. MOBİL İŞLETİM SİSTEMLERİNDE GÜVENLİĞİ KIRMA

7.1 iOS - Jailbreak

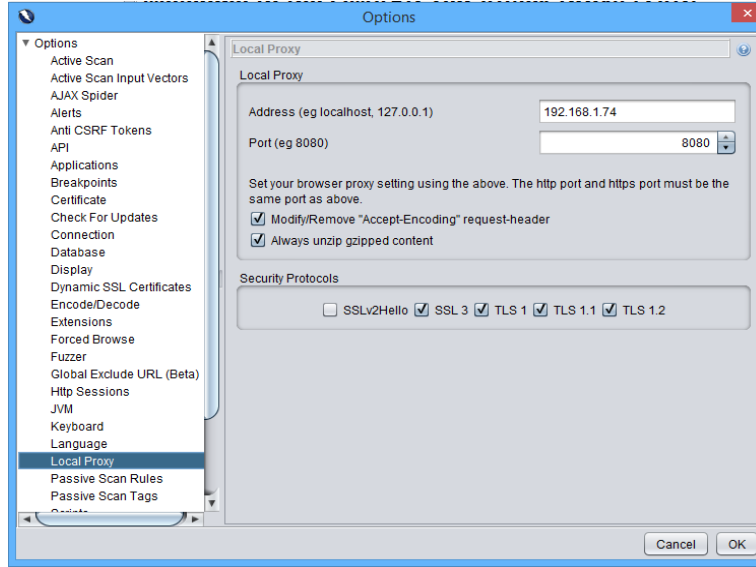
Apple bir cihazınızın resmi güvenlik mekanizmalarını devre dışı bırakmak olarak açıklanabilir. Jailbreak yaparak cihazın sistem dosyalarına sızan saldırganlar, telefona istediği müdahaleyi yapabilme imkanına erişir. Örneğin uygulama mağazasında bulunmayan, içeriği kötü amaçla değiştirilmiş uygulamaların mobil cihazlara kurulumlarının yapılması en bilinen yöntemlerdendir. Bunların yanı sıra, Jailbreak işlemi ile ücretli uygulamalar cihaza ücretsiz olarak yüklenebildiği için lisans bedellerinin ücretlendirilememesi yolu ile suç işlenmektedir. Geliştiriciler tarafından desteklenmediği için Apple Jailbreak yapılmış cihazlarda güvenlik açığı bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca Cydia gibi yerlerden indirilen uygulamalar telefona zarar verebilir. Güvenliği garanti edilmemiş uygulamalar, batarya ömrü gibi önemli parçaları etkileyebilir (Ma vd., 2014).

7.2 Android – Rooting

Android cihazlarda, kullanıcılar cihaz üzerinde tüm yetkiye sahip değillerdir. “Fabrika Ayarları” kısmında bazı özellikler kapatılmıştır. Root erişimi sayesinde kullanıcı cihaz üzerinde tam yetkiye sahip olur. Root sayesinde kullanıcı telefon üzerinde; tam yedekleme yapabilir, reklamları engelleyebilir, işletim sistemini düzenleyebilir. Root yapılmış telefon garanti kapsamından çıkar. Ayrıca telefonun bazı fonksiyonel özelliklerini kaybetmesine sebep olabilir. Bir diğer risk ise güvenlik ile ilgili riskler oldukça artar. SuperOneClick, Unlock Root, Z4Root ve UniversalAndRoot Root için geliştirilmiş araçlardır (Ma vd., 2014).

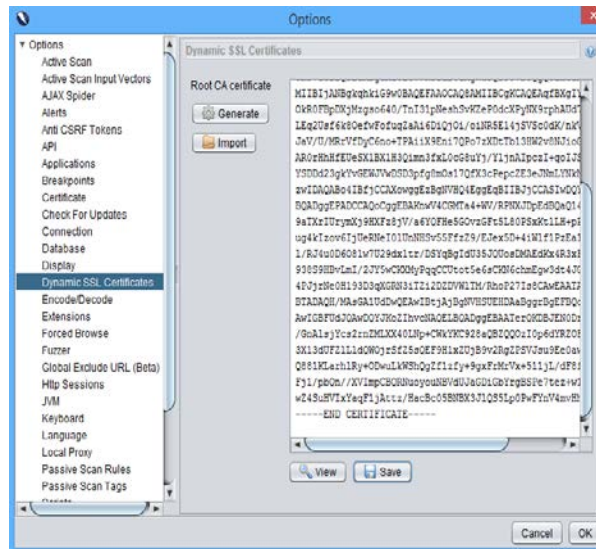
8. UYGULAMA

Uygulama için “Owasp Penetration Test” programı kullanılmıştır. Uygulamanın adım adım gerçekleşmesi aşağıda gösterilmektedir.



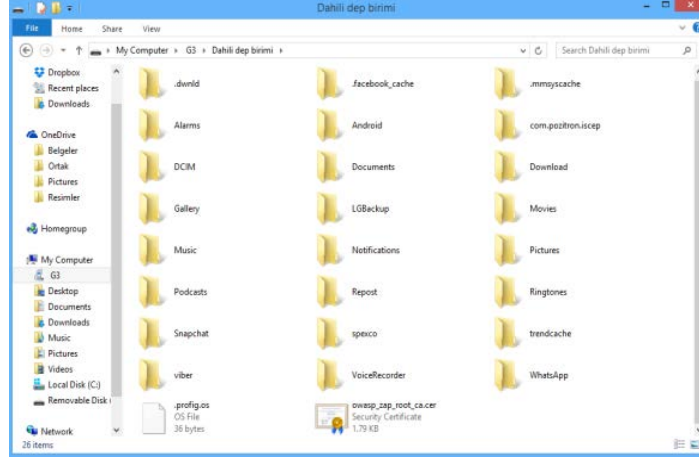
Şekil 1. Owasp Local Proxy

Şekil’de görüldüğü gibi öncelikle programın “Local Proxy” ayarı yapılmıştır. Bunun sebebi saldırılacak olan cihaz ile aynı ağda olabilmektir.



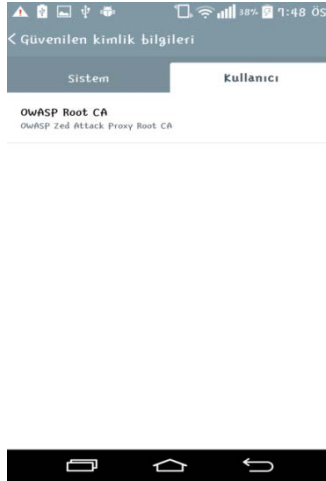
Şekil 2. SSL Sertifikası

Ardından cihaza konulmak üzere Şekil2’deki gibi SSL sertifikası oluşturulmuştur. Bir sonraki adım olarak bu sertifika cihazın içine Şekil3’deki gibi yerleştirilmiştir.

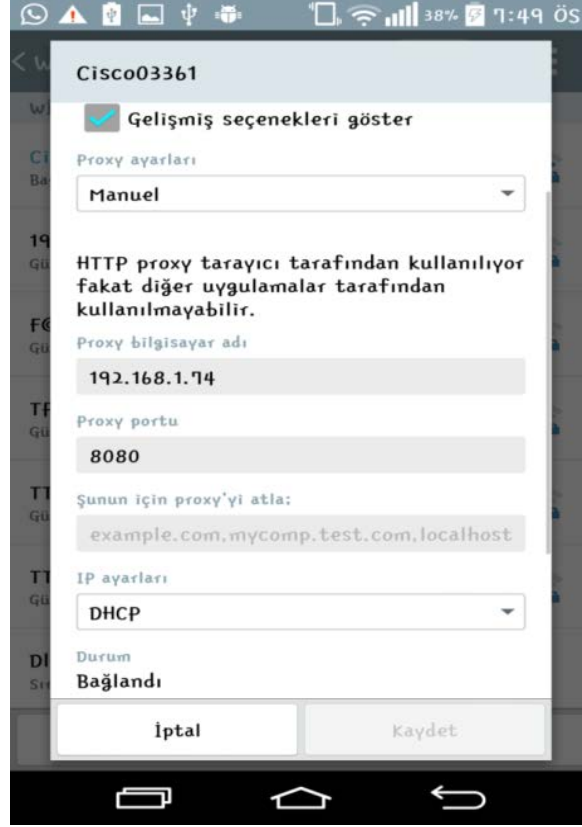


Şekil 3. Sertifika Yerleştirme

Sertifika cihaza konulduktan sonra gerçekten cihazın tanıyıp tanımadığı Şekil4’deki gibi kontrol edilmiştir. Sertifikanın cihazda olduğu kesinleştikten sonra ise cihazın “Proxy-Ağ Ayarları” Şekil5’deki gibi gerçekleştirilmiştir.

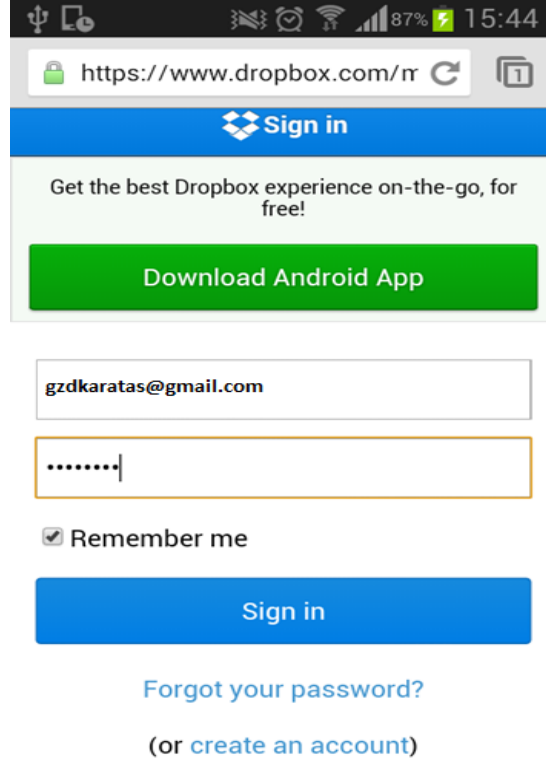


Şekil 4. Sertifika

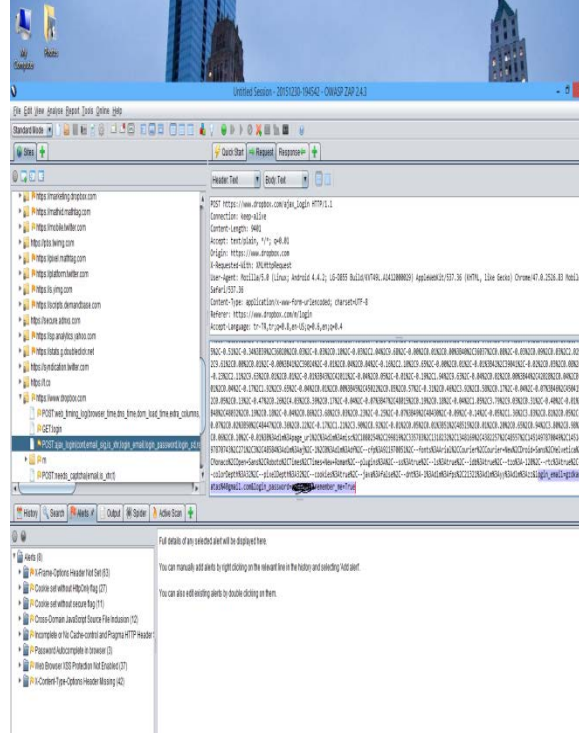


Şekil 5. Proxy Ayarı

Son adım olarak kullanıcının "kullanıcı adı" ve "şifresi" bir site için ele geçirilmeye Şekil 6'daki gibi çalışılmıştır ve Şekil 7'de gösterilen şekilde bu bilgilere ulaşılmıştır.



Şekil 6. DropBox Uygulama



Şekil 7. Bilgilere Ulaşma

9. SONUÇ

Mobil cihazlardaki gelişmeler ve bu cihazların kullanımının gittikçe yaygınlaşması, kullanıcıların yapacağı işleri mobil ortamlara yönlendirmektedir. Mobil ortamlarda bilgi güvenliğini sağlayabilmek için her gün yeni yöntemler ve yeni yaklaşımlar geliştirilmektedir. Bu doğrultuda birçok kurumda sadece mobil cihazların güvenliğine yönelik çalışmalar yapacak birimler istihdam edilmektedir. Bu gelişmeler ile birlikte özellikle kurumların mobil cihazlarda meydana gelecek tehditlerin farkında olarak gerekli önlemleri almaları, kullanıcılarını da bu konuda bilgilendirmeleri gerekmektedir. “Mobil Cihazlarda Güvenlik Raporu” incelendiğinde son yıllarda mobil cihaz üreticileri giderek artan ve özellikle kötücül yazılımlar ile yapılan saldırılarla karşılaşmakta ve bu saldırılardan kurtulabilmek için daha fazla para harcamaktadırlar (Sağiroğlu vd., 2009).

Bu çalışmada Mobil Cihazlarda güvenlik üzerine araştırmalar derlenmiştir. Mobil cihazlarda kullanılan işletim sistemleri, geliştirilen uygulama türleri hakkında bilgi verilerek çalışmasının asıl amacı olan güvenlik hakkında detaylı bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda mobil cihazlara yapılan saldırılar özetlenmiş, geliştirme esnasında yapılan hatalar vurgulanmış ve alınabilecek güvenlik önlemlerinden bahsedilmiştir. Sonra olarak günümüzde yaygın olarak kullanılan ve mobil cihazların güvenliğini test etmek için kullanılan yazılımlar ve örnek bir uygulama yapılmıştır.

Mobil cihazlarda düzenli olarak sistem günlükleri tutulmalı ve üretici firmaya aksama durumlarına karşı bilgi iletilmesi sağlanmalıdır. Mobil cihazlar hazır antivirüs programlı üretilmeli (işletim sistemine gömülü olarak) ve bu programların güncel tutulması sağlanmalıdır. Ayrıca cihazlar güvenlik duvarı barındırmalı ve bu duvar sürekli etkin tutulmalıdır.

Cihaza indirilen tüm uygulamalar önce antivirüs programından geçirilmeli ardından uygun ise kullanımına izin verilmelidir. Mobil cihazlar için yüksek önem teşkil eden şifreler kolay tahmin edilebilir ve herkes tarafından tercih edilen şifrelerden olmamalıdır. Cihazların içerisinde önemli bilgiler muhafaza edilmemelidir. Eğer saklanacak ise şifrelenmiş olarak tutulmalıdır.

Mobil cihazlarda bulunan ağ trafiği filtrelenmelidir. Veriler belirli aralıklarla yedeklenmelidir. Kullanıcının genel kullanımının aksine cihazda şüpheli bir kullanım olup olmadığı belirlenebilmeli, tehlikeli bir durum sezildiğinde kullanıcı bilgilendirilmelidir. Kötü niyetli SMS/MMS mesajları filtrelenecek şekilde geliştirme yapılmalı ve ilgili yazılımlar kullanılmalıdır. Kullanıcılar cihaz koruması konusunda bilgilendirilmesi gerekiyorsa bu konuda eğitim almaya yönlendirilmelidir. Alınan ve gönderilen veriler şifreli olarak iletilmesi yavaşlamaya sebep olmakla birlikte, kişisel güvenliği önemli ölçüde arttıracaktır.

KAYNAKLAR

Adinata, M., Liem, I., (2014). “A/B test tools of native mobile application,” Proc. 2014 Int. Conf. Data Softw. Eng. ICODSE 2014.

Ahmad, M. S., Musa, N. E., Nadarajah, R., Hassan, R., & Othman, N. E. (2013). Comparison between android and iOS Operating System in terms of security. In Information Technology in Asia (CITA), 2013 8th International Conference on (pp. 1-4). IEEE.

- Bere, A.,** (2013) "Toward assessing the impact of mobile security issues in pedagogical delivery: A mobile learning case study," *Sci. Inf. Conf. (SAI)*, 2013, pp. 363–368.
- Borys, M.,** (2015). "Mobile Application Usability Testing in Quasi-Real Conditions," pp. 381–387.
- Bosnic, S., Papp, I., & Novak, S.** (2016). The development of hybrid mobile applications with Apache Cordova. In *Telecommunications Forum (TELFOR)*, 2016 24th (pp. 1-4). IEEE.
- Chaffey, D.** (2016) "Mobile Marketing Statistics Compilation" Erişim Tarihi: 24.06.2016
Kaynak: <http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/>
- Eizmendi, I., Velez, M., Prieto, G., Correia, S., Arrinda, A., Angueira, P.,** (2010) "Laboratory Tests for testing DVB-T2 mobile performance," *Evaluation*, pp. 1–5.
- Fan, X., & Wong, K.** (2016). Migrating user interfaces in native mobile applications: android to iOS. In *Proceedings of the International Workshop on Mobile Software Engineering and Systems* (pp. 210-213). ACM.
- Guerid, H., Serhrouchni, A., Achemlal, M., Mittig, K.,** (2011). "A Novel Traceback Approach for Direct and Reflected ICMP Attacks," *2011 Conf. Netw. Inf. Syst. Secur.*, pp. 1–5.
- Huang, K., Zhang, J., Tan, W., Feng, Z.,** (2015). "An Empirical Analysis of Contemporary Android Mobile Vulnerability Market," *2015 IEEE Int. Conf. Mob. Serv.*, pp. 182–189.
- Jadhav, S., Oh, T., Kim, Y.H., Kim, J.N.,** (2015). "Mobile device penetration testing framework and platform for the mobile device security course," *2015 17th Int. Conf. Adv. Commun. Technol.*, pp. 675–680.
- Ju, H., Kim, Y., Jeon, Y., & Kim, J.** (2015). Implementation of a hardware security chip for mobile devices. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 61(4), 500-506.
- Kikuchi, H., Sasa, K., & Shimizu, Y.** (2016). Interactive History Sniffing Attack with Amida Lottery. In *Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS)*, 2016 10th International Conference on (pp. 599-602). IEEE.
- Kim, H., Choi, B., Wong, W.E.,** (2009). "Performance testing of mobile applications at the unit test level," *SSIRI 2009 - 3rd IEEE Int. Conf. Secur. Softw. Integr. Reliab. Improv.*, pp. 171–180.

- Küçüksille, E., Özger, F., & Genç, S.** (2013). Mobil bulut bilişim ve geleceği. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 23-25.
- Liyanage, M., Abro, A. B., Ylianttila, M., & Gurtov, A.** (2016). Opportunities and challenges of software-defined mobile networks in network security. *IEEE Security & Privacy*, 14(4), 34-44.
- Lu, X., Luo, Y., Liu, X.,** (2014). “A Graph-Based Approach to Assisting Creation of Mobile Web Applications,” 2014 IEEE Int. Conf. Web Serv., pp. 728–729, 2014.
- Lu, H. L. H., Gheitanchi, S., Young, R., Chatwin, C.,** (2010). “A symbian based mobile user authorization system using mobile networks,” *Wirel. Adv. (WiAD)*, 2010 6th Conf.
- Ma, H.J., Li, M., Wang, K., Dou, Z., Jiang, H.,** (2014). “NTP network timing technique research for Android and iOS mobile platform,” 2014 IEEE Int. Freq. Control Symp., vol. 3, pp. 1–4.
- Masruroh, S. U., & Saputra, I.** (2016, April). Performance evaluation of instant messenger in Android operating system and iPhone operating system. In *Cyber and IT Service Management, International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- Mohamed, M., Shrestha, B., & Saxena, N.** (2016). SMASheD: Sniffing and Manipulating Android Sensor Data for Offensive Purposes. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*.
- Omeleze, S., Venter, H. S.,** (2013). “Testing the harmonised digital forensic investigation process model-using an Android mobile phone,” 2013 Inf. Secur. South Africa - Proc. ISSA 2013 Conf.
- Penning, N., Hoffman, M., Nikolai, J., Wang, Y.,** (2014). “Mobile Malware Security Challenges and Cloud-Based Detection,” 2014 Int. Conf. Collab. Technologies Syst., pp. 181–188.
- Pooryousef, S., & Amini, M.** (2016). Fine-grained access control for hybrid mobile applications in Android using restricted paths. In *Information Security and Cryptology (ISCISC)*, 2016 13th International Iranian Society of Cryptology Conference on (pp. 85-90). IEEE.
- Sağiroğlu, Ş., Bulut, H.** (2009). Mobil ortamlarda bilgi ve haberleşme güvenliği üzerine bir inceleme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 24(3).
- Setiabudi, D. H., Tjahyana, L. J.,** (2013). “Mobile learning application based on hybrid mobile application technology running on Android smartphone and Blackberry,” *Int. Conf. ICT Smart Soc.*, pp. 1–5.

Sun, J.Z, Howie, D., Koivisto, A., Sauvola, J., (2001). "A hierarchical framework model of mobile security," 12th IEEE Int. Symp. Pers. Indoor Mob. Radio Commun. PIMRC 2001. Proc. (Cat. No.01TH8598), vol. 1, pp. 56–60, 2001.

Tilson, D., Sorensen, C., Lyytinen, K., (2011). "Change and control paradoxes in mobile infrastructure innovation: The Android and iOS mobile operating systems cases," Proc. Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci., pp. 1324–1333.

Wang, Y., Alshboul, Y., (2015). "Mobile security testing approaches and challenges," 2015 First Conf. Mob. Secur. Serv., pp. 1–5.

Wang, Y., Wei, J., Vangury, K., (2014). "Bring your own device security issues and challenges," 2014 IEEE 11th Consum. Commun. Netw. Conf., pp. 80–85.

Zhou, Y., Jiang, X., (2012). "Dissecting Android Malware: Characterization and Evolution," 2012 IEEE Symp. Secur. Priv., no. 4, pp. 95–109.

Araştırma Makalesi

BULANIK ORTAMDA TOPSIS YÖNTEMİ İLE PERSONEL SEÇİMİ: KATILIM BANKACILIĞI SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA*

Aleyna DEĞERMENÇİ*¹

Berk AYVAZ²

¹Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş., Uzman Yrd., Ümraniye, İstanbul, Turkey
adegermenci@albaraturk.com.tr

²İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fak. Endüstri Mühendisliği Böl., İstanbul Turkey
bayvaz@ticaret.edu.tr

Öz

Personel seçimi süreci, küreselleşen dünyada işletmelerin ayakta kalabilmek, pazar paylarını arttırmak ve rekabet avantajlarını korumalarında en önemli süreçlerdendir. Personel seçimi nitel ve nicel karar kriterlerinin bir arada kullanıldığı birçok kriterli karar verme problemidir. Bu çalışmada, personel seçimi problemi için Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada geliştirilen metod katılım bankacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluşta uygulanmıştır. Bankada uzman yardımcısı pozisyonu için beş aday, belirlenen on kriter ve beş yöneticiden oluşan karar verici grubu tarafından değerlendirilmiştir. Önerilen seçim metodu ile adayların sıralaması yapılmış ve en uygun aday seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Personel seçimi, çok kriterli karar verme, bulanık ortam, TOPSIS.*

Research Article

FUZZY ENVIRONMENT MULTI CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES PERSONNEL SELECTION: PARTICIPATION IN AN APPLICATION IN BANKING SECTOR

Abstract

Personnel selection process is one of the most important processes for companies to survive, to increase market share and to keep their competitive advantages in a globalized economy. Personnel selection is a multicriteria decision making problem where a combination of qualitative and quantitative criteria is used. In this study, Fuzzy Multi-Criteria Decision Making method with Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) is used for the personnel selection problem. The developed method is applied to a participation bank operating in the Turkish banking sector. Five candidates for the position of assistant specialist at the bank are evaluated by a group of decision-makers five executives, by using ten selection criteria. The ranking of candidates is made by the proposed method and the most suitable candidate is selected.

Keywords: Personal selection, multi-criteria decision making, Fuzzy environment, TOPSIS.

* Received / Geliş tarihi: 13/04/2016

*Corresponding Author/ Sorumlu Yazar:

Accepted / Kabul tarihi: 09.06.2016

adegermenci@albaraturk.com.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde işletmeler değişen ve gelişen teknolojiye ayak uydurmak, küreselleşen ekonomide pazarda varlığını sürdürebilmek, rekabet avantajı elde etmek ve pazar payını artırarak gelişimini devam ettirebilmek için etkinlik ve verimliliklerini artırmak zorundadırlar. İşletmenin etkinlik ve verimliliğini belirleyen faktörlerin en önemlileri; kullanılan üretim araç ve gereçleri, bilgi sistemleri alt yapısı, teknolojik yeterlilikleri ve iş gücüdür. Çalışanların kalite ve performansları işletme performans ve verimliliğini direkt olarak etkilediği için personel seçimi işletmeler için en kritik süreçlerden biri haline gelmiştir.

Personel seçiminde yalnızca teknik ve çalışılacak işle ilgili bilgi birikimi gibi sayısal, ölçülebilir faktörleri dikkate almak yeterli olmamaktadır. İnsanın sosyal yönünü etkileyen, ölçülemeyen faktörleri de personel seçiminde dikkate almak gerekir. Aksi takdirde doğru bir seçim yapılmamış olacaktır. Personel seçimi problemi, işletmeler için hayati önem taşıyan bir karar verme problemidir. Karar verilirken, nitel ve nicel faktörlerin bir arada kullanılmasının gerekliliği personel seçiminin çok kriterli karar verme problemi olarak tanımlanmasını sağlar.

Bu çalışmada, personel seçiminde kullanılan kriterlerin belirsizlik içermesi ve karar vericinin subjektif görüşüne bağlı olmasından dolayı bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak çözüm aranmış ve en uygun personel seçimi amaçlanmıştır. Katılım bankacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir katılım bankasında uzman yardımcısı pozisyonu için beş personel adayının; belirlenen on kriter çerçevesinde beş yönetici tarafından değerlendirildiği bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bulanık ortamda çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak en uygun adayın belirlenmesi sağlanmıştır.

Çalışmanın geri kalan kısımlarından ikinci bölümde insan kaynakları yönetimi ile ilgili literatür araştırması yapılmış ve insan kaynakları yönetimi konusuna değinilmiştir. Üçüncü bölümde çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) ile ilgili bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde önerilen yöntemin Türkiye’de faaliyet gösteren bir katılım bankasının uzman yardımcısı seçim sürecine uygulaması yapılmış ve son bölümde çalışmaların sonuçları değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde personel seçim problemi ile ilgili literatür çalışmaları incelenmiş ve aşağıdaki gibi aktarılmıştır.

Kankılıç (2005) çalışmasında; problemin çözümü için “Bulanık Değerlendirme” metodunu Analitik Hiyerarşi Prosesi’ne (AHP) dayanan “İkili Karşılaştırma” tekniğiyle beraber kullanmıştır. İşin yürütülebilmesi için gerekli olan kriterlerin (eğitim, yabancı dil, tecrübe, karakter testi, kabiliyet testi, mülakat, referans ve özgeçmiş) önem dereceleri “ikili karşılaştırma” tekniğiyle hesaplanmış, adaylar bu kriterler baz alınarak altı-dereceli bulanık değişkenlerle değerlendirilmiş, adayların sonuç puanları ise bulanık değerlendirme metoduyla hesaplanmıştır. İstemi (2006) çalışmasında; Finans sektöründeki bir hizmet işletmesinde müfettiş yardımcısı

seçimlerine çok kriterli karar verme yöntemlerini uygulamış ve seçilen adayların sekiz ay sonundaki performansları ile seçim süreci sonundaki sıralamalarını karşılaştırmıştır. AHP, TOPSIS ve ELECTRE (*Elimination et Choix Translating Reality*) yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada personel seçimi için kullanılan ana ve alt kriterler aşağıdaki gibidir: Beklenen temel özellikler (İş tecrübesi, Yabancı dil, Eğitim durumu, Bilgisayar bilgisi, Teknik bilgi, Sektör tecrübesi), Beklenen yetkinlikler (Temel yetkinlikler, Müşteri odaklılık, İşinin sahibi olmak, Takım bilinci, Fonksiyonel yetkinlikler), Beklenen tamamlayıcı özellikler (Dış görünüş/temsil düzeyi, Konuşma, İfade, Tutarlılık, Kurumda çalışma isteği). Dağdeviren (2007) çalışmasında; personel performans değerlendirme süreci için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemini kullanmıştır. Değerlendirme sürecinde kullanılan kriterler: *Teknik faktörler; İşe gösterilen dikkat ve takip, Yaratıcılık, Beceri, Ekip çalışmasına uyum, İnisiyatif kullanma, Birden fazla operasyonda çalışabilme, Öneri.* Davranışsal Faktörler; Özveri, Temizlik, Etkin iletişim kurabilme, Tertip, İşyeri kurallarına uygunluk, Şirket kimliğine uygunluk, Hızlı ve dinamik olma, Algılama. Diğer Faktörler; Eğitim, Deneyim. Özkan (2007) çalışmasında; Manisa’da bulunan bir işletmenin AR-GE mühendisliği görevi için başvuran 6 adaya uygulanan personel seçim sürecini AHP, ELECTRE ve TOPSIS yöntemlerini eğitim, tecrübe, yabancı dil, kişilik kriterlerini kullanarak irdelemiştir. Kücü (2007) çalışmasında; işletmede personel seçimini incelemiştir. Yabancı dil, bilgisayar, deneyim, ifade becerisi, ücret talebi, analitik düşünme, dürüstlük kriterlerini kullanarak AHP ve PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) yöntemlerini uygulamıştır. Güngör, vd.(2009) çalışmalarında, personel seçimi için bulanık AHP modeli kullanılmışlardır. Çalışmada, Bulanık AHP yöntemiyle elde edilen sonuçlar Yager's ağırlıklı amaç yöntemiyle elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Kelemenis ve Askounis (2010), çalışmalarında bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak, alternatifleri sıralamış, alternatiflerin değerlendirilmesi için kriterler belirlemişlerdir. Nihai kararı en uygun çözüme yakınlığı değil, olumsuz çözüme olan uzaklığının belirleyici olduğu bu çalışmada bulanık TOPSIS metodu kullanılarak üst yönetim ekibine üye seçimi uygulaması yapılmıştır.

Boran (2009) çalışmasında; alternatifler arasından uygun olan personel secimi için, TOPSIS metodunun sezgisel bulanık ortama genişletilmesini önermiş ve bilişim sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için satış uzmanı seçim problemine uygulamıştır. Çalışmasında diksiyon, deneyim, ifade yeteneği, iş için isteklilik, kendine güven, ilk izlenim kriterlerini dikkate almıştır. Bilen (2009) çalışmasında; veri madenciliği yöntemlerinden sınıflandırma ve kümeleme ile etkili bir personel seçim mekanizması geliştirilerek özellikle personel seçimi sürecinde fayda sağlanmasını amaçlamıştır. Çalışmada veri madenciliği yazılımı olarak WEKA kullanmış ve banka şubelerinde satışa yönelik çalışan personeller için bir uygulama gerçekleştirmiştir.

Lin (2010) çalışmasında, Tayvan’ da faaliyet gösteren elektrik ve makine firmasının personel seçim problemi için analitik ağ süreci ve bulanık veri zarflama analizi yaklaşımlarını önermiştir. Uygulamasında mesleki bilgi ve uzmanlık, mesleki kariyer ve eğitim durumu, kişilik ve potansiyel kriterlerini kullanmıştır. Dursun ve

Karsak (2010) çalışmalarında, personel seçimi problemine çözüm olarak; istekli olma, liderlik, özgüven, sözlü iletişim becerisi, kişilik, geçmiş deneyimler, genel yetenek, potansiyel kriterlerinin kullanıldığı bulanık TOPSIS yöntemini önermişlerdir. Zhang ve Lui (2011) çalışmalarında, personel seçimi için sezgisel bulanık ortamda gri ilişkisel analiz yöntemini kullanmışlardır. Sezgisel bulanık ağırlıklandırılmış ortalama operatörü ile karar vericilerin görüşleri birleştirilmiştir. Sezgisel bulanık entropi yöntemi ile kriterlerin entropi ağırlıkları elde edilmiştir. Gri ilişkisel analiz yöntemi ile de alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Ünal (2011) çalışmasında, personel seçimi probleminin çözümü için AHP yöntemi önermiştir. Kriter ağırlıklarının belirlendiği, sayısal ve sözel faktörlerin beraber değerlendirildiği karar modeli oluşturularak personel seçimi uygulaması yapılmıştır. Özcan (2012) çalışmasında; Bulanık çok kriterli karar verme tekniklerini (AHP, TOPSIS, ELECTRE, VIKOR, bulanık mantık) “Hedef gerçekleştirme performansı, Banka diğer ürünler performansı, Aktif müşteri piramidi” kriterleriyle bankada çalışan portföy yöneticilerinin performans değerlendirmesinde kullanmıştır. Kabak, vd. (2012) çalışmalarında, personel seçimi sürecinin nitel ve nicel kriterleri içerdiğinden karmaşık bir süreç olduğunu belirtmişlerdir. Bu kompleks problemin çözümü için nitel ve nicel faktörlerin kombinasyonunu sağlayan bir bulanık melez çok kriterli karar verme yaklaşımı önermişlerdir. Bulanık analitik ağ süreci, bulanık TOPSIS, bulanık ELECTRE yöntemlerinin kullanıldığı, nişancı seçimi uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Şener (2011) çalışmasında; bir entegre tekstil işletmesinde personel seçimi probleminde AHP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE yöntemlerini aşağıda belirtilen kriterleri kullanarak uygulamıştır: Beklenen temel özellikler (Teknik bilgi, Sektör tecrübesi, Eğitim durumu), Beklenen sosyal yetkinlikler (İşinin sahibi olmak, Takım bilinci, Esneklik, Yeniliğe ve değişime açıklık). Beklenen teknik yetkinlikler (Renk ayırımı, Dikkat, El-göz koordinasyonu, Parmak becerisi, Raporlama becerisi), Beklenen tamamlayıcı özellikler (Kendini ifade edebilme, Tutarlılık, İşyerinde çalışma isteği, İletişim becerisi).

Balezantis, vd. (2012) çalışmalarında, personel seçimi sürecinin belirsiz, farklı şekillerde yorumlanabilen ve net olmayan bir süreç olarak belirtmişlerdir ve çalışmalarında bu belirsizliklerin önüne geçebilmek için bulanık MOORA (*multi-objective optimization on the basis of ratio analysis*) yöntemi kullanılmıştır. Yöntemin uygulamasını dört karar verici, dört personel adayı ve sekiz kriter kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Behzadian, vd. (2012) çalışmalarında, bilişim sektöründe satış temsilcisi olarak çalışacak personelin seçimi için anket vasıtasıyla veriler AHP yöntemiyle analiz edilmiş, ortaya çıkan sıralamaya göre 10 aday TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Altan (2012) çalışmasında; performansı beş boyutta inceleyen çok kriterli ve çok amaçlı bir yaklaşım geliştirilmeye çalışmıştır. Çalışmada, hastane performans değerlendirmesi için karlılık, etkinlik, etkenlik, kalite, verimlilik kriterleriyle AHP ve TOPSIS yönteminin birlikte kullanılacağı performans odaklı çok kriterli karar verme modeli kullanılmaktadır. Özcan (2012) çalışmasında; çok kriterli karar verme yöntemlerinin personel seçimi sürecindeki etkinliğinin karşılaştırmasını yapmıştır. Bu kapsamda, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesinde personel seçimi çalışması yapılmıştır. Çalışmasında mezun olunan bölüm, çevreye uyum, bilgisayar bilgisi, yabancı dil bilgisi kriterlerini

kullanarak AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Çoban (2012) çalışmasında; damla sulama imalatı yapan bir şirkete mühendis alımında personel seçimi problemini ele almıştır. Problemin değerlendirilmesinde “yabancı dil seviyesi, yaratıcı düşünme, araştırma becerisi, mezuniyet derecesi, mesleki tecrübesi” kriterleriyle AHP yöntemini kullanmıştır. Köse, vd. (2013) çalışmalarında, personel seçimi probleminin çözümü için gri ilişkisel analiz yöntemini ve gri analitik ağ sürecini birlikte kullanmışlardır. Dört personel adayı, belirlenen sekiz kritere göre dört kişiden oluşan grup tarafından değerlendirilmişlerdir. Bali (2013) çalışmasında, personel probleminin çözümü için bulanık iki karşılaştırmalı boyut analizi ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullanarak bir model oluşturmuşlardır. Çalışmada; yüksek öğretim kurumuna öğretim görevlisi olabilmek için başvuru yapan beş aday beş kişiden oluşan komite tarafından, “genel görünüş, anlatma yeteneği, liderlik, çalışma disiplini, sosyal durum, motivasyon, bilimsel yeterlilik kriterlerine göre değerlendirilmişlerdir. Doğan ve Önder (2014) çalışmasında; insan kaynakları temin ve seçim sürecinde çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak en uygun adayın seçilebileceği bir model ortaya koymayı amaçlamıştır. Tecrübe/iş deneyimi, eğitim, mesleki gereklilikler, bireysel özellikler ve dış görünüm kriterleriyle AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Petrescu, vd. (2015) çalışmalarında; çağrı merkezine personel seçimi probleminin çözümü bulmaya çalışılmıştır. Bunun için simülasyon yöntemini kullanmışlardır. 60 kişiden oluşan ve Bükreş'te ulusal çalışanları kapsayan pilot bir çalışma yapmışlardır.

3. BULANIK TOPSIS

İnsan yargıları genelde belirsizdir ve sayısal değerlerle ifade etmek mümkün olmayabilir. Daha gerçekçi bir yaklaşım, sayısal değerler yerine dilsel değerlerin kullanılması olabilir. Diğer bir ifadeyle, problemdeki karar kriterlerinin önem düzeyleri Sözel değişkenlerle ifade edilebilir. Bulanık TOPSIS yöntemi, hem nitel hem de nice karar kriterlerinin kriter değerleriyle ilgilenen esnek bir yapıya sahip bulanık ortamlarda grup kararı vermeye yardımcı olan bir yöntemdir. Yöntem uygulanabilmesi için karar vericilere, karar kriterlerine ve alternatiflere ihtiyaç duyulur. Karar vericiler, karar kriterleri ve alternatiflerle ilgili düşüncelerini sözel olarak ifade eder. Bulanık TOPSIS yönteminin temelinde, karar vericilerin alternatifleri değerlendirirken kullandıkları karar kriterlerinin farklı ağırlıklara sahip olması yer alır. Bulanık TOPSIS yöntemi yardımıyla karar vericilerin karar kriterleri ve alternatifler hakkındaki değerlendirmeleri üçgen veya yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek, her bir alternatifin yakınlık katsayısı hesaplanır. Hesaplanan yakınlık katsayıları yardımıyla alternatifler sıralanır. Yöntem, alternatiflerin değerlendirilmesiyle ortaya çıkan subjektifliğin grup kararı vermede ortaya çıkan sorunları ortadan kaldırmakta ve daha doğru kararlar verme imkanı sağlamaktadır (Ecer, 2007).

Bulanık TOPSIS yöntemi, sözel belirsizliğin olduğu ve grup kararı vermeyi gerektiren problemlerin çözümünde oldukça kullanışlıdır. Karar vericiler, karar kriterlerinin önem düzeyini ve bu karar kriterlerine göre her bir alternatifi değerlendirirler.

Bulanık TOPSIS yönteminde, çeşitli araştırmacılar tarafından önerilen karar kriterlerinin değerlendirilmesinde kullanılan sözel değişkenler ve üçgen bulanık sayı karşılıkları Tablo 2.1’de, alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan sözel değişkenler ve üçgen bulanık sayı olarak karşılıkları Tablo 2.2’ de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kriterlerin önem ağırlıkları için sözel değişkenler ve bulanık karşılığı (Chen,2000).

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Düşük (ÇD)	(0,0,0.1)
Düşük (D)	(0,0.1,0.3)
Biraz Düşük (BD)	(0.1,0.3,0.5)
Orta (O)	(0.3,0.5,0.7)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5,0.7,0.9)
Yüksek (Y)	(0.7,0.9,1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9,1.0,1.0)

Tablo 2.2. Değerlendirmeler için sözel değişkenler ve bulanık karşılığı (Chen,2000).

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1)
Kötü (K)	(0,1,3)
Orta Kötü Arası (OK)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
Orta İyi Arası (OI)	(5,7,9)
İyi (İ)	(7,9,10)
Çok İyi (Çİ)	(9,10,10)

Bulanık TOPSIS yöntemi algoritmasına ait adımlar aşağıda verilmiştir.

Adım 1: $\tilde{x}_{ij}^K = i$. Alternatifin i . kriter değerini göstermek üzere, K tane karar vericiden oluşan bir grupta, alternatiflerin kriter değerleri,

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^K] \quad (1)$$

eşitliğinden hesaplanır.

Adım 2: $\tilde{w}_{ij}^K = j$. karar kriterinin önem ağırlığını göstermek üzere, K tane karar vericiden oluşan bir grupta karar kriterlerinin önem ağırlıkları,

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{K} [\tilde{w}_j^1 + \tilde{w}_j^2 + \dots + \tilde{w}_j^K] \quad (2)$$

eşitliği kullanılarak hesaplanır. Bir bulanık çok amaçlı karar verme probleminin matris olarak gösterimi,

$$K2 \quad \dots \quad Kn$$

$$\tilde{D} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \quad (4)$$

biçimindedir.

Burada \tilde{x}_{ij} ($\forall i, j$) ve \tilde{w}_j , ($j=1,2,\dots,n$) sözel değişkenler olmak üzere A_1, A_2, A_m alternatifleri; K_1, K_2, K_n karar kriterleri; $\tilde{x}_{ij} = K_j$ kriterine göre A_i alternatifinin bulanık kriter değerini ve $\tilde{w}_j = K_j$ kriterinin bulanık önem ağırlığını göstermektedir.

Bu Sözel değişkenler $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (a_{j1}, b_{j2}, c_{j3})$ şeklinde üçgen bulanık sayılar ile ifade edebilmektedir. \tilde{D} matrisine bulanık karar matrisi, \tilde{W} matrisine ise bulanık ağırlıklar matrisi adı verilir.

Adım 3: Bulanık karar matrisinden elde edilen normalize edilmiş bulanık karar matrisi,

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (5)$$

olarak ifade edilir. Burada \tilde{r}_{ij} ,

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), j \in F, c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (6)$$

ya da

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), j \in M, a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (7)$$

Eşitliklerinden hesaplanmaktadır. F fayda kriter kümesini, M ise maliyet kriterini göstermektedir. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi, karar kriterinin fayda kriteri olması durumunda her sütundaki elemanların üçüncü bileşenleri bazında en büyük değere bölünmesiyle elde edilir. Maliyet kriteri söz konusu olduğunda ise, her sütundaki ilk elemanların minimum değeri dikkate alınır. Normalizasyon işlemi, normalize edilmiş üçgen bulanık sayıların $[0,1]$ aralığında olması özelliğini korur.

Adım 4: Her bir kriterinin farklı ağırlıkları bulundurulmuş ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi,

$$\tilde{V} = [\tilde{V}_{ij}]_{m \times n} \quad (8)$$

şeklinde oluşturulur. Burada,

$$\tilde{V}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \times \tilde{w}_{ij} \quad (9)$$

eşitliğinden hesaplanır. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi, normalize edilmiş bulanık karar matrisi ile bulanık ağırlıklar matrisinin çarpılmasıyla elde edilen matristir. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisine göre $\forall_{i,j}$ için V_{ij} 'nin elemanları normalize edilmiş üçgen bulanık sayılardır ve $[0,1]$ aralığında yer alırlar.

Adım 5: Bulanık pozitif ideal çözüm,

$$A^+ = (\tilde{V}_1^+, \tilde{V}_2^+, \dots, \tilde{V}_n^+) \quad (10)$$

ve bulanık negatif ideal çözüm,

$$A^- = (\tilde{V}_1^-, \tilde{V}_2^-, \dots, \tilde{V}_n^-) \quad (11)$$

olarak tanımlanır. Burada, $\tilde{v}_j^+ = (1,1,1)$ ve $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ 'dir. Karar kriteri sayısı kadar $(1,1,1)$ ve $(0,0,0)$ vardır. Her bir alternatifin bulanık pozitif ve negatif ideal çözümlerden olan uzaklıkları sırasıyla,

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+), i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

ve

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

eşitliklerinden hesaplanır. Burada $d(\dots)$ iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermekte ve Vertex metodu yardımıyla hesaplanmaktadır.

İki üçgen bulanık sayı $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ olmak üzere bu sayılar arasındaki uzaklığın Vertex metodu ile hesaplanması,

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (14)$$

biçimindedir.

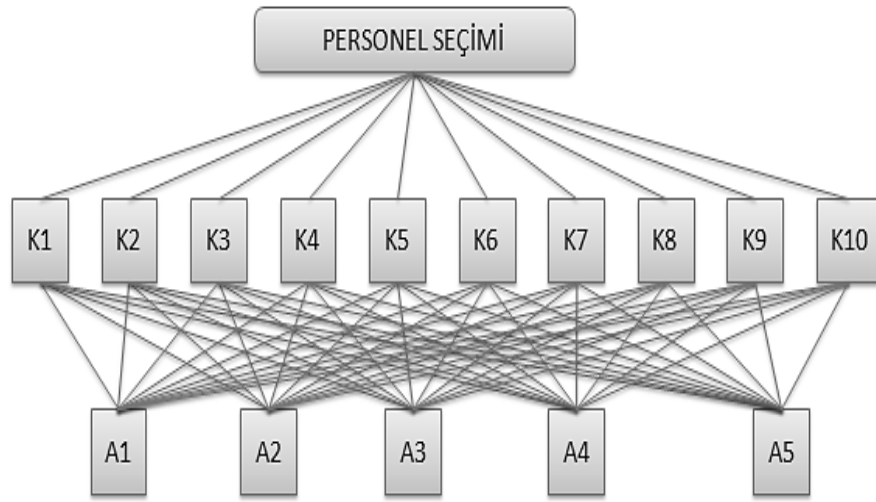
Adım 6: Yakınlık katsayısı,

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

eşitliğinden hesaplanır. Yakınlık katsayıları 0 ile 1 arasında bir değer alır ve yakınlık katsayısı ile alternatiflerin sıralaması yapılır. Yakınlık katsayısının büyük olması alternatifin karar vericiler tarafından tercih edilmesinin bir göstergesi olarak tanımlanır.

4.UYGULAMA

Türkiye’de önde gelen katılım bankalarından birinde “uzman yardımcısı” pozisyonu için personel alımının gerçekleştirilmesinde Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Pozisyon için 5 aday, 5 yönetici tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme için 10 kriter belirlenmiştir.



Şekil 1: Personel seçiminin hiyerarşik yapısı.

Adım 1: İş başvurusu yapan adaylarını değerlendirmek üzere karar verme yetkisine sahip 5 yönetici belirlenmiştir. Karar vericiler Tablo 4.1’deki 10 kritere göre değerlendirme yapacaklardır. Yöneticiler öncelikle kriterlerin ağırlıklarını belirlemişlerdir. (Tablo 4.2)

Tablo 4.1. Değerlendirme kriterleri

Kriter Numarası	Kriterlerin Açıklaması
K1	Analitik düşünme yeteneği
K2	Özgüven
K3	Takım Çalışmasına Uyum
K4	Kurum Kültürüne Uyum
K5	Adayın Yaşı
K6	Bankacılık Bilgisi
K7	Bilgisayar Bilgisi
K8	Yabancı Dil Bilgisi
K9	Adayın Mezun Olduğu Üniversite/Bölüm
K10	Adayın İş Tecrübesi

Tablo 4.2. Kriterlerin önem ağırlıklarının karar vericiler tarafından değerlendirilmesi

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
K1	Y(0.7,0.9,1.0)	BY(0.5,0.7,0.9)	ÇY(0.9,1.0,1.0)	ÇY(0.9,1.0,1.0)	ÇY(0.9,1.0,1.0)
K2	Y(0.7,0.9,1.0)	BY(0.5,0.7,0.9)	BY(0.5,0.7,0.9)	ÇY(0.9,1.0,1.0)	O(0.3,0.5,0.7)
K3	ÇY(0.9,1.0,1.0)	Y(0.7,0.9,1.0)	Y(0.7,0.9,1.0)	Y(0.7,0.9,1.0)	ÇY(0.9,1.0,1.0)
K4	0)	ÇY(0.9,1.0,1.0)	Y(0.7,0.9,1.0)	Y(0.7,0.9,1.0)	BY(0.5,0.7,0.9)
K5	Y(0.7,0.9,1.0)	0)	BY(0.5,0.7,0.9)	BY(0.5,0.7,0.9)	Y(0.7,0.9,1.0)
K6	BY(0.5,0.7,0.9)	Y(0.7,0.9,1.0)	O(0.3,0.5,0.7)	9)	BY(0.5,0.7,0.9)
K7	Y(0.7,0.9,1.0)	O(0.3,0.5,0.7)	BY(0.5,0.7,0.9)	BY(0.5,0.7,0.9)	ÇY(0.9,1.0,1.0)
K8	BY(0.5,0.7,0.9)	BY(0.5,0.7,0.9)	O(0.3,0.5,0.7)	O(0.3,0.5,0.7)	Y(0.7,0.9,1.0)
K9	O(0.3,0.5,0.7)	BY(0.5,0.7,0.9)	BY(0.5,0.7,0.9)	Y(0.7,0.9,1.0)	Y(0.7,0.9,1.0)
K10	O(0.3,0.5,0.7)	Y(0.7,0.9,1.0)	Y(0.7,0.9,1.0)	ÇY(0.9,1.0,1.0)	Y(0.7,0.9,1.0)

Adım 2: Yöneticiler her kriter için adayları değerlendirmiş, sözel değişkenleri belirlemişlerdir. Tablo 4.3'te sözel değişkenlerle yapılan değerlendirmelerin bulanık karşılıkları belirlenmiş ve Tablo 4.4'te ise bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4.3. Yöneticilerin adayları değerlendirmesi sonucu elde edilen bulanık karşılıklar

Kriterler	Adaylar	Değerlendiren yöneticiler				
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
K1	A1	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	İ(7,9,10)
	A2	Oİ(5,7,9)	K(0,1,3)	O(3,5,7)	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)
	A3	Oİ(5,7,9)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	Oİ(5,7,9)
	A4	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	Oİ(5,7,9)
	A5	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	OK(1,3,5)	İ(7,9,10)
K2	A1	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	OK(1,3,5)	Çİ(9,9,10)
	A2	İ(7,9,10)	K(0,1,3)	O(3,5,7)	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)
	A3	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	İ(7,9,10)
	A4	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)
	A5	İ(7,9,10)	K(0,1,3)	O(3,5,7)	Oİ(5,7,9)	İ(7,9,10)
K3	A1	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)
	A2	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	İ(7,9,10)
	A3	O(3,5,7)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	Oİ(5,7,9)
	A4	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)
	A5	Oİ(5,7,9)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	Çİ(9,9,10)
K4	A1	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	Oİ(5,7,9)
	A2	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	İ(7,9,10)
	A3	Oİ(5,7,9)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)
	A4	Oİ(5,7,9)	K(0,1,3)	O(3,5,7)	O(3,5,7)	Oİ(5,7,9)
	A5	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	K(0,1,3)	İ(7,9,10)
K5	A1	Çİ(9,9,10)	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	OK(1,3,5)	Oİ(5,7,9)
	A2	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	OK(1,3,5)	Oİ(5,7,9)
	A3	OK(1,3,5)	O(3,5,7)	O(3,5,7)	OK(1,3,5)	Oİ(5,7,9)
	A4	OK(1,3,5)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	O(3,5,7)
	A5	O(3,5,7)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	K(0,1,3)	O(3,5,7)
K6	A1	OK(1,3,5)	O(3,5,7)	O(3,5,7)	Çİ(9,9,10)	OK(1,3,5)
	A2	O(3,5,7)	K(0,1,3)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	OK(1,3,5)
	A3	OK(1,3,5)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	OK(1,3,5)	O(3,5,7)
	A4	Oİ(5,7,9)	ÇK(0,0,1)	O(3,5,7)	O(3,5,7)	O(3,5,7)
	A5	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	Çİ(9,9,10)	ÇK(0,0,1)	O(3,5,7)
K7	A1	O(3,5,7)	K(0,1,3)	O(3,5,7)	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)
	A2	O(3,5,7)	O(3,5,7)	O(3,5,7)	Çİ(9,9,10)	OK(1,3,5)
	A3	Oİ(5,7,9)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)
	A4	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	Oİ(5,7,9)
	A5	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	ÇK(0,0,1)	İ(7,9,10)
K8	A1	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	Oİ(5,7,9)	İ(7,9,10)
	A2	K(0,1,3)	K(0,1,3)	O(3,5,7)	Oİ(5,7,9)	K(0,1,3)
	A3	OK(1,3,5)	ÇK(0,0,1)	Çİ(9,9,10)	Çİ(9,9,10)	ÇK(0,0,1)
	A4	Çİ(9,9,10)	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	K(0,1,3)	İ(7,9,10)
	A5	Çİ(9,9,10)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	K(0,1,3)	İ(7,9,10)
K9	A1	Oİ(5,7,9)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	Oİ(5,7,9)	O(3,5,7)

	A2	O(3,5,7)	K(0,1,3)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	O(3,5,7)
	A3	O(3,5,7)	ÇK(0,0,1)	K(0,1,3)	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)
	A4	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	Oİ(5,7,9)
	A5	Çİ(9,9,10)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	ÇK(0,0,1)	Oİ(5,7,9)
K10	A1	K(0,1,3)	ÇK(0,0,1)	K(0,1,3)	İ(7,9,10)	ÇK(0,0,1)
	A2	K(0,1,3)	ÇK(0,0,1)	K(0,1,3)	İ(7,9,10)	ÇK(0,0,1)
	A3	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	Çİ(9,9,10)	OK(1,3,5)
	A4	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	İ(7,9,10)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)
	A5	Oİ(5,7,9)	O(3,5,7)	İ(7,9,10)	ÇK(0,0,1)	OK(1,3,5)

Tablo 4.4. Bulanık karar matrisi ve adayların bulanık ağırlıkları (Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'ten yararlanılmıştır.)

	A1	A2	A3	A4	A5	Ağırlıklar	
K1	(8.6, 10)	9.0,(4.0, 7.2)	5.4, (5.8, 7.4, 9.0)	(6.6, 9.8)	8.6,(7.0, 9.0)	7.8,(0.78, 0.92,0.98)	
K2	(5.8, 8.4)	7.0,(4.4, 7.4)	5.8, (7.4, 8.2, 9.4)	(8.2, 10)	9.0,(4.4, 7.8)	6.2,(0.58, 0.9)	0.76,
K3	(5.8, 8.8)	7.4,(8.6, 10)	9.0, (5.4, 7.0, 8.6)	(5.4, 8.8)	7.4,(6.2, 9.2)	7.8,(0.78, 1.0)	0.94,
K4	(6.6, 9.8)	8.6,(6.6, 9.4)	8.2, (6.2, 7.8, 9.2)	(3.2, 7.0)	5.0,(6.4, 8.6)	7.4,(0.74, 0.98)	0.9,
K5	(6.2, 8.8)	7.4,(6.6, 8.8)	7.4, (2.6, 4.6, 6.6)	(4.2, 7.8)	6.2,(3.2, 6.8)	5.0,(0.66,0.84,0.96)	
K6	(3.4, 6.8)	5.0,(2.8, 6.4)	4.6, (3.8, 5.8, 7.4)	(2.8, 6.2)	4.4,(4.4, 7.0)	5.6,(0.5, 0.88)	0.7 ,
K7	(3.6, 6.8)	5.0,(3.8, 7.2)	5.4, (5.4, 7.0, 8.6)	(5.0, 8.6)	7.0,(6.8, 8.2)	7.2,(0.58, 0.9)	0.76,
K8	(7.8, 9.8)	8.6,(1.6, 5.0)	3.0, (3.8, 4.2, 5.4)	(6.4, 8.6)	7.4,(6.0, 8.6)	7.4,(0.46,0.66,0.84)	
K9	(4.6, 8.4)	6.6,(3.2, 6.8)	5.0, (3.0, 4.0, 5.6)	(5.8, 9.2)	7.8,(4.8, 7.4)	6.0,(0.54, 0.9)	0.74,
K10	(1.4, 3.6)	2.2,(1.4, 3.6)	2.2, (6.2, 7.8, 9.0)	(6.2, 9.4)	8.2,(3.2, 6.4)	4.8,(0.66,0.84,0.94)	

Adım 3: Tablo 4.6' da bulanık karar matrisindeki her bir kritere ilişkin sütundaki bulanık sayıları, doğrudan bu sütunda yer alan en büyük üst sınıra bölerek normalize edilmiş karar matrisi oluşturmuştur. Her bir karar kriteri sütunu için maks(c_{ij})'ler Tablo 4.5' de verilmiştir:

Tablo 4.5. Kriter sütunları için maks(c_{ij})

Kriterler	maks(c_{ij})
K1	10
K2	10
K3	10
K4	9.8
K5	7.8
K6	7.4
K7	8.6
K8	9.8
K9	9.2
K10	9.4

Tablo 4.6 Normalize edilmiş bulanık karar matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5
K1	(0.86, 0.9, 1)	(0.4, 0.54, 0.72)	(0.58, 0.74, 0.9)	(0.66, 0.86, 0.98)	(0.7, 0.78, 0.9)
K2	(0.58, 0.7, 0.84)	(0.44, 0.58, 0.74)	(0.74, 0.82, 0.94)	(0.82, 0.9, 1)	(0.44, 0.62, 0.78)
K3	(0.58, 0.74, 0.88)	(0.86, 0.9, 1)	(0.54, 0.7, 0.86)	(0.54, 0.74, 0.88)	(0.62, 0.78, 0.92)
K4	(0.67, 0.88, 1)	(0.67, 0.84, 0.96)	(0.63, 0.8, 0.94)	(0.33, 0.51, 0.71)	(0.65, 0.76, 0.88)
K5	(0.79, 0.95, 1.13)	(0.85, 0.95, 1.13)	(0.33, 0.59, 0.85)	(0.54, 0.79, 1)	(0.41, 0.64, 0.87)
K6	(0.46, 0.68, 0.92)	(0.38, 0.62, 0.86)	(0.51, 0.78, 1)	(0.38, 0.59, 0.84)	(0.59, 0.76, 0.95)
K7	(0.42, 0.58, 0.79)	(0.44, 0.63, 0.84)	(0.63, 0.81, 1)	(0.58, 0.81, 1)	(0.79, 0.84, 0.95)
K8	(0.8, 0.88, 1)	(0.16, 0.31, 0.51)	(0.39, 0.43, 0.55)	(0.65, 0.76, 0.88)	(0.61, 0.76, 0.88)
K9	(0.5, 0.72, 0.91)	(0.35, 0.54, 0.74)	(0.33, 0.43, 0.61)	(0.63, 0.85, 1)	(0.52, 0.65, 0.8)
K10	(0.15, 0.23, 0.38)	(0.15, 0.23, 0.38)	(0.66, 0.83, 0.96)	(0.66, 0.87, 1)	(0.34, 0.51, 0.68)

Adım 4: Normalize edilmiş karar matrisi ile kriter ağırlıkları çarpılarak ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulmuştur (bkz. Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5
K1	(0.67, 0.83, 0.98)	(0.31, 0.5, 0.71)	(0.45, 0.68, 0.88)	(0.51, 0.79, 0.96)	(0.55, 0.72, 0.88)
K2	(0.34, 0.53, 0.76)	(0.26, 0.44, 0.67)	(0.43, 0.62, 0.85)	(0.48, 0.68, 0.9)	(0.26, 0.47, 0.7)
K3	(0.45, 0.7, 0.88)	(0.67, 0.85, 1)	(0.42, 0.66, 0.86)	(0.42, 0.7, 0.88)	(0.48, 0.73, 0.92)
K4	(0.5, 0.79, 0.98)	(0.5, 0.75, 0.94)	(0.47, 0.72, 0.92)	(0.24, 0.46, 0.7)	(0.48, 0.68, 0.86)
K5	(0.52, 0.8, 1.08)	(0.56, 0.8, 1.08)	(0.22, 0.5, 0.81)	(0.36, 0.67, 0.96)	(0.27, 0.54, 0.84)
K6	(0.23, 0.48, 0.81)	(0.19, 0.43, 0.76)	(0.26, 0.55, 0.88)	(0.19, 0.41, 0.74)	(0.3, 0.53, 0.84)
K7	(0.24, 0.44, 0.71)	(0.26, 0.48, 0.75)	(0.36, 0.62, 0.9)	(0.34, 0.62, 0.9)	(0.46, 0.64, 0.86)
K8	(0.37, 0.58, 0.84)	(0.08, 0.2, 0.43)	(0.18, 0.28, 0.46)	(0.3, 0.5, 0.74)	(0.28, 0.5, 0.74)
K9	(0.27, 0.53, 0.82)	(0.19, 0.4, 0.67)	(0.18, 0.32, 0.55)	(0.34, 0.63, 0.9)	(0.28, 0.48, 0.72)
K10	(0.1, 0.2, 0.36)	(0.1, 0.2, 0.36)	(0.44, 0.7, 0.9)	(0.44, 0.73, 0.94)	(0.22, 0.43, 0.64)

Adım 5-6: Her bir alternatifin bulanık pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları ve yakınlık katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 4.8). Yakınlık katsayılarına göre sıralama yapılarak pozisyon için en uygun aday belirlenmiştir.

Tablo 4.8. Sonuç tablosu

	d_i^+ (Pozitif ideal çözüme olan uzaklık)	d_i^- (Negatif ideal çözüme olan uzaklık)	CC_i (Yakınlık katsayısı)
A1	4.552	6.237	0.578
A2	5.212	5.5	0.513
A3	4.751	6.008	0.558
A4	4.392	6.489	0.596
A5	4.616	6.06	0.568

Adaylar yakınlık katsayılarına göre $A4 > A1 > A5 > A3 > A2$ şeklinde sıralanır. Bu sıralamaya göre pozisyon için en uygun aday "A4" olarak belirlenir.

5. SONUÇ

Bir işletmenin en önemli faaliyetleri arasında insan kaynakları yönetimi gelmektedir. Hızla değişen ve gelişen teknolojiye uyum sağlayabilmek, küreselleşen ekonomide

varlığını koruyarak rekabet avantajı kazanabilmek ancak etkili insan kaynakları yönetimi ile gerçekleşmektedir.

İnsan kaynakları yönetiminin aldığı en önemli kararların başında personel seçimi gelmektedir. Uygun işe, pozisyona uygun personeli seçmek önemli ve oldukça zordur. Çünkü personelin işe uygunluğunu yalnızca teknik ve de bilgi birikimi anlamındaki faktörler değil; kurum kültürüne uyum, takım çalışmasında etkili olması gibi sayısal olarak ölçümlenemeyen faktörler de belirler. Bu durumda nitel ve nicel faktörlerin bir arada değerlendirilmesini gerektiren personel seçimi kararı ancak çok kriterli karar verme yöntemleriyle doğru bir şekilde gerçekleştirilebilecektir.

Bu çalışmada, personel seçimi probleminin çözümü için bulanık ortamda Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Bulanık TOPSIS yöntemi önerilmiştir. Katılım bankacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluşta örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada bankada uzman yardımcısı pozisyonuna çalışacak personele karar verilmiştir. Pozisyon için 5 aday, belirlenen 10 kriter çerçevesinde 5 yönetici tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sözel değişkenlerle yapılmış olup, daha sonra bulanık karar matrisine çevrilmiştir. Kriterlerin de yöneticiler tarafından sözel değişkenlerle ağırlıklandırılması yapılmış olup bulanık ağırlıklandırılmış hale çevrilmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklıkları belirlenerek, her bir aday için yakınsaklık katsayıları hesaplanmıştır. Yakınsaklık katsayısı 0.596 değeri ile A4 kodlu aday en yüksek yakınsaklık katsayısına sahip olmuştur. Yakınsaklık katsayısı en yüksek olduğundan bankada uzman yardımcısı pozisyonuna en uygun personelin A4 kodlu aday olduğuna karar verilmiştir.

İleriki çalışmalarda gerçek hayat koşullarına uygun olarak daha fazla belirsizlik içeren ortamlar için Tip-2 bulanık çok kriterli karar verme metotları (Celik vd.,2015) kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Altan, A.**, (2012), Bir Hizmet Sisteminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Performans Değerlendirme: Bir Özel Hastanede Uygulama(Yüksek Lisans Tezi), Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Balezantis, A., Balezantis, T., Brauers, E.**, (2012), Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA, Expert Systems with Applications 39, 7961–7967.
- Bakan, İ.**, (2014), İnsan kaynakları yönetimi, Gazi kitapevi, Ankara.
- Bali, Ö.**, (2013), Bulanık Boyut Analizi ve Bulanık VIKOR İle Bir ÇNKV Modeli: Personel Seçimi Problemi, KHO Bilim Dergisi, 23(2), 125-149.

- Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J.** (2012), A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051-13069.
- Bilen, H.**, (2009), Bankacılık Sektöründe Personel seçimi ve Performans Değerlendirmesine ilişkin Veri Madenciliği uygulaması (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Boran, F.**, (2009), Personel Seçimi Probleminde Sezgisel Bulanık Küme Uygulaması (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Celik, E., Gul, M., Aydın, N., Gumus, A. T., Guneri, A. F.**, (2015), A comprehensive review of multi criteria decision making approaches based on interval type-2 fuzzy sets, *Knowledge-Based Systems*, 85, 329-341.
- Çetin, C.**, (2014), İnsan Kaynakları Yönetimi, Beta Basım A.Ş., İstanbul.
- Çoban, M.**, (2012), Personel seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve İmalat sanayiinde bir uygulama (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Chen S M, Lee L W.**, (2010), "Fuzzy multiple attributes group decision-making based on the ranking values and the arithmetic operations of interval type-2 fuzzy sets". *Expert Syst. Appl.*, 37(1), 824–833,
- Dağdeviren, M.**, (2007), Personel değerlendirme sürecinin bulanık AHP ile Bütünleşik Modellenmesi, *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25,3.
- Doğan, A., Önder, E.**, (2014), İnsan Kaynakları Temin Ve Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama, *Journal of Yasar University*, 9(34), 5796-5819.
- Dursun, M., Karsak, E.**, (2010), A fuzzy MCDM approach for personnel selection, *Expert Systems with Applications*, 37, 4324–4330.
- Ergeneli, A.**, (2014), İnsan kaynakları yönetimi, Nobel yayıncılık, Ankara.
- Güngör, Z., Serhadlıoğlu, G., Kesen, S.**, (2009), A fuzzy AHP approach to personnel selection problem, *Applied Soft Computing* 9, 641–646, Ankara.
- İstemi, J.**, (2006), Personel Seçiminde Analitik Hiyerarşi Metodunun Kullanılması (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kabak, M., Burmaoğlu, S., Kazançoğlu, Y.**, (2012), A fuzzy hybrid MCDM approach for professional selection, *Expert Systems with Applications* 39, 3516–3525.

- Kankılıç, H.**, (2005), Development of a Fuzzy Decision Making Model for Personnel Selection (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Keçecioglu, T.**, (2006), Stratejik insan kaynakları yönetimi İKY ile rekabetçi avantaj kazanmak, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Kelemenis, A., Askounis, D.**, (2010), A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection, Expert Systems with Applications 37, 4999–5008.
- Köse, E., Aplan, H., Kabak, M.**, (2013), Personel Seçimi İçin Gri Sistem Teori Tabanlı Bütünleşik Bir Yaklaşım, EGE Akademik Bakış, 13(4), 461-471.
- Kücü, H.**, (2007), Promethee Sıralama Yöntemi İle Personel Seçimi Ve Bir İşletmede Uygulaması (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özcan, M.**, (2012), AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Personel Seçimi Sürecindeki Etkililiğinin Karşılaştırılması: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Özkan, Ö.**, (2007), Personel Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: AHP, TOPSIS, ELECTRE Örneği (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Petrescu, M., Burtavarde, V., Mihaila, T., Mihaela, A.**, (2015), Situational Judgments Tests – a fact in call center personnel selection, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 187, 762-766.
- Sang, X., Liu, X., Qin, J.**, (2015), An analytical solution to fuzzy TOPSIS and its application in personnel selection for knowledge-intensive enterprise Xiuzhi, Applied Soft Computing 30, 190–204.
- Şener, T.**, (2011), Personel Seçimi Probleminde Analitik Hiyerarşi Prosesi: Tekstil Sektörü İçin Örnek Uygulama (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Tortop, N.**, vd., (2013), İnsan kaynakları yönetimi, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Ünal, Ö.**, (2011), Journal of Alanya Faculty of Business / Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 3(2), 1-20.
- Yaraloğlu, K.**, (2004), Uygulamada karar destek yöntemleri, İlkem Ofset, İzmir.
- Yıldırım, B.**, vd., (2015), İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler İçin Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Bursa Basım Yayın, Bursa.
- Zhang, S., Lui, S.**, (2011), A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection, Expert Systems with Applications 38, 11401–11405.

Araştırma Makalesi

HAMMADDE VE RENK TABANLI ÇİZELGELEME VE BİR ELEKTROTEKNİK FABRİKASINDA UYGULAMASI*

Berk ÖZER^{1*}

Mustafa KÖKSAL²

¹Istanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Turkey
berkozer130@gmail.com

²Istanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fak. Endüstri Mühendisliği Böl., İstanbul Turkey
mkoksal@ticaret.edu.tr

Öz

Bu çalışmada, elektroteknik ürünler üreten bir fabrikada yer alan enjeksiyon makinesinden alınan bir haftalık verilerle, tek makine için mevcut sıralama ve çizelgeleme metotlarının kullanımı ile hammadde ve renk matrisi oluşturularak yapılan bir çizelgelemenin sonuçları karşılaştırılmıştır. Ele alınan problem sıra bağımlı ve hazırlık zamanlıdır. Metotlar arasındaki karşılaştırmalar LEKIN programından yararlanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda hammadde ve renge bağlı bir sıralama ve çizelgeleme yöntemi oluşturulmuştur. Bu metodun literatüre yerleşmesi ve kullanım kolaylığı açısından CB-SPT (Color Based Short Processing Time/Renk Tabanlı En kısa İşlem Süresi) olarak ifade edilmesi uygun görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hammadde ve renk, tek makineli çizelgeleme, üretim planlama.

Research Article

MATERIAL AND COLOR BASED SCHEDULING AND IMPLEMENTATION IN THE ELECTROTECHNICAL FACTORY

Abstract

In this study, a weekly data collected from the injection molding machine in an electrotechnical factory has ensured the comparisons between the use of the current sequencing and scheduling methods for a single machine and the results of the schedule made by forming a raw material and colour matrix. Our problem is that we received and handled as preparation time dependent. The program LEKIN is used to make comparisons between the methods. As a result of study this is achieved the sequencing and scheduling method depending on the raw material and color. To remember easily and for the sake of practicality, we named this method CB-SPT (Color Based Short Processing Time) in the article.

Keywords: Raw materials and colors, single machine scheduling, production planning.

* Received / Geliş tarihi: 08/11/2016

*Corresponding Author/ Sorumlu Yazar:

Accepted / Kabul tarihi: 19/12/2016

berkozer130@gmail.com

1. GİRİŞ

Çizelgeleme ve sıralama problemleri, 50 yılı aşkın süredir her alanda akademisyenler ve uygulayıcılar tarafından yapılan araştırmalara konu olmuştur. Çizelgeleme üzerine yapılan ilk çalışmalar basit atölye tipi problemleri, akış tipi problemleri, atama problemleridir (Zeydan, 2006). Çizelgeleme problemleri çizelgelemenin detaylarından ötürü genellikle komplekstir. Bu detaylar, hazırlık kısıtları, öncelikler, öncelik ilişkileri, zaman kısıtları ve kaynak kısıtları olarak gruplandırılmıştır (Burkan, 1999). Çizelgeleme, birçok hizmet ve üretim sektöründe devamlı kullanılan bir karar verme sürecidir. Belirli bir zaman aralığında, kaynakların görevlere ayrılması ile ilgilenmekte ve bir veya daha fazla amacı en uygun hale getirmeye çalışmaktadır (Pinedo, 2008). Çizelgelemedeki amaç, makinelerdeki işlerin çalışmalarını ve performans ölçülerini optimize edecek şekilde bir zaman programına oturtmaktır (French, 1982). Çizelgeleme problemleri fabrika ve atölyelerdeki makine parkurlarına göre genel olarak esnek atölye tipi, atölye tipi, esnek akış tipi, akış tipi, paralel makine ve tek makine şeklinde sınıflandırılmıştır. (Pinedo, 2008). Allahverdi 1999 yılında, hazırlık zamanlarının konu edildiği çizelgeleme problemlerine ilişkin geniş bir literatür araştırması yapmıştır. Allahverdi'nin bu araştırmalarında sıra bağımlı ya da sıra bağımsız hazırlık zamanları olan ve atölye tipi, akış tipi, paralel makineler veya tek makine olarak sınıflandırılan makine parkurları hakkında bilgiler yer alır (Allahverdi, 1999). Yine bu araştırmaların devamı niteliğinde, Allahverdi 2008 yılında aynı şekilde 1999-2008 yılları arasındaki hazırlık zamanı olan çizelgeleme problemlerini incelemiştir (Allahverdi, 2008). Detaylı bir literatür taraması yapabilmek için bu çalışmalara bakılması gerekmektedir. Çizelgeleme problemleri kombinatoriyal optimizasyon problemleri sınıfında olduğu için en iyi çözümleri bulmak belirli bir boyuttan sonra çok daha zor olmuştur. Bu yüzden genellikle, tek ölçütlü ve küçük boyutlu problemler için optimal çözümlerde bulunulur (Eren ve Güner, 2002). Problemlerin boyutları büyüdükçe zorlukları da üstel olarak artmaktadır; problemler de polinom zamanda çözülebilen P sınıfından (tamsayı programlama yöntemleri), üstel zamanda çözülebilen NP (sezgisel yöntemler) sınıfına geçmektedir (French, 1982). Çizelgeleme problemlerinin birçoğunda uygulanan bu kavramın yararı, büyük çapta NP problemlerini çözme ihtiyacı ile karşılaşıldığında, eldeki yöntemler ile en uygun çözümlerin bulunamayabileceğinin bilinmesi olmuştur. Bu nedenle en uygun çözümü garanti etmeyen ama daha az hesaplama gerektiren sezgisel çözüm yöntemlerinden faydalanmak çok daha etkilidir. NP çözümleri, mantıklı olan herhangi bir sıralama ile atölyede işi yapmanın, problemi kullanabileceğimiz en hızlı bilgisayarda en uygun olarak çözmekten daha kısa sürdüğünü ortaya çıkarmıştır. Problemler klasik çizelgeleme teorisinde ilk olarak matematiksel olarak modellendikten sonra en uygun sonucu veren algoritmalarla, ya da sezgisel yöntemler yardımı ile çözülür (Aktel ve Yenisey, 2014). Bu nedenle, sezgisel yöntemlere başvurmak uygulamada bir istisna yerine kural olarak kabul edilir (Baker, 2009).

Üretim planlaması yapılırken, genellikle önce tek makineli problemlere odaklanılır. Bunun birçok sebebi vardır. Tek makineli çizelgeleme problemlerini analiz edip

kavradıktan sonra çoklu makine problemleri daha iyi anlaşılabilir. Gerçek hayatta sıkça rastlanan problemlerin de birçoğunun tek makinelerde yaşanan darboğazlardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu sebeplerden dolayı, üretim planlama tek makineye yönelme ihtiyacı duymuştur (Feldman ve Biskup, 2003). Çokça kullanılan ve önemli sezgisel (heuristic) kurallardan bazıları, LPT (En uzun işlem süresi), FCFS (İlk gelen ilk servis görür), EDD (En erken teslim süresi) ve SPT (En kısa işlem süresi) kurallarıdır. SPT sezgiseli, ortalama akış süresini en küçükmek için en çok tercih edilen, basit ve en eski kurallardan birisi olarak kabul edilir (Blackstone, Philips ve Hogg, 1982; Haupt, 1989).

Üretim çizelgesi, işletmelerde mamullerin üretilmesi veya yapılması gereken faaliyetlerin yerine getirilmesi için sıralama ve zaman açısından yapılan plana denilmektedir. Birçok atölye ve fabrikaların süreçlerde önemli karar verme mekanizması ve üretim planlamasının en önemli parçası üretim çizelgelemidir (Pinedo, 1999). Çizelgeleme, hizmet ve üretim sistemlerinde operasyon faaliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Etkili ve çok iyi yapılmış bir çizelgeleme, şirketlerin pazar hacmini ve müşteri memnuniyetini arttırmasında gelecekte önemli bir faktördür (Nahmias, 2001).

Bir ürünün üretimini yapabilmek için tezgâh, süreç veya makineler üzerinde yapılan işe hazırlama faaliyetleri veya kurulum (setup) denilmektedir. Bu faaliyetler ihtiyaç duyulan ekipmanların tespit edilmesi, temin edilmesi, ayarlanması, takılmasından oluşur. Hazırlık işlemleri problemleri literatürde iki sınıfta ele alınmıştır. Birincisinde, hazırlıklar sadece işlem göreceğe işe bağlı olup sıra-bağımsız hazırlık zamanlı olarak ifade edilir. İkincisinde ise hazırlık, hem o anda işlem göreceğe işe hem de bir önceki işe bağlıdır. Bu durum ise sıra-bağımlı hazırlık zamanlı olarak ifade edilir (Özçelik ve Saraç, 2009). Matbaa endüstrisi sıra-bağımlı hazırlık zamanlı uygulamalara örnek olarak verilebilir. Burada makinenin hazırlanması ve temizlenmesi, kâğıdın özelliğine, boyutuna ve en son kullanılan mürekkep rengine bağlıdır. Bunun dışında metal, ilaç ve kimya endüstrilerinde de sıra-bağımlı hazırlık zamanlı uygulamalara çokça rastlanılmaktadır (Yang ve Liao, 1999). Bu çerçevede plastik enjeksiyon makinelerinin çizelgelemesi problemleri de renk bazında matbaa problemlerine benzemektedir. Enjeksiyonlarda plastik parça üretiminde, koyu renkli bir parçadan sonra açık renkli bir parça üretimi çizelgelendiğinde ya da bazı özellikli hammaddelerin, farklı yapıdaki hammaddelerden sonra kullanılması gerektiğinde hazırlık süreleri fazlaca uzayabilmektedir (Saraç ve Sipahioğlu, 2009). Bu çalışmada tek makineli sıra-bağımlı hazırlık zamanlı çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Ele alınan ölçütler hammadde ve renktir. Çalışmanın sonucunda hammadde ve renge bağlı bir sıralama ve çizelgeleme metoduna ulaşılmıştır. Hammadde, renk ve SPT'yi bir arada kullandığımız bu çizelgeleme metodu CB-SPT (Color Based Short Processing Time/Renk Tabanlı En kısa İşlem Süresi) olarak tanımlanmıştır.

2. CB-SPT METODUNUN LİTERATÜRE KATKISI

En çok kullanılan mevcut sıralama ve çizelgeleme metotları için literatür incelediğinde LPT ve SPT metodunun çizelgeleme problemlerini işlem süresi açısından değerlendirdiği, FCFS metodunun sipariş geliş sırasına göre problemleri ele aldığı, EDD metodunun ise problemleri siparişlerin teslimat sırasına göre incelediği sonucuna ulaşılır. Plastik enjeksiyon üretimlerinin çizelgelemesi, literatürdeki metotların bakış açısından farklılıklar arz etmektedir. Plastik üretiminin diğer üretimlerden farkı, içerisinde hammadde ve renk parametrelerini barındırmasıdır. Bunun nedeni tek makinede sırasıyla farklı parçalar üretilmek istendiğinde, üretilen sıradaki parçanın renkleri veya hammaddeleri değiştiği zaman istenilen kalite standartlarına uygun olması beklenir. Bu uygunluğun sağlanabilmesi için makinelerin enjeksiyon kısmında bir önceki üretilen parçaya ait renk ve hammadde kalıntılarının temizlenmesi gerekir. Bu işleme kusturma işlemi denilmektedir. Üretilmek istenen sıradaki parçalar kalite standartlarına ulaşmaya kadar kusturma işlemi devam eder. Bu işlem sırasında üretilen parçalar kalite standartlarına uygun olmadığı için hem zaman hem de malzeme açısından kayıp kabul edilir. Bu nedenle kusturma işleminin en hızlı sürede tamamlanması istenir. Açık renkten koyu renge geçilmesi veya aynı hammadde ile üretime devam edilmesi kusturma işleminin zamanını kısaltır; fakat koyu renkten açık renge geçilmesi veya farklı hammadde ile üretime devam edilmesi ise kusturma işleminin süresini oldukça uzatır. Kusturma işleminin kısa sürede tamamlanması istendiği için yapılması gereken en önemli kısım, siparişlerin üretimlerinde açık renkten koyu renge doğru gidilmesi ve aynı hammaddeye sahip olan siparişlerin bir arada toplanmasıdır. CB-SPT metodunun mevcut sıralama ve çizelgeleme metotlarından farkı plastik üretiminin hammadde ve renk parametrelerini dikkate alarak bir çizelgeleme oluşturmasıdır. Bu çizelgeleme metodunun plastik enjeksiyon üretimlerinde daha verimli olduğu görülmüştür.

3. PROBLEMİN TANIMI VE METODOLOJİ

Bu çalışmada hazırlık zamanlı tek makineli sıra-bağımlı çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Rastgele seçilen 13 siparişin yer aldığı bir haftada, aşağıdaki tablo 1 verileri elde edilmiştir. Bu veriler öncelikle SPT, LPT ve FCFS yöntemlerine göre hammadde ve renk durumuna dikkat edilmeden çözülmüştür. Daha sonra hammadde ve renk durumuna dikkat edilerek CB-SPT metoduna göre tekrar çözülmüştür. Çalışmanın yapıldığı firma Emas A.Ş.'de plastikhane mesai saatleri pazartesi saat 07.50'den cuma saat 17.50'ye kadar gece-gündüz vardiyalı olarak kesintisiz devam etmektedir. Toplam çalışma süresi 106 saattir.

Tablo 1: Gelen Siparişler

	Parça	Hammadde ve Renk	t=Çevrim Süresi(sn.)	q=Sipariş Miktarı(ad)	txd=Toplam Fiili Süre(dk.) (KBS* dâhil)
1	A	PA66-SİYAH	7,65	2000	315
2	B	PA66-ŞEFFAF	3,78	15000	1005
3	C	PBT-ŞEFFAF	1,30	9000	255
4	D	PA6-ŞEFFAF	4,02	15000	1065
5	E	PA6-SİYAH	3,60	3000	240
6	F	PA6-SİYAH	2,40	3000	180
7	G	PA66-KIRMIZI	1,10	30000	610
8	H	POM-MAVİ	5,60	1500	200
9	I	POM-SARI	3,96	5000	390
10	J	POM-SARI	4,02	10000	730
11	K	TERMOKAUÇUK-SİYAH	2,16	5000	240
12	L	TERMOKAUÇUK-ŞEFFAF	3,60	3000	240
13	M	UREA-ŞEFFAF	4,40	1500	170

KBS*: Kalıp Bağlama ve Sökme Süresi(60 dakika)

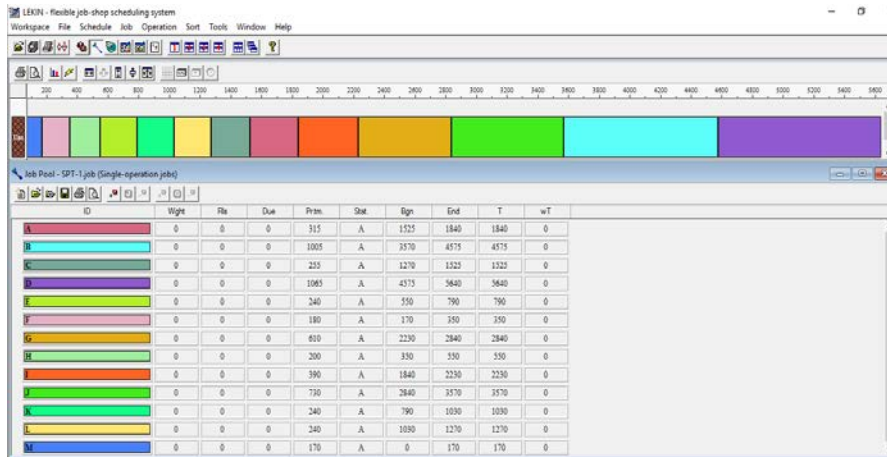
Kaynak: (EMAS A.Ş, 2016)

3.1. SPT Kuralına Göre Çözüm

SPT kuralına göre, gelen siparişler LEKIN programı kullanılarak çözülmüştür.

Sıralama: M-F-H-E-K-L-C-A-I-G-J-B-D

SPT kuralı çizelgeleme problemlerini işlem süresi açısından değerlendirir. SPT kuralı, en kısa işlem süresinden en uzun işlem süresine doğru çizelgeleme yapmaktadır.



Şekil 1: SPT LEKIN Çözümü

Tablo 2: Hammadde Renk Den-Ye (from-to) Matrisi

From \ To	PA66-SİYAH	PA66-KIRMIZI	PA66-ŞEFFAF	PA6-SİYAH	PA6-ŞEFFAF	PBT-ŞEFFAF	POM-MAVİ	POM-SARI	TERMO KAUCUK-SİYAH	TERMO KAUCUK-ŞEFFAF	UREA-ŞEFFAF
PA66-SİYAH	KBS*	KBS+120	KBS+120	KBS+60	KBS+120	KBS+120	KBS+120	KBS+120	KBS+60	KBS+120	KBS+120
PA66-KIRMIZI	KBS+30	KBS	KBS+30	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60
PA66-ŞEFFAF	KBS+30	KBS+30	KBS	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60
PA6-SİYAH	KBS+60	KBS+120	KBS+120	KBS	KBS+120	KBS+120	KBS+120	KBS+120	KBS+60	KBS+120	KBS+120
PA6-ŞEFFAF	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+30	KBS	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60
PBT-ŞEFFAF	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60
POM-MAVİ	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS	KBS+30	KBS+60	KBS+60	KBS+60
POM-SARI	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+30	KBS	KBS+60	KBS+60	KBS+60
TERMO KAUCUK-SİYAH	KBS+60	KBS+120	KBS+120	KBS+60	KBS+120	KBS+120	KBS+120	KBS+120	KBS	KBS+120	KBS+120
TERMO KAUCUK-ŞEFFAF	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+30	KBS	KBS+60
UREA-ŞEFFAF	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS+60	KBS

KBS* : Kalıp Bağlama ve Sökme Süresi(60 dakika)

NOT: Sayılar dakika cinsindedir.

Kaynak: (EMAS A.Ş, 2016)

LEKIN programıyla bulduğumuz sıralamanın sonucuna hammadde renk matrisindeki değerleri ekleyip bakıldığında makespan 6540 dakika (109 saat) olarak bulunmuştur. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere bir haftalık 106 saat olan çalışma süresi 3 saat aşımıştır. Maksimum gecikme süresi 6540 dakikadır ve toplam gecikme süresi ise 32500 dakikadır.

Tablo 3: SPT Çözümüne Hammadde Renk Matrisindeki Değerlerin Eklenmesi

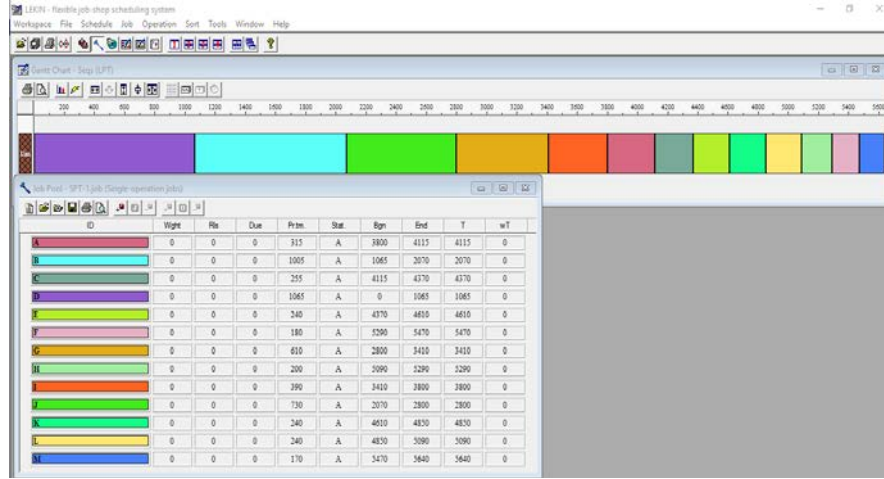
	M	F	H	E	K	L	C	A	I	G	J	B	D
BAŞLANGIÇ	0	170	410	730	1030	1330	1690	2005	2380	2890	3560	4350	5415
TOPLAM FİİLİ SÜRE(dk.)	170	240	320	300	300	360	315	375	510	670	790	1065	1125
BİTİŞ	170	410	730	1030	1330	1690	2005	2380	2890	3560	4350	5415	6540

3.2. LPT Kuralına Göre Çözüm

LPT kuralına göre, gelen siparişler LEKIN programı kullanılarak çözülmüştür.

Sıralama: D-B-J-G-I-A-C-L-K-E-H-F-M

LPT kuralı çizelgeleme problemlerini işlem süresi açısından değerlendirir. LPT kuralı, en uzun işlem süresinden en kısa işlem süresine doğru çizelgeleme yapmaktadır.



Şekil 2: LPT LEKIN Çözümü

LEKIN programıyla bulduğumuz sıralamanın sonucuna hammadde renk matrisindeki değerleri ekleyip bakıldığında makespan 6510 dakika (108,5 saat) olarak bulunmuştur. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere bir haftalık 106 saat olan çalışma süresi 2,5 saat aşılmıştır. Maksimum gecikme süresi 6510 dakikadır ve toplam gecikme süresi ise 57770 dakikadır.

Tablo 4: LPT Çözümüne Hammadde Renk Matrisindeki Değerlerin Eklenmesi

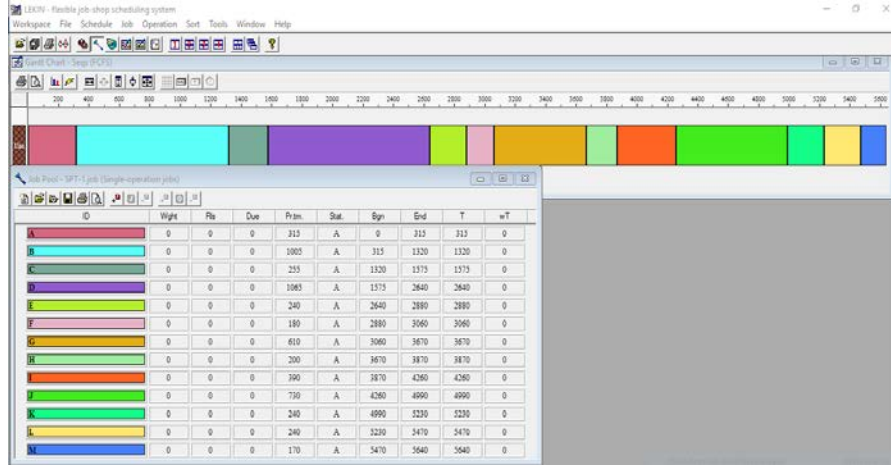
	D	B	J	G	I	A	C	L	K	E	H	F	M
BAŞLANGIÇ	0	1065	2130	2920	3590	4040	4415	4790	5090	5360	5660	5980	6220
TOPLAM FİİLİ SÜRE(dk.)	1065	1065	790	670	450	375	375	300	270	300	320	240	290
BİTİŞ	1065	2130	2920	3590	4040	4415	4790	5090	5360	5660	5980	6220	6510

3.3. FCFS Kuralına Göre Çözüm

FCFS kuralına göre, gelen siparişler LEKIN programı kullanılarak çözülmüştür.

Sıralama: A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M

FCFS kuralı çizelgeleme problemlerini sipariş geliş sırasına göre inceler. FCFS kuralı, ilk gelen siparişi ilk son gelen siparişi son teslim edecek şekilde çizelgeleme yapmaktadır.



Şekil 3: FCFS LEKIN Çözümü

LEKIN programıyla bulduğumuz sıralamanın sonucuna hammadde renk matrisindeki değerleri ekleyip bakıldığında makespan 6360 dakika (106 saat) olarak bulunmuştur. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere bir haftalık 106 saat olan çalışma süresi hiç aşılmamıştır. Maksimum gecikme süresi 6360 dakikadır ve toplam gecikme süresi ise 49720 dakikadır.

Tablo 5: FCFS Çözümüne Hammadde Renk Matrisindeki Değerlerin Eklenmesi

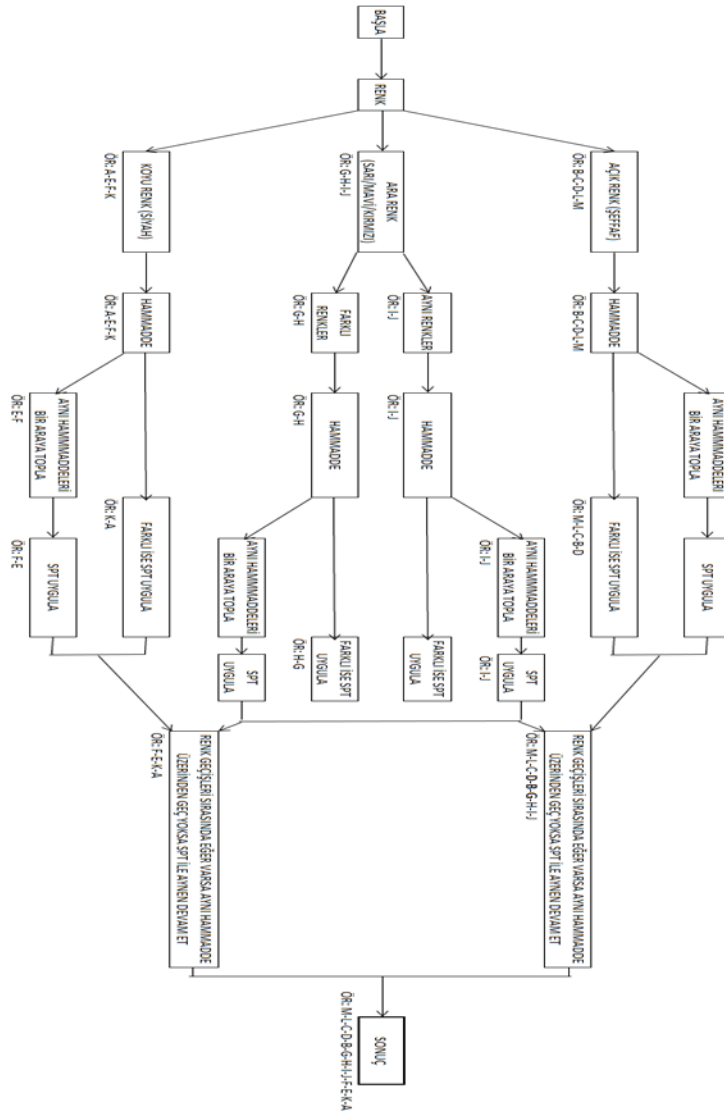
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
BAŞLANGIÇ	0	315	1440	1755	2880	3150	3330	4060	4320	4740	5470	5770	6130
TOPLAM FİİLİ SÜRE(dk.)	315	1125	315	1125	270	180	730	260	420	730	300	360	230
BİTİŞ	315	1440	1755	2880	3150	3330	4060	4320	4740	5470	5770	6130	6360

3.4. CB-SPT Kuralına Göre Çözüm

Hammadde ve renk durumuna dikkat edilerek (tablo 2 deki hammadde-renk matrisine bakılarak); hammadde, renk ve SPT bir arada düşünülerek CB-SPT kuralına göre yaptığımız çözümde ise makespan 6180 dakika (103 saat) olarak bulunmuştur. Bu algoritmaya göre siparişlerin üretimlerinde açık renkten koyu renge doğru gidilmesi gerekir. Bunun nedeni plastik enjeksiyon makinelerinde açık renkten koyu renge geçmek kolaydır; fakat koyu renkten açık renge geçmek oldukça zordur. Hem çok zaman alır hem de renk geçişi sırasında çok fazla malzeme israf edilir. Algoritmamızda ikinci bakmamız gereken önemli kısım aynı hammaddeye sahip olan siparişlerin bir arada toplanmasıdır. Üçüncü ve son bakmamız gereken kısım ise en kısa işlem süresine (SPT) sahip olanlardır.

3.5. CB-SPT Algoritması Prosedürü

- 1-Renkler bak. Açık, ara ve koyu renk diye ayır. Aynı renk grubunda olanları peşi sıra getir.
- 2-Aynı renk grubu içerisindeki hammaddelere bak. Aynı hammaddeden olanları peşi sıra getir ve SPT uygula. Farklı hammaddeden olanlara direk SPT uygula.
- 3-Renk geçişleri sırasında varsa aynı hammadde üzerinden geç; yoksa SPT uygula. Sonuçları göster.



Şekil 4: CB-SPT Algoritmasının Akış Diyagramı

Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere bu çözüm bir haftalık 106 saat olan çalışma süresinden 3 saat daha erken bitmiştir. Maksimum gecikme süresi 6180 dakikadır ve toplam gecikme süresi ise 45875 dakikadır.

Tablo 6: CB-SPT Çözümü

	M	L	C	D	B	G	H	I	J	F	E	K	A
BAŞLANGIÇ	0	170	470	785	1910	2975	3615	3875	4295	5025	5265	5505	5805
TOPLAM FİİLİ SÜRE(dk.)	170	300	315	1125	1065	640	260	420	730	240	240	300	375
BİTİŞ	170	470	785	1910	2975	3615	3875	4295	5025	5265	5505	5805	6180

Tablo 7: Sonuçların Karşılaştırılması

METOTLAR	Maximum Gecikme Süresi(dk.)	Toplam Gecikme Süresi(dk.)
SPT	6540	32500
LPT	6510	57770
FCFS	6360	49720
CB-SPT	6180	45785

4. SONUÇ

Bu yaptığımız çalışma sonucunda, elektroteknik ürünler üreten bir fabrikada bulunan plastik enjeksiyon makinesinden alınan bir haftalık verilerle, tek makine için sıralama metotlarından en verimli sonuçları veren SPT'nin kullanımındaki çözüm ile LPT'nin kullanımındaki çözüm, FCFS'nin kullanımındaki çözüm ve hammadde, renk ve SPT'nin bir arada düşünülerek yaptığımız CB-SPT çözümündeki sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada SPT ve LPT çözümleri sonucunda çıkan sıralamalara hammadde renk matrisindeki değerler eklendiği zaman bir haftalık çalışma süresi olan 106 saat aşılırsa, 13 sipariş sırasıyla 109 saatte ve 108,5 saatte tamamlanabilmiştir. FCFS çözümü sonucunda çıkan sıralamaya hammadde renk matrisindeki değerler eklendiği zaman ise 106 saat olan çalışma süresi hiç aşılmamıştır ve 106 saatte tamamlanmıştır. Ancak hammadde, renk ve SPT'yi bir arada düşünerek yaptığımız CB-SPT çözümünde ise ortaya çıkan sonuçta 13 sipariş 3 saat daha erken olarak 103 saatte bitirilmiştir. Sonuç olarak plastik enjeksiyon üretimlerinin çizelgelemesinde kullanılan SPT, LPT veya FCFS gibi diğer çözüm metotlarının yanı sıra, hammadde renk matrisindeki değerleri de dikkate alarak yapılan CB-SPT çözüm metodunun uygulanmasının daha verimli olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Aktel A., Yenisey M.**, (2014), Melez Akış Tipi Çizelgeleme Problemi İçin Bir Genetik Algoritma, Kara Harp Okulu Bilim Dergisi Cilt 24, Sayı 2, 61-82. ISSN (Basılı) : 1302-2741 E-ISSN: 2148-4945.
- Aldowaisan T., Jatinder N.D. Gupta, Allahverdi A.**, (1999), OMEGA - International Journal of Management Science, A review of scheduling research involving set-up consideration, 27: 219-239.
- Biskup D., Feldman M.**, (2003), "Single Machine Scheduling for Minimizing Earliness and Toplam gecikme süresi Penalties by Meta Heuristic Approaches", Computers and Industrial Engineering, 44, 2, 307-323.
- Burkan S.**, (1999), "A Genetic Algorithm Approach to Job-Shop Scheduling", Ph.D, Industrial Engineering, Cleveland State University.
- Chao X., Pinedo M.L.**, (1999), "Operations Scheduling with Applications in Manufacturing and Services", Mc Graw Hill.
- French S.**, (1982), "Sequencing and Scheduling, an Introduction to the Mathematics of the Job Shop", Ellis Horwood, Chichester.
- Güner E., Eren T.**, (2002), Tek ve Paralel Makineli Problemlerde Çok Ölçütlü Çizelgeleme Problemleri İçin Bir Literatüre Taraması, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 17(4), 37-69.
- Haupt R.**, (1989), "A Survey of Priority Rule Based Dispatching", O.R. Spektrum, 11, 3-16.
- Hogg G.L., Phillips D.T., J.H. Blackstone**, (1982), "A State of Art Survey of Dispatching Rules for Manufacturing Job Shop Operations", International Journal of Production Research, 20, 27-45.
- Lekin**, <http://web-static.stern.nyu.edu/om/software/lekin/download.html>, (2016).
- Liao C.J., Yang Wei-Hsiung**, (1999), "Survey of scheduling research involving setup times", International Journal of Systems Science, 30 (2): 143–155.
- Mikhail Y. Kovalyov, T.C.E. Cheng, C.T. Ng, Allahverdi A.**, (2008), A Survey of Scheduling Problems With Setup Times or Costs, European Journal of Operational Research, 187, 985-1032.
- Nahmias S.**, (2001), "Production and Operations Analysis", 4th Edition, Mc Graw Hill.
- Özçelik F., Saraç T.**, (2009), Sıra Bağımlı Hazırlık Süreli İki Ölçütlü Tek Makine Çizelgeleme Problemi İçin Sezgisel Bir Çözüm Yöntemi, Endüstri Mühendisliği Dergisi ÜAS Özel Sayısı Cilt: 22 Sayı: 4 Sayfa: (48-57).
- Pinedo M.L.**, (2008), Scheduling: Theory, Algorithms and Systems, 3rd Ed., Springer, New York, 2008.

Saraç T., Sipahioğlu A., (2009), Plastik Enjeksiyon Makinalarının Çizelgenmesi Problemi, MMO Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt:20, Sayı: 2, 2-14.

Trietsch D., Kenneth R. Baker, (2009), Principles of Sequencing and Scheduling, Wiley, New Jersey.

Zeydan M., (2009), Maliyet Tabanlı Çizelgeleme Ve Bir Mobilya Fabrikasında Uygulaması, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 1.

Araştırma Makalesi

**İKİ DÜZEYLİ OLASILIK MODELLERİNDE KLASİK VE META
SEZGİSEL OPTİMİZASYON TEKNİKLERİNİN PERFORMANSI
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA***

Özge AKKUŞ^{1*} Emre DEMİR²

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Muğla Türkiye
ozge.akkus@mu.edu.tr

²Hitit Üniversitesi, Tıp Fak., Biyoistatistik Böl., Çorum, Türkiye
emredemir@hitit.edu.tr

Öz

Bağımlı değişkenin kategorik olduğu durumda, model parametrelerinin tahmininde kullanılan geleneksel yöntem, En Çok Olabilirlik Tahmin Edicisi (EÇOTE)'dir. Bu yöntemde olabilirlik eşitliklerinin çözümünde, klasik Newton-Raphson (NR) algoritması kullanılmaktadır. Ancak bu algoritma olabilirlik fonksiyonunun diferansiyellenebilir özellikte olduğu durum için uygundur. Bu çalışmada, iki düzeyli bağımlı değişken modellerinde klasik optimizasyon yöntemlerinin uygulanabilmesi için gerekli olan varsayımların sağlandığı durumda optimal parametre tahminlerine ulaşabilmek için NR algoritmasına alternatif olan Genetik Algoritma (GA) yaklaşımının etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, ilk olarak Alopecia hastalığı verisi kullanılmıştır. Gerçek veri uygulamasına ek olarak yapay bir veri kümesi üzerinden elde edilen sonuçlar da sunulmuştur. Son olarak, yöntemlerin Matlab program kodları ve açıklamaları ayrıntılı bir biçimde verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Genetik algoritma, lojistik regresyon, optimizasyon, parametre tahmini, Newton-Raphson.

Research Article

**A STUDY ON THE PERFORMANCE OF THE CLASSICAL AND META
HEURISTIC OPTIMIZATION TECHNIQUES IN PROBABILITY MODELS WITH
TWO LEVELS**

Abstract

The traditional method in the parameter estimation when we study with a categorical dependent variable is the Maximum Likelihood Estimator (MLE). In this method, the classical Newton-Raphson (NR) algorithm is used in the solution of the obtained likelihood equations. However, this algorithm is suitable when the likelihood function is differentiable. In this study, the efficiency of the Genetic Algorithm approach (GA), alternative to the NR algorithm, is investigated for obtaining the optimal parameter values when the required assumptions for the classical optimization techniques are satisfied in the binary dependent variable models. For this purpose, first, data related to the Alopecia disease is used. In addition to the real data application, the simulated data results are also presented. Finally, the Matlab commands and their explanations are given in detail.

Keywords: Genetic algorithm, logistic regression, optimization, parameter estimation, Newton-Raphson.

*Received / Geliş tarihi: 12/10/2016

*Corresponding Author/ Sorumlu Yazar:

Accepted / Kabul tarihi: 16/12/2016

ozge.akkus@mu.edu.tr

1. GİRİŞ

Doğrusal olmayan bir fonksiyonun optimum değerlerinin bulunabilmesi için iteratif olarak çözüme ulaşan yöntemlerin başında Newton Raphson, Regula-False, Secant Metodu, Bisection (yarılama) metodu, En Dik İnme yöntemleri gelmektedir. Bütün bu sayısal analiz yöntemlerinde az sayıda iterasyon ve en az hatayla doğru sonuca ulaşmak temel hedeftir. Bu yöntemler, bazı karmaşık problemlerin çözümlerinin içerdikleri işlemsel yük, tekrarlamalı hesaplamalar ve uzun zaman ihtiyacı nedeni ile çoğu zaman bilgisayar kullanılmasını gerektirirler. Literatürde yaygın olarak kullanılan türev kullanmayan sezgisel optimizasyon tekniklerinden bazıları ise; Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritma, Parçacık Sürü Optimizasyonu, Kuş Sürüsü Optimizasyonu ve Nelder-Mead Algoritmasıdır.

Genetik Algoritma (GA), evrimsel süreçleri kullanarak probleme ait en iyi çözümü bulan bir yapay zeka tekniğidir. Charles Darwin'in evrim teorisinden etkilenilerek geliştirilen GA, evrim alanlarındaki araştırmalara öncülük eden Rechenberg (1973) tarafından, "evrim stratejileri" adlı çalışmasında tanıtılmış, John Holland (1975) tarafından geliştirilmiş ve 1989 yılında Goldberg'in yayınladığı "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning" kitabı ile popülerlik kazanmış bir meta-sezgisel (meta-heuristic) algoritmadır. Yöntemin mühendislik, İstatistik, İşletme, Ekonomi, ve Kimya alanlarında yapılan uygulamalarında detaylıca incelendiği görülmektedir (Karr ve Freeman, 1999).

Bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, bağımlı değişkenin sürekli olduğu regresyon modellerinde parametre tahmininde GA'nın başarısının tartışıldığı görülmektedir (Altunkaynak ve Esin, 2004). Bu çalışmada ise, kategorik bir bağımlı değişkenin yer aldığı modellerde GA'nın parametre tahminindeki başarısı, klasik NR algoritmasına göre üstün ya da eksik yönleri ve GA'nın Matlab'da uygulama adımları ve açıklamalarına ayrıntılı bir biçimde yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Genetik algoritma ile ilgili yapılmış olan güncel çalışmalar kronolojik olarak aşağıda listelenmiştir.

Koh vd. (2008), yaptıkları medikal araştırmada ters ilaç reaksiyonu değerlendirme sistemi için bir olasılık skorlama sisteminin yapılandırılmasında genetik algoritma yaklaşımını kullanmışlardır. Yeni kurulan sistemin %83.8 oranında başarılı sinyaller verdiği gözlenmiştir.

Liu ve Ong (2008), pazarlama segmentasyonu için yapılması gerekli olan kümeleme analizinin başarılı sonuçlar verebilmesi için en etkin değişkenleri ve küme sayılarını belirlemek amacıyla genetik algoritma yaklaşımını kullanmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde bulunan küme sayısı dikkate alındığında ve değişkenler belirlendiğinde genetik algoritmanın global optimum noktaları bulmada son derece başarılı olduğu görülmüştür.

Hadi ve Gonzalez-Andujar (2009), termal zamanın bir fonksiyonu olarak bitkilerin fidelenme zamanını doğrusal olmayan regresyon ve genetik algoritma ile tahmin etmeye çalışmışlardır. Varsayımlarının esnekliği ve diğer avantajları dikkate alındığında genetik algoritmanın daha etkili bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

Babaoğlu vd. (2010), parçacık sürü optimizasyonu ve genetik algoritmanın etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında koroner arter hastalığı ile ilgili bir veri kümesi kullanmışlardır.

Meng ve Weng (2011) tarafından yapılan çalışmada, çalışma bölgesinin riskini değerlendirmek amacıyla genetik algoritma yaklaşımı ve lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Sonuçlar, tahminin doğruluğu bakımından genetik algoritma yaklaşımının iki düzeyli lojistik regresyona göre daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur.

Johnson vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada Alzheimer hastalığının tanısında hastalığın süresinin tahmininde lojistik regresyon ve genetik algoritma yaklaşımlarını kullanmışlardır.

Gordini (2014), İtalya'da kobilerin iflas etme ihtimallerini tahmin etmeye çalıştıkları araştırmalarında genetik algoritma, lojistik regresyon ve destek vektör makineleri ile elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Genetik algoritma yaklaşımının önemli ölçüde başarılı sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Lee ve Kim (2015) yaptıkları çalışmalarında ters yüzey radyasyon problemleri için parçacık sürü optimizasyonu ve genetik algoritma yaklaşımlarının performanslarını karşılaştırmışlardır.

Stylianou vd. (2015), yanık nedeniyle ölüm oranını araştırdıkları çalışmalarında geleneksel olarak kullanılan lojistik regresyon modeline alternatif olarak yapay sinir ağları, genetik algoritma, destek vektör makineleri gibi diğer birçok sezgisel optimizasyon yöntemlerinin etkinliğini tartışmışlardır.

Yuan ve Lee (2015), 2001-2010 periyodunda 88 Tayvan şirketinin finansal göstergelerini dikkate alan bir risk olasılığı hesaplamak amacıyla farklı yöntemlerin etkinliklerini karşılaştırmışlardır.

Pfeifer vd. (2015) tarafından proje yönetimi ile ilgili olarak yapılan çalışmada projenin tamamlanmasındaki gecikmeler üzerinde durulmuştur. Proje gecikmelerinin taşıyacağı maksimum riski tahmin etmek amacıyla genetik algoritma yaklaşımından yararlanılmıştır.

Hadji vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, genetik algoritmaya dayalı bir mühendislik uygulaması ile PV (photovoltaic) sistemleri üzerinden Maksimum Güç Noktası İzleme yönteminin teorik ve deneysel analizi sunulmuştur.

Aguilar-Rivera vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada finansal problemlerin çözümü için genetik algoritma, genetik programlama, çok amaçlı evrimsel algoritma gibi birçok evrimsel hesaplama yöntemlerinin kullanımı tanıtılmıştır. Diğer

yöntemlere ilgi zamana bağlı olarak değişirken, genetik algoritmanın her dilimde en popüler yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. GENETİK ALGORİTMA

GA'da evrim süreci potansiyel çözüm uzayı boyunca kromozom popülasyonlarının GA'nın operatörlerinin uygulanmasıyla gerçekleştirilir. GA'nın kullandığı operatörler, Kopyalama, Çaprazlama ve Mutasyon operatörleridir. Bu operatörler yardımıyla GA, araştırılan problemin çözümü için çözüm uzayının taranması ve en iyi çözümün bulunmasını amaçlar. Bir popülasyondan çözümler alınır. Bu çözümler daha sonra yeni bir popülasyon oluşturmak için kullanılır. Bu işlem yeni popülasyonun eski popülasyondan daha iyi olacağı varsayımından hareketle yapılır. Yeni çözümleri (nesilleri) oluşturmak için seçilen çözümler uygunluk değerlerine göre seçilir (Goldberg, 1989).

Popülasyon için hesaplanan uygunluk değerlerine göre kromozomlar iyi veya kötü olarak değerlendirilebilir. İyi olarak değerlendirilen bireylerin yaşamlarını devam ettirme olasılıkları ve kötü olarak değerlendirilen bireylerin ölme olasılıkları artırılarak iyi bireylerin çoğalmaları ve kötü bireylerin yok olmaları istenir. Evrim sürecinde GA'nın evrim operatörleri yardımıyla kromozomlar farklı bir popülasyon oluşturur ve bir iterasyon tamamlanır. Belirli iterasyon sayısına ulaşıldığında veya durdurma koşulu sağlandığında son popülasyondaki en iyi uygunluk değerine sahip kromozomun kodladığı çözüm, problemin çözümü olarak belirlenir (Mitchell, 1999).

GA'lar diğer optimizasyon yöntemlerinden farklı olarak, arama işlemini tek bir aday çözüm ile gerçekleştirmek yerine birden fazla aday çözümün oluşturduğu bir topluluk ile gerçekleştirir. Bundan dolayı çözüm uzayının birden çok başlangıç noktasıyla paralel olarak taranması sağlanmış olur. Bu özellik, GA'ların yerel optimum değerlerine takılmadan, global optimum değerlerini bulabilmesinde en büyük etken olmaktadır (Mitchell, 1999). Goldberg'e göre GA'ların geleneksel arama metodlarından farkı aşağıdaki şekilde verilebilir.

GA'lar parametrelerin kendisi yerine parametreler kümesinin kodlanması ile çalışır. GA'lar arama aracı olarak tek bir noktayı değil, noktalar kümesini kullanır. Böylece yerel en iyiye takılma riskleri daha düşüktür.

GA'lar arama sırasında probleme ilişkin türevlenebilme koşulu veya diğer ek bilgilere ihtiyaç duymaz, genetik algoritmalar için amaç fonksiyonunun bilinmesi yeterlidir.

GA'lar belirli geçiş kuralları ile değil stokastik geçiş kuralları ile çalışır (Goldberg, 1989).

GA'da bir problemin optimum çözümü bazı temel işlemler ile gerçekleştirilir. Bunlar; amaç fonksiyonunun belirlenmesi, kodlama, başlangıç popülasyonunun oluşturulması, üreme, çaprazlama ve mutasyon işlemleridir.

Kodlama: Çözümlerin veya popülasyondaki bireylerin nasıl temsil edileceğine karar verilmesidir. Kodlama genellikle kromozomlar şeklinde gerçekleşir. Her kromozom

içindeki özel yapılar gen olarak adlandırılır. İkili kodlamada, her kromozom bit (0 veya 1) karakter dizilerinden oluşmaktadır (Pasia vd. 2005).

Başlangıç Popülasyonu: Bu adımda bir başlangıç seti olarak n kromozom rastgele seçilir. Bazı araştırmalar ideal popülasyon büyüklüğünün 20-30 civarı olması gerektiğini belirtirken bazı araştırmalarda 50-100 civarı popülasyon büyüklüğünün en ideal olduğunu söylemektedir (Reeves ve Rowe, 2002; Pasia vd. 2005).

Uygunluk Değeri: GA'nın her iterasyonunda popülasyonu oluşturan her bir bireyin uygunluk değeri hesaplanarak belleğe kaydedilir. Uygunluk değeri diğer bireylere göre daha iyi olan bireyin bir sonraki nesle aktarılma olasılığı fazladır.

Seçme Operatörü: Seçim işlemi, yeni nesillerde daha yüksek uygunluk değerlerine sahip bireylerin oluşması için, eski popülasyondaki bir kromozomun, uygunluk değerine bağlı olarak bazı yöntemlerle yeni oluşturulacak bir popülasyon içine seçme işlemidir. Seçim işlemi için Turnuva seçimi, Rulet tekerleği seçimi, Sıralama seçimi, Sabit durum seçimi ve Stokastik seçim yöntemleri kullanılabilir. Goldberg ve Deb (1991) herhangi bir seçim yönteminin diğerine karşı belirgin bir üstünlüğünün olmadığını belirtmektedir.

Çaprazlama Operatörü: Bu operatörün temel fonksiyonu, yeni nesillerin bir öncekinden farklı nesiller üreterek çeşitliliği arttırmak ve böylece daha geniş bir çözüm uzayında çalışarak arzu edilen sonuca ulaşma olasılığını arttırmaktır. Çaprazlama, yeni kromozomların eski kromozomların iyi genlerini alıp daha iyi olacakları düşüncesiyle yapılır. Çaprazlama operatöründen kromozomların iyi özelliklerini birleştirerek daha iyi kromozomlar oluşturması beklenir.

Mutasyon Operatörü: Mutasyon GA ile yapılan aramanın yerel optimumlarda takılmasının önüne geçer. Araştırmacı tarafından belirlenen mutasyon olasılığı parametresi bunu etkileyen parametredir. Mutasyon genellikle çaprazlamaya göre daha az olasılıkta kullanılır. Bunun nedeni çaprazlama sonucu elde edilen uyum değeri yüksek dizileri kaybetmemektir (Holland, 1992; Goldberg, 1989; Reeves ve Rowe, 2002).

4. İSTATİSTİKTE OPTİMİZASYON VE PARAMETRE TAHMİNİ

Doğrusal veya doğrusal olmayan bir fonksiyonu en büyük veya en küçük yapan noktaları bulmak için fonksiyonun optimize edilmesi gerekmektedir. Örneğin, Lojistik Regresyon (LR) Analizinin parametreleri olabirlilik fonksiyonunu en büyük yapan köklerdir. Dolayısıyla istatistikte optimizasyon önemli bir yere sahiptir. Literatürde bağımlı değişkenin sürekli olduğu doğrusal regresyon analizinde sezgisel yöntemlerden GA uygulamalarının yeterince tartışıldığı gözlenmektedir. Bağımlı değişkenin kategorik olduğu ve dolayısıyla açıklayıcı değişkenler ile doğrusal olmayan bir yapı ile bağlı olması durumunda GA'nın etkinliği bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Özel olarak çalışmada bağımlı değişkenin iki düzeyli kategorik bir değişken olması durumu ele alınmakta ve LR model parametrelerinin tahmini üzerine yoğunlaşmaktadır.

4.1. Lojistik Regresyon Analizi

İki düzeyli LR modellerinde kategorik bağımlı değişken (Y), bir olgunun gerçekleşmesi (Y=1) ve gerçekleşmemesi (Y=0) gibi iki durumudur ve Bernoulli dağılımı göstermektedir. Bağımsız değişken değerlerine bağlı olarak (x), i. gözlemin bağımlı değişkenin “1” olarak kodlanan düzeye ait olması olasılığı için matematiksel eşitlik ($\pi(x_i)$) aşağıdaki biçimde tanımlanabilir.

$$\pi(x_i) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 x_1+\dots+\beta_p x_p)}} = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\dots+\beta_p x_p}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\dots+\beta_p x_p}} \quad (1)$$

Burada,

β_0 : sabit terim; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$: regresyon katsayıları; X_1, X_2, \dots, X_p : bağımsız değişkenler; p: bağımsız değişken sayısı; e = 2.718 doğal logaritma tabanı ve $\pi(x_i)$: i'inci gözlemin bağımlı değişkende “1” olarak kodlanan düzeye ait olma olasılığını, $1-\pi(x_i)$ ise i'inci gözlemin bağımlı değişkende “0” olarak kodlanan düzeye ait olması olasılığını göstermektedir.

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_p X_{pi} = X_i' \beta \quad (2)$$

olarak tanımlanan açıklayıcı değişkenlerin doğrusal kombinasyonları Eş.(1)'de yerine yazıldığında, $\pi(x_i)$ olasılığı,

$$\pi(x_i) = \frac{1}{1+e^{-Z_i}} = \frac{e^{Z_i}}{1+e^{Z_i}} \quad (3)$$

biçimine dönüşür. Burada,

Eş.(3) bazı dönüşümler yapılarak, Eş.(4) ile verilen biçimde açıklayıcı değişkenlerin doğrusal kombinasyonları olarak ifade edilebilir.

$$\ln \frac{\pi(x_i)}{1-\pi(x_i)} = \ln e^{Z_i} = Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_p X_{pi} = X_i' \beta \quad (4)$$

Eşitliğin sol tarafı “lojit” olarak adlandırılır. Aynı ifadenin “Lojistik Regresyon” olarak ifadesi Eş.(5) ile verilmektedir.

$$\pi(x_i) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\dots+\beta_p X_{pi}}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\dots+\beta_p X_{pi}}} \quad (5)$$

biçiminde ifade edildiğinde ise bu modele “LR Modeli” adı verilir.

y_i , bir özelliğin olup olmamasına göre 0 ve 1 değerini alabilen bağımlı değişkeni ($i=1,2,3,\dots,n$) ve x_i , i.'nci gözlem için bağımsız değişkenin değerini göstermek üzere Eş.(1)'deki $\pi(x_i)$ ifadesi, verilen x değerleri için y'nin 1'e eşit olması koşullu olasılığını vermektedir. LR modeli iki seçenekli bağımlı değişkenin $\pi(x_i)$ olasılığını i. gözlenen değer için Eş.(1)'deki gibi varsayar. Burada (x_i, y_i) çifti için $y_i = 1$ olduğunda olabilirlik fonksiyonuna katkısı $\pi(x_i)$ iken $y_i = 0$ olduğunda olabilirlik fonksiyonuna katkısı $1 - \pi(x_i)$ kadardır. Buna göre (x_i, y_i) çiftinin olabilirlik

fonksiyonuna katkısı Eş.(6)'daki gibidir.

$$\pi(x_i)^{y_i} [1 - \pi(x_i)]^{1-y_i} \quad (6)$$

Gözlemlerin birbirlerinden bağımsız olduğu varsayıldığında, Eş.(6)'daki terimlerin çarpılmasıyla elde edilen olabilirlik fonksiyonu Eş.(7) ile verilmiştir.

$$l(\beta) = \prod_{i=1}^n \pi(x_i)^{y_i} [1 - \pi(x_i)]^{1-y_i} \quad (7)$$

En Çok Olabilirlik Tahmin Edicisi (EÇOTE), bu eşitliği maksimum yapan parametreleri tahmin etme temeline dayanır. Kolaylık olması bakımından, bu ifadenin logaritması alındığında çarpım durumu toplam durumuna getirilerek Eş.(8) ile verilen ifade elde edilir.

$$L(\beta) = \ln[l(\beta)] = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln [\pi(x_i)] + (1 - y_i) \ln [1 - \pi(x_i)]\} \quad (8)$$

Bu eşitliği maksimum yapan β değerlerini bulabilmek için eşitliğin β 'ya göre türevi alınıp sıfıra eşitlenerek olabilirlik eşitlikleri elde edilir. Bu eşitliklerden elde edilen parametre tahminleri, en çok olabilirlik tahminidir. Eş.(8)'in LR modeli için açık ifadesi,

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[y_i \ln \left(\frac{e^{(x_i^T \beta)}}{1 + e^{(x_i^T \beta)}} \right) + (1 - y_i) \ln \left(1 - \frac{e^{(x_i^T \beta)}}{1 + e^{(x_i^T \beta)}} \right) \right] \quad (9)$$

biçimindedir. LR modeli için olabilirlik eşitlikleri ise aşağıdadır.

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n \left[y_i - \ln \left(1 - \frac{e^{(x_i^T \beta)}}{1 + e^{(x_i^T \beta)}} \right) \right] x_{ij} \quad (10)$$

Sonuç olarak, $L(\beta)$, doğrusal olmayan bir amaç fonksiyonu, β 'lar ise karar değişkenleri olarak alındığında problem; kısıtsız, doğrusal olmayan bir optimizasyon problemi olarak düşünülebilir. Burada $L(\beta)$ 'nın maksimizasyonu amaçlanır. 1. dereceden kısmi türevler alındığında ulaşılan olabilirlik eşitlikleri parametrelerde doğrusal olmadığından dolayı iteratif ve amaç fonksiyonunun türevlenebilirlik özelliğine sahip olması gibi kısıtlayıcı bazı varsayımlar üzerine kurulu olan yöntemler geliştirilmiştir. NR algoritması yaygın olarak kullanılan bu yöntemlerin başında gelmektedir. Yöntem bir çok yerel maksimuma takılabilmekte ve global maksimum ya da minimum noktalara ulaşılamadan iterasyon tamamlanamamaktadır. Olabilirlik fonksiyonundaki değişim sonraki aşamalarda ihmal edilebilir duruma gelinceye kadar çözüme devam edilir Bu bir olumsuzluktur (Menard, 2002; Agresti, 2002).

İteratif yöntemlerin kısıtlayıcı varsayımları dikkate alındığında Eş.(10) ile verilen olabilirlik fonksiyonunu maksimize edecek en iyi parametre kümesini oluşturmak için GA yaklaşımını kullanmak, analitik yöntemlere iyi bir alternatif olarak görülmektedir. Sezgisel yöntemler kesin çözüme çok yakın çözümler veren ve hızla çözüme ulaşan yöntemlerdir. GA son yıllarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılan

sezgisel yöntemlerden birisidir ve özellikle doğrusal olmayan fonksiyonların optimizasyonunda sıkça kullanılmaktadır.

5. GENETİK ALGORİTMA'NIN MATLAB KODLARI

Bu bölümde, GA'nın uygulaması ile ilgili Matlab programındaki pratik kodlamalar tanıtılacaktır. GA, en genel şekli ile aşağıdaki biçimde kodlanmaktadır.

[x,fval,exitflag,output,population,scores]=ga(fitnessfcn,nvars,a,b,aeq,beq,lb,ub,nonlcon,options);

Burada eşitliğin sol tarafı çıktı değişkenlerini sağ tarafı ise girdi değişkenlerini oluşturmaktadır. Çıktı değişkenleri çözüm sonrasında yazdırılması gereken sonuçları belirtmektedir. 'x' fonksiyonu optimize edilen değişkenlerin sonucunu, 'fval' fonksiyonun optimum değerini yazdırmaktadır. Buraya yazılacak ek kodlar ile daha fazla çıktı değerinin yazdırılması sağlanabilmektedir.

Çıktı değişkenlerinin tamamının açıklamaları aşağıda verilmiştir.

[x,fval,exitflag,output,population,scores);

X :Fonksiyonu en küçük yapan değişken değerlerini yazdırır.
Fval :Amaç fonksiyonun x değişkeni için bulunan optimum değerini yazdırır.
Exitflag :Algoritmanın sonlandırma nedenini gösteren tamsayı değerini yazdırır. Bu tamsayı değeri doğrusal kısıt olmadığı durumlarda -5,-4,-2,-1, 0, 1, 5 değerlerini almaktadır. Örneğin çözüm sonucu ekranda '5' değeri yazdırılmışsa belirlenen zaman sınırının aşıldığı için iterasyonların durdurulduğu anlaşılmaktadır. Aşağıda tüm tamsayı değerlerinin kısa açıklaması verilmiştir.

- (0) Nesillerin sayısı aşıldı;
- (1) Optimum sonuç ve değişken değerleri bulundu;
- (5) Belirlenen fonksiyon hassaslığı kısıtlama ihlali aşıldı;
- (-1) Optimizasyon, çıktı veya çizim fonksiyonu tarafından durduruldu;
- (-2) Uygun nokta bulunamadı;
- (-4) Durma süresi sınırı aşıldı;
- (-5) Zaman sınırı aşıldı.

Output :Her jenerasyonda algoritmanın performansı hakkında aşağıdaki bilgileri içeren bir çıktı verir.

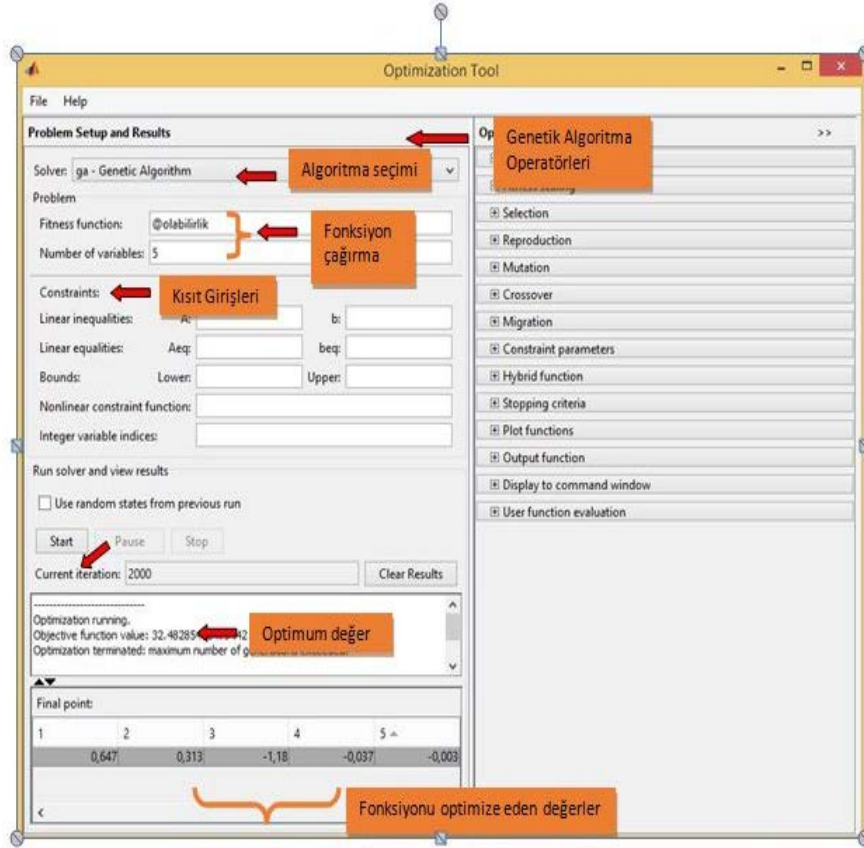
Rngstate :Rasgele sayı üreticinin durumunu,

Generations	:Toplam nesil sayısını,
Funccount	:Toplam fonksiyon sayısını,
Maxconstraint	:Maximum kısıtlama ihlalini,
Message	:Sonlandırma mesajını,
Population	:Çözüm için oluşturulan popülasyonların çıktısını verir.
Scores	:Optimizasyon sonuç değerini yazdırır.
Girdi değişkenlerinin tamamının açıklamaları ise aşağıda verilmiştir.	
<i>ga(fitnessfcn,nvars,a,b,aeq,beq,lb,ub,nonlcon,options);</i>	

@fitnessfcn	: m dosyası olarak kaydedilen amaç fonksiyonunu çağırır.
Nvars	:Amaç fonksiyonundaki bağımsız değişken sayısı belirtilir.
A	:Eşitsizlik kısıtlamaları matrisi
B	:Eşitsizlik kısıtlamaları vektörü
Aeq	:Eşitlik kısıtlamaları matrisi
Beq	:Eşitlik kısıtlamaları matrisi
Lb	:Alt sınır
Ub	:Üst sınır
Nonlcon	:Doğrusal olmayan kısıt fonksiyonu
Options	:‘gaoptimset’ ile oluşturulan seçeneklerin yapısını belirler. Kodunun detaylı kullanım şekli aşağıdaki gibidir.

options = gaoptimset('param1',value1,'param2',value2,....).

‘gaoptimset’ten sonra iki tırnak içerisinde yazılan tüm parametre değişkenleri için virgülden sonra yazılan değere göre çözüm aranması sağlanır. Optimum çözüm için belirleyeceğimiz mutasyon, seçim, çaprazlama gibi operatörlerin seçimleri, ‘options’ kodu ile yapılmaktadır.



Şekil 1. Genetik Algoritma Optimizasyon Ekranı

Şekil 1’de optimizasyon menüsü tanıtılmıştır. Sol tarafta,

“Solver” seçeneği ile, fonksiyonu optimize etmek için kullanılacak optimizasyon yöntemi seçilmektedir. Bu çalışmada model parametrelerinin optimum değerleri GA yöntemine göre belirlenmeye çalışıldığı için GA seçilmiştir.

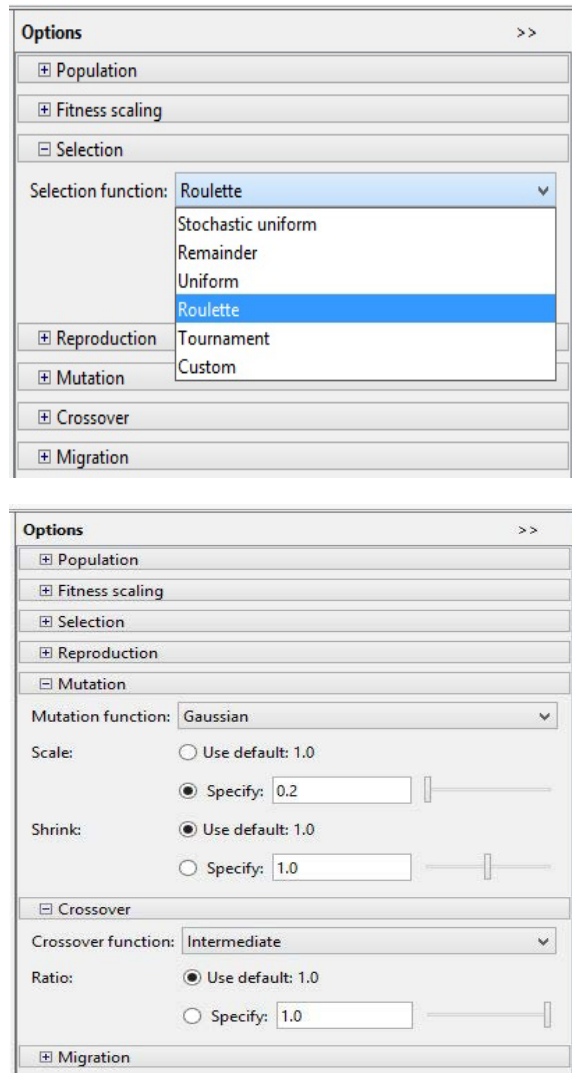
“Fitness function” bölümünde daha önce oluşturulan olabilirlik fonksiyonu çağrılmaktadır.

“Number of variable” bölümüne olabilirlik fonksiyonu için sabit parametre dahil olmak üzere modelde tahmin edilecek parametre sayısı girilmelidir.

“Constraints” bölümü kısıtlı optimizasyon problemleri için kullanılmaktadır.

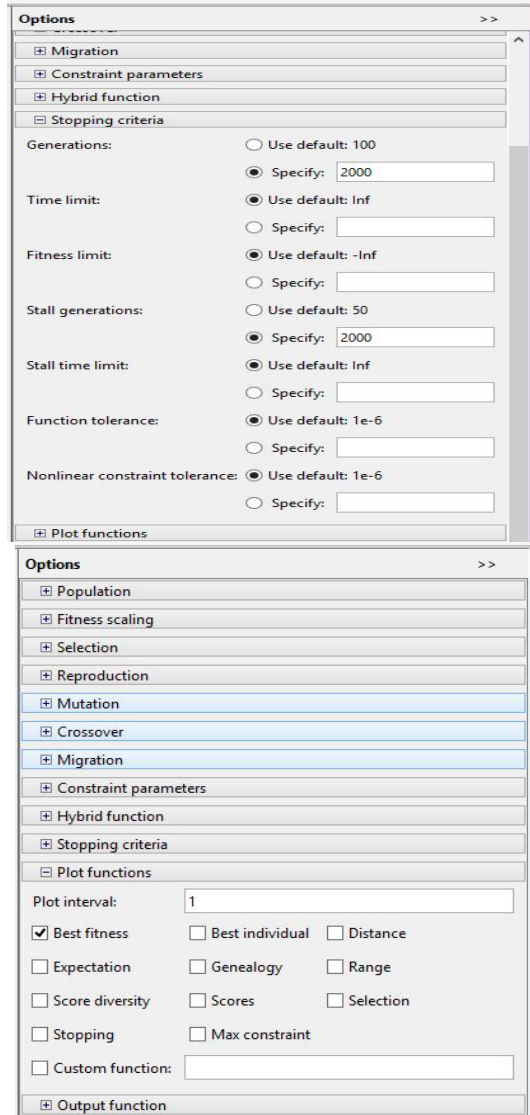
“Start” seçeneği seçildiğinde sağ tarafta “options” bölümünde seçilen tercihlere göre fonksiyon optimize edilmekte ve “Final point” kısmında parametre tahmin sonuçları bulunmaktadır.

“Objective function value” ile olabilirlik fonksiyonunun optimum değeri verilmektedir. Şekil 2.’nin sağ tarafında; GA operatörleri, durdurma kriterleri ve çıktı seçenekleri gibi birçok alternatif tercihin bulunduğu “options” bölümünün önemli operatörleri aşağıda tanıtılmıştır.



Şekil 2. Seçim Fonksiyonu, Mutasyon ve Çaprazlama Operatörleri

Şekil 2'nin sol tarafında Options menüsü altında bulunan seçim fonksiyonları gösterilmiştir. Seçim fonksiyonu için altı farklı seçenek bulunmaktadır. Şekil 2'nin sağ tarafında ise mutasyon ve çaprazlama fonksiyonları gösterilmiştir. Mutasyon fonksiyonu için bu bölümde beş, çaprazlama fonksiyonu için yedi farklı seçenek bulunmaktadır. Şekilde de görüldüğü üzere mutasyon oranı 0.2, mutasyon küçültme oranı 1.0 ve çaprazlama oranı 1.0 olarak belirlenmiştir. Daha hassas değerler için mutasyon oranı (scale) ve çaprazlama oranı (ratio) değerleri değiştirilebilmektedir.



Şekil 3. Durdurma Kriterleri ve Grafik Seçenekleri

Şekil 3'ün sol tarafındaki menüde optimizasyon için durdurma kriterleri gösterilmiştir. Bu menüde yedi farklı seçenek bulunmaktadır. Ayrıca daha hassas değerler için bu menüde fonksiyon ve doğrusal olmayan kısıt toleransı için $1e-7$, $1e-8$ veya daha fazla değerler tercihe bağlı olarak seçilebilir. Şekil 3'ün sağ tarafında ise grafik seçenekleri gösterilmiştir. "Best fitness" seçeneği ile optimum sonuca ulaşırken oluşturulan nesiller ve fonksiyon değerlerinin gösterildiği grafik çizdirilebilmektedir. Bu çalışmanın uygulama bölümü için alınan grafik çıktısı Şekil 4'de verilmiştir.

6. UYGULAMA

Bu çalışmada kullanılan gerçek veri kümesi, Hitit Üniversitesi Çorum Eğitim ve Araştırma Hastanesinin Cildiye bölümünden alınmıştır. Saç dökülmesi sorunu ile Cildiye bölümüne 2013 yılında başvuran hastalardan Alopesi (Saçkıran) tanısı konulan 52 hasta deney grubu olarak, alopesi hastalığı bulunmayan 43 hasta ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Araştırma toplam 95 hastanın verilerinden oluşmaktadır. Çalışmaya katılan 95 hastanın %55'i deney grubunu %45'i kontrol grubunu oluşturmaktadır.

Çalışmada incelenen iki düzeyli bağımlı değişken, Alopesi Tanısı'dır. Tanı konulan hastalar "1", konulmayan hastalar ise "0" olarak kodlanmıştır. Alopesi tanısı konulmasını etkileyen değişkenler ve değişkenler ile ilgili yapılan kısaltmalar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişkenler		Özellikler
Y	Alopesi (Saçkıran) Hastalığı	Nitel (Kategorik) 1 = Hastalık var 0 = Hastalık yok
X ₁	Yaş	Nicel
X ₂	Cinsiyet	Nitel (Kategorik) 1 = Erkek 0 = Kadın
X ₃	ALT (karaciğer hücrelerinde bulunan enzimdir)	Nicel
X ₄	AST (karaciğer hücrelerinde bulunan enzimdir)	Nicel
X ₅	Glukoz	Nicel
X ₆	HDL (High density lipoprotein) kolesterol (iyi huylu)	Nicel
X ₇	LDL (Low-density lipoprotein) kolesterol (kötü huylu) (Karaciğerde üretilen ve kolestrolü kan yoluyla taşıyan moleküler proteinler)	Nicel
X ₈	Kolesterol (dolaşım sisteminde bulunan bir lipiddir (yağlı bir madde)	Nicel
X ₉	Serbest t3 (tiroit bezi hormonları)	Nicel
X ₁₀	Serbest t4 (tiroit bezi hormonları)	Nicel
X ₁₁	TSH (tiroid uyarıcı hormon)	Nicel
X ₁₂	Trigliserit (Tg) (yağların ana bileşeni)	Nicel

“Cinsiyet” açıklayıcı değişkeni kategorik bir yapıya sahip olduğu için Erkek “1” ve Kadın “0” olarak kodlanmıştır. Erkek ve kadın hastaların oranı sırasıyla %60 (n=57) ve % 40 (n=38)’dir.

6.1. Lojistik Regresyon Analizi ve Newton-Raphson Yöntemi ile Parametre Tahmini

Daha önce de vurgulandığı gibi çalışmanın uygulama kısmının asıl amacı, kurulan LR modeli sonucu Alopesia hastalığına etki edebileceği düşünülen tüm aday açıklayıcı değişkenler için NR algoritması kullanılarak tahmin edilmiş olan parametreleri, GA ile de bulmaya çalışmak ve dolayısıyla GA’nın bağımlı değişkenin kategorik olduğu modellerde kullanılabilirliğini ölçmektir. Bunun için öncelikle hastalığa etki edebileceği düşünülen önemli risk faktörleri belirlenmiştir. Hastaların laboratuvar test sonuçları ve kategorik bir değişken olan cinsiyet, bağımsız değişkenler olarak alınmıştır. Parametreler öncelikle NR yöntemi ile tahmin edilmiştir. Parametre tahminleri ve diğer LR analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. LR Modelinde Newton-Raphson Algoritması İle Elde Edilen Sonuçlar

	$\hat{\beta}$	Standart Hata	Wald Testi	Serbestlik Derecesi	Sig.	Exp($\hat{\beta}$)
Sabit	2.985	3.165	0.889	1	0.346	19.782
Yaş	-0.025	0.024	1.029	1	0.310	0.976
Cinsiyet	1.618	0.619	6.840	1	0.009	5.044
ALT	-0.051	0.038	1.761	1	0.185	0.951
AST	0.135	0.059	5.237	1	0.022	1.145
Glukoz	-0.004	0.010	0.162	1	0.687	0.996
HDL	-0.012	0.045	0.070	1	0.791	0.988
Kolesterol	0.011	0.038	0.083	1	0.774	1.011
LDL	-0.032	0.037	0.750	1	0.387	0.968
Serbest t3	-1.611	0.777	4.306	1	0.038	0.200
Serbest t4	2.357	1.056	4.977	1	0.026	10.557
TSH	-0.039	0.240	0.026	1	0.871	0.962
Trigliserit	0.006	0.008	0.423	1	0.515	1.006

6.2. Genetik Algoritma ile Parametre Tahmini

GA ile parametre tahmin değerleri, Matlab paket programı kullanılarak elde edilmiştir. GA ile amaç fonksiyonunu optimize etmenin iki yolu vardır. Birincisi kod yazmayı gerektirmeyen, “Optimization Toolbox” menüsünü kullanmaktır. İkinci yol ise Matlab’de “command window” bölümüne gerekli kodları yazarak sonuca ulaşmaktır. Parametre tahmininde kullandığımız aşağıda tanımlanan

olabilirlik fonksiyonunu en çok yapan $\hat{\beta}$ parametreleri, optimizasyon sonuç değerleri, kodlar ve işlevleri özet olarak aşağıda verilmiştir.

Uygulamada kullanılan hastalara ait bağımsız değişken verileri için aşağıda verilen log-olabilirlik fonksiyonuna ulaşılmıştır.

$$f(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{12}) = 52*x(1)+1481*x(2)+37*x(3)+1167*x(4)+1189*x(5)+4899*x(6)+2255.4*x(7)+8430*x(8)+4826.07*x(9)+178.45*x(10)+55.28*x(11)+103.67*x(12)+6695*x(13)-\log(1+\exp(x(1)+18*x(2)+x(3)+20*x(4)+17*x(5)+100*x(6)+39.1*x(7)+199*x(8)+76.7*x(9)+4.57*x(10)+1.31*x(11)+2.5*x(12)+416*x(13)))-\log(1+\exp(x(1)+23*x(2)+14*x(4)+30*x(5)+92*x(6)+39.2*x(7)+143*x(8)+93.19*x(9)+2.97*x(10)+0.79*x(11)+0.94*x(12)+53*x(13)))-\dots-\log(1+\exp(x(1)+25*x(2)+10.6*x(4)+16.5*x(5)+88*x(6)+41.3*x(7)+140*x(8)+89.09*x(9)+3.19*x(10)+0.62*x(11)+2.52*x(12)+136.7*x(13)))-\log(1+\exp(x(1)+25*x(2)+13*x(4)+17*x(5)+81*x(6)+69.7*x(7)+202*x(8)+118.7*x(9)+3.01*x(10)+0.86*x(11)+0.19*x(12)+68*x(13)))$$

Ancak program maksimizasyon üzerine değil minimizasyon üzerine kurulu olduğundan dolayı $f(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{12})$ fonksiyonu (-1) ile çarpılarak bu fonksiyonu minimize eden $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{12}$ parametrelerinin tahminleri bulunacaktır.

Matlab Paket programında en basit haliyle GA optimizasyon kodu,

```
[x,fval] = ga(@olabilirlik,13,options)
```

şeklinde dir. Burada eşitliğin sağ tarafı girdileri sol tarafı ise çıktıları oluşturmaktadır. Girdiler, fonksiyonun tanımlanması, değişken sayısının girilmesi, çözüm araması hangi operatörler ile yapılacaksa bunların tanımlanmasından oluşmaktadır. Ayrıca özel olarak başlangıç popülasyonu, seçim tekniği, mutasyon ve çaprazlama oranları, iterasyonların tüm durdurma kriterleri bu bölümdeki 'options' kodu ile yapılmaktadır.

Çıktı fonksiyonları ise çözüm sonrasında yazdırılması gereken sonuçları belirtmektedir. 'x' fonksiyonu optimize edilen bağımsız değişkenlerin sonucunu, 'fval' fonksiyonun optimum değerini yazdırmaktadır. Buraya yazılacak ek kodlar ile daha fazla çıktı değerinin yazdırılması sağlanabilmektedir.

Yukarıda açıklanan tüm bilgiler sonucu GA ve NR algoritması ile elde edilen $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{12}$ parametreleri için tahmin değerleri ve log-olabilirlik fonksiyonunun negatifinin minimum değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, optimum değerler arasındaki fark yaklaşık olarak 0.0498 bulunmuştur. GA ile parametre tahmininde tablodaki 52.833533819034635 optimizasyon sonuç değerini bulabilmek için; population size '50'; selection function 'roulette'; reproduction crossover function '0.95'; mutation function 'gaussian'; mutation scale '0.15'; mutation shrink '0.88'; crossover function 'intermediate'; crossover ratio '1.0'; durdurma kriterleri ise generations '50000'; stall generations '50000'; function tolerance '1e-6'; nonlinear constraint tolerance

'1e-6' olarak seçilmiştir. Diğer operatör ve oranlar ise varsayılan olarak işlem görmüştür.

Tablo 3. Parametre Tahminlerinin Karşılaştırılması

Parametre Tahminleri	Lojistik Regresyon Analizi	
	Newton-Raphson	Genetik Algoritma
$\hat{\beta}_0$ (Sabit)	2.985	1.984
$\hat{\beta}_1$	-0.025	-0.022
$\hat{\beta}_2$	1.618	1.548
$\hat{\beta}_3$	-0.051	-0.049
$\hat{\beta}_5$	-0.004	-0.004
$\hat{\beta}_6$	-0.012	-0.01
$\hat{\beta}_7$	0.011	0.012
$\hat{\beta}_8$	-0.032	-0.032
$\hat{\beta}_9$	-1.611	-1.424
$\hat{\beta}_{10}$	2.357	2.283
$\hat{\beta}_{11}$	-0.039	-0.024
$\hat{\beta}_{12}$	0.006	0.005
Log-olabilirlik fonksiyonun negatifinin minimize değeri	52.8833	52.833533819034635

Çalışmanın başında da belirttiğimiz gibi amaç, bağımlı değişkenin kategorik olduğu modellerde parametre tahmini için kısıtlayıcı varsayımlar gerektiren klasik NR algoritmasına alternatif bir algoritma önerebilmektir. Bu amaçla GA, daha esnek varsayımlar gerektirmesi ve yukarıda bahsedilen birçok avantajından dolayı iyi bir optimizasyon yöntemi olarak düşünülmüş ve klasik NR algoritması ile optimize edilen log-olabilirlik fonksiyonunun GA ile optimize edilmesi durumunda nasıl bir sonuç vereceği araştırılmak istenmiştir.

Her iki yöntemle de fonksiyonun negatifinin minimum değeri birbirine çok yakındır. Ancak optimizasyon problemlerinde çok küçük bir fark bile çok önemli olabilmekte; bu durum dikkate alındığında ise GA'nın bu örnek için NR algoritmasına göre daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir. β parametrelerinin tahminleri incelendiğinde ise yine birbirine çok yakın değerler bulunmuştur. En fazla farklılığın β_0 (sabit) parametre tahmininde olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlar ile araştırmalarda kullanılacak verilerin özelliklerine göre bazı analizlerde GA ile farklı operatör ve oranlar kullanılarak NR algoritmasının bulunduğu parametre tahmin değerlerinden daha iyilerinin bulunabileceği ortaya çıkmıştır. Böylece NR algoritmasına çok yakın hatta daha iyi sonuç veren GA'nın da kategorik

bağımlı değişkenlerin parametre tahminlerinde kullanılmasının çok iyi bir alternatif olduğu söylenebilmektedir.

6.3. Yapay Veri Üzerinden Elde Edilen Sonuçlar

Çalışmanın bu bölümünde, iki düzeyli kategorik yapıdaki bir bağımlı değişken ve dört açıklayıcı değişkenin yer aldığı Matlab programı ile rastgele üretilen veriler kullanılmıştır. Bağımlı değişken Y , Bernoulli dağılımından, bağımsız değişkenlerden üç tanesi (X_1, X_2, X_3) yine Bernoulli dağılımından ve X_4 ise normal dağılımdan gelmektedir. Oluşturulan farklı senaryolar altında hem NR algoritma sonuçlarına hem de GA sonuçlarına yer verilmiştir.

6.3.1. Newton Raphson algoritması sonuçları

NR yöntemini kullanılarak elde edilen parametre tahminleri ve diğer LR analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 4. Lojistik Regresyon Analizi Sonuçları

	$\hat{\beta}$	S.Hata	Wald	df	Sig.	Exp($\hat{\beta}$)
Sabit	0.744	0.817	0.829	1	0.363	2.103
X_1	0.333	0.620	0.288	1	0.591	1.395
X_2	-1.175	0.607	3.745	1	0.053	0.309
X_3	-0.060	0.616	0.010	1	0.922	0.941
X_4	-0.006	0.022	0.090	1	0.764	0.994
Min (-Log Olabilirlik Fonk.)	32.4960					

Tablo 4’de NR algoritmasına göre olabilirlik fonksiyonunun maksimum (-log olabilirlik fonksiyonunun minimum) değeri 32.4960 bulunmuştur. Tabloda ayrıca parametre tahminleri, tahminlerin standart hataları, Wald testi sonuçları ve odds oranlarını veren exp ($\hat{\beta}$) değerlerine yer verilmiştir.

Uygulamalı çalışmaların çoğunda model parametreleri olabilirlik fonksiyonunun diferansiyellenebilir özellikte olup olmadığına bakılmaksızın ve iterasyon sürecinde karşılaşılan tahmin edicilerin başlangıç değerlerinin belirlenmesi problemi dikkate alınmadan geleneksel olarak NR algoritması ile tahmin edilmektedir. Gerçek veriler ile yapılan çalışmalarda, sonuçların güvenilir olması ve gerçeği yansıtması için parametrelerin en iyi tahminlerine ulaşmak ve gerçeğe daha yakın istatistiksel sonuçlar elde edip yorumlamak gerekir. Ancak, parametreler için öngörülen başlangıç değerlerinin gerçek parametre değerlerinden önemli ölçüde uzak olması durumunda iterasyon sayısı artmakta; yakınsama hızı azalmakta ya da süreç yerel optimumlara takılıp global optimum noktalarda yakınsama sağlanamamaktadır. Bu olumsuzlukları da göz önünde bulundurarak bir sonraki bölümde NR algoritması ile karşılaştırıldığında daha esnek varsayımlara sahip olan GA algoritmasının başarısı

tartışılmaktadır. Bu tartışmanın anlamlı olabilmesi için NR algoritmasının optimum koşullarının sağlandığı varsayımı altında GA algoritmasının NR algoritma sonuçlarına yakınlığı gözlenmiştir.

6.3.2. Genetik algoritma sonuçları

Bu bölümde GA'nın parametre tahmininde yakınsama hızı ve optimum sonuç değerleri göz önüne alındığında hangi koşullarda en iyi sonuca ulaştığı üzerinde durulmuştur. Bu amaçla rastgele üretilen veriler ile GA için parametre tahmininde en uygun başlangıç popülasyonu, seçim, çaprazlama, mutasyon operatörleri ve çaprazlama ve mutasyon olasılıkları belirlenmiştir.

Tablolar incelendiğinde, GA ile çözüm yapılırken birden çok başlangıç popülasyonu, çaprazlama ve mutasyon oranları ve farklı seçim yöntemlerinin denendiği görülmektedir. Optimum sonuca ulaşmak için tek tek alternatifler tasarlanarak GA ile 100 den fazla farklı ihtimal üzerinde durulmuştur. Mutasyon fonksiyonu için dört (Use Constraint Dependent Default, Gaussian, Uniform, Adaptive Feasible); Mutasyon oranı için on; Crossover fonksiyonu için altı (Scattered, Sinle point, Two point, Intermediate, Heuristic, Arithmetic), Crossover oranı için on; Seçim tercihi için beş ve diğer değişkenler için farklı ihtimaller denenmiştir. Yapılan bu denemelerden üç tanesinin sonucu aşağıda verilen tablolarda yer almaktadır.

Tablo 5. Popülasyon Boyutuna Göre Yapılan Karşılaştırmalar

Population Size	20	40	60	80	100
Selection	Roulette	Roulette	Roulette	Roulette	Roulette
Function	Gaussian	Gaussian	Gaussian	Gaussian	Gaussian
Mutation function	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Mutation ratio	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mutation shrink	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate
CrossoverFcn	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Crossover ratio	5000	5000	5000	5000	5000
Generations	5000	5000	5000	5000	5000
StallGenLimit	1e-6	1e-6	1e-6	1e-6	1e-6
TolFun	1e-6	1e-6	1e-6	1e-6	1e-6
TolCon	Default	Default	Default	Default	Default
Others					Default
$\hat{\beta}_0$ (Sabit)	0.647	0.647	0.647	0.647	0.647
$\hat{\beta}_1$	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313
$\hat{\beta}_2$	-1.18	-1.18	-1.18	-1.18	-1.18
$\hat{\beta}_3$	-0.036	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037
$\hat{\beta}_4$	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
Min (-Log-Olabilirlik Fonksiyon Değeri)	32.4828546	32.4828546	32.4828546	32.482854	32.4828546
	652257	64707	64724	664709	8546
					64708

Tablo 5 incelendiğinde, diğer özellikler sabit tutularak popülasyon boyutu için beş farklı durum (20-40-60-80-100) incelenmiştir. Parametre tahminlerinin farklılık göstermediği bu tasarımda, popülasyon büyüklüğünün en az olduğu durum (20) için log-olabilirlik fonksiyonunun en küçük (-log olabilirlik fonksiyonunun en büyük) değeri aldığı (32.4828546652257) ve en kötü sonucun elde edildiği görülmektedir. Daha büyük popülasyon değerleri için daha iyi sonuçlar elde edilse de popülasyon büyüklüğü arttıkça her zaman daha iyi sonuçların elde edildiği söylenemez. Optimal popülasyon büyüklüğünü bulmak en doğru sonucu verecektir.

Tablo 6. Durdurma Kriterlerine Göre Yapılan Karşılaştırmalar

PopulationSize	60	60	60	60	60
Selection Function	Roulette	Roulette	Roulette	Roulette	Roulette
Mutation function	Gaussian	Gaussian	Gaussian	Gaussian	Gaussian
Mutation ratio	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Mutation shrink	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
CrossoverFcn	Intermedia	Intermediate	Intermedia	Intermediate	Intermedia
Crossover ratio	te	1.0	te	1.0	te
Generations	1.0	20000	1.0	20000	1.0
StallGenLimit	10000	20000	30000	20000	20000
TolFun	10000	1e-6	30000	1e-10	20000
TolCon	1e-6	1e-6	1e-6	1e-10	1e-15
Others	1e-6	Default	1e-6	Default	1e-15
	Default		Default		Default
$\hat{\beta}_0$ (Sabit)	0.647	0.647	0.647	0.647	0.647
$\hat{\beta}_1$	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313
$\hat{\beta}_2$	-1.18	-1.18	-1.18	-1.18	-1.18
$\hat{\beta}_3$	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037
$\hat{\beta}_4$	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
Min (-Log-Olabilirlik Fonksiyon Değeri)	32.48285466470744	32.482854664706964	32.48285466470703	32.48285466470710	32.48285466470703

“Durdurma kriteri” ve “Nesil sayısının” değişken olarak alındığı tasarımda, popülasyon büyüklüğü sabitlenerek “60” alınmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, iterasyonu durdurma kriteri “1e-6” için en düşük fonksiyon değerinin (32.482854664706964) “20000” nesil sayısı için elde edildiği yani iyi bir model sonucu için optimal nesil sayısının da doğru belirlenmesi gerektiği gözlenmiştir. Ayrıca nesil sayısının 20000 olarak sabitlendiği planda, “1e-6”, “1e-10” ve “1e-15” olarak belirlenen üç farklı durdurma kriterine göre sonuçlar incelendiğinde ise, tahmin edilen parametreler arasındaki farkın en küçük olduğu “1e-6” değeri için optimal fonksiyon değerine ulaşılmıştır.

Tablo 7. Seçim Yöntemine Göre Karşılaştırmalar

PopulationSize	60	60	60	60
Selection	Stochastic	Roulette	Uniform	Tournament
Function	Uniform	Gaussian	Gaussian	(size 4)
Mutation function	Gaussian	0.2	0.2	Gaussian
Mutation ratio	0.2	1.0	1.0	0.2
Mutation shrink	1.0	Intermediate	1.0	1.0
CrossoverFcn	Intermediate	1.0	Intermediate	Intermediate
Crossover ratio	1.0	20000	1.0	1.0
Generations	20000	20000	20000	20000
StallGenLimit	20000	1e-6	20000	20000
TolFun	1e-6	1e-6	1e-6	1e-6
TolCon	1e-6	Default	1e-6	1e-6
Others	Default		Default	Default
$\hat{\beta}_0$ (Sabit)	0.647	0.647	0.647	0.646
$\hat{\beta}_1$	0.313	0.313	0.313	0.314
$\hat{\beta}_2$	-1.18	-1.18	-1.18	-1.18
$\hat{\beta}_3$	-0.037	-0.037	-0.037	-0.036
$\hat{\beta}_4$	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
Min (-Log- Olabilirlik)	32.48285466	32.482854664	32.482854784	32.48285501
Fonksiyon Değeri)	470700	706964	52693	285599

Tablo 7’de farklı seçim fonksiyonlarına göre elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. “Stochastic Uniform”, “Roulette”, “Uniform” ve “Tournament” olarak belirlenen fonksiyonlara göre, en iyi sonucun “Roulette” ile en kötü sonucun ise “Tournament” ile elde edildiği görülmektedir.

Yapılan tüm denemeler dikkate alındığında optimum sonucun bulunduğu kombinasyon Tablo 8 ile ve iterasyon sürecinin grafiksel gösterimi ise Şekil 4 ile verilmiştir.

Tablo 8. Kodlamada Kullanılan Parametreler

GA parametresi	Değer / Metod
PopulationType	'doubleVector'
PopulationSize	60
Selection Function	Roulette
Mutation function	Gaussian
Mutation ratio	0.2
Mutation shrink	1.0
CrossoverFcn	Intermediate
Crossover ratio	1.0
Migration Direction	'forward'
Others (InitialPopulation,	Use default

InitialScores et al.)

Stopping criteria

Generations 20000

StallGenLimit 20000

TolFun 1e-6

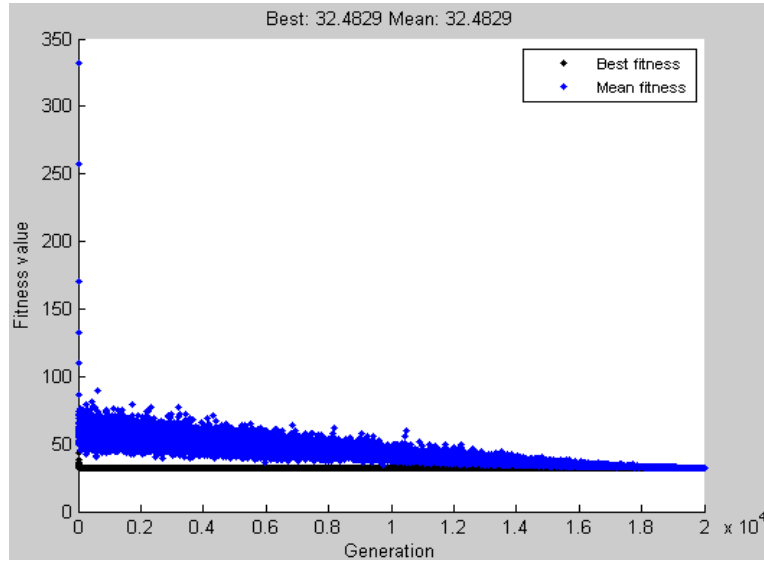
TolCon 1e-6

Output

PlotFcns @gaplotbestf

Display 'iter','final','diagnose'

Others Use default



Şekil 4. Uygunluk Değeri (20000 iterasyon)

Şekil 4 incelendiğinde, 20000 iterasyon sonucunda uygunluk fonksiyonunun hangi değerlerden başladığı, hangi sonuçlara ulaştığı ve arama noktalarının serpilmeleri daha açık görülmektedir. Uygunluk fonksiyonunun değerinin ilk iterasyonlarda 50 ve 100 civarında olduğu daha sonra ise 10000 iterasyon sonrasında genetik operatör işlemleri sonucunda fonksiyonun optimum değeri olan 30-35 aralığına yaklaştığı görülmektedir.

Tablo 9. GA'da İterasyon Sayıları ve Ulaşılan Optimum Değerler

Generation	En İyi f-sıklığı	Ortalama f(x)	Stall f(x)	Generation
19981	1198920	32.48	32.48	1927
19982	1198980	32.48	32.48	1928
19983	1199040	32.48	32.48	1929
19984	1199100	32.48	32.48	1930
19985	1199160	32.48	32.48	1931
19986	1199220	32.48	32.48	1932
19987	1199280	32.48	32.48	1933
19988	1199340	32.48	32.48	1934
19989	1199400	32.48	32.48	1935
19990	1199460	32.48	32.48	1936
19991	1199520	32.48	32.48	1937
19992	1199580	32.48	32.48	1938
19993	1199640	32.48	32.48	1939
19994	1199700	32.48	32.48	1940
19995	1199760	32.48	32.48	1941
19996	1199820	32.48	32.48	1942
19997	1199880	32.48	32.48	1943
19998	1199940	32.48	32.48	1944
19999	1200000	32.48	32.48	1945
20000	1200060	32.48	32.48	1946

LR modelinin parametre tahmininde kullanılan alternatif iki optimizasyon yönteminden elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 10. En İyi Parametre Tahminlerinin Karşılaştırılması

Parametre Tahminleri	Lojistik Regresyon	
	Newton-Raphson	Genetik Algoritma
$\hat{\beta}_0$ (Sabit)	0.744	0.647
$\hat{\beta}_1$	0.333	0.313
$\hat{\beta}_2$	-1.175	-1.18
$\hat{\beta}_3$	-0.060	-0.037
$\hat{\beta}_4$	-0.006	-0.003
Min(-Log Olabilirlik Fonksiyonu)	32.4960	32.482854664706964

Tablo 10 incelendiğinde, parametre tahminlerinin işaretlerinde ve büyüklüklerinde önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Her iki algoritmadan elde edilen sonuçlara göre, olabilirlik fonksiyonunun negatifinin minimum değerlerine göre GA yaklaşımının NR algoritmasına göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu sonuç bize kategorik bağımlı değişken modellemesinde parametre tahmini için klasik optimizasyon tekniklerinin varsayımlarının sağlanamaması durumunda sezgisel optimizasyon tekniklerinin de kullanılabilir olduğunu ve daha başarılı sonuçların bile elde edilebileceğini göstermiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, GA ve iteratif kök bulma algoritmalarından NR algoritmasının etkinliği, bağımlı değişkenin kategorik yapıda olduğu LR modeli altında incelenmiştir. Ayrıca bu alanda çalışan uygulamacılar için yöntemin Matlab kodları ayrıntılı olarak tanıtılmıştır.

Parametre tahmininde kullanılan NR gibi iteratif yöntemler başlangıç noktası problemi ve optimize edilecek fonksiyonun sürekli ve türevlenebilir olması gibi kısıtlayıcı varsayımlar gerektirmektedir. GA'da ise arama işlemi tek nokta yerine potansiyel çözümlerin bir kümesi üzerinde gerçekleştirilir ve en iyi çözüme ulaşmaya kadar çözümler değerlendirilir. GA'ların, problemlerin çözümü için türev veya diğer yardımcı bilgilere gereksinim duymaması ve yerel optimum noktalara takılmadan global optimum noktalarını bulabilmesi gibi bazı avantajlarından dolayı kategorik bağımlı değişken modellemesinde parametre tahmini için iteratif yöntemlere alternatif olabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla yapılan çalışmada farklı senaryolar altında model parametreleri NR ve GA yaklaşımları ile tahmin edilmiş ve olabilirlik fonksiyonunu en büyük yapan parametre tahminlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlenmiştir. Buna göre, klasik optimizasyon varsayımlarının sağlanması durumunda GA yaklaşımının NR algoritması kadar başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylece, iki düzeyli bağımlı değişken modellerinde klasik optimizasyon varsayımlarının sağlanamaması durumunda kullanılması olanaksız olan NR algoritmasının yerine GA yaklaşımının başarılı bir şekilde uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Agresti, A., (2002). *Categorical Data Analysis*. 2th edt., New Jersey, John Wiley&Sons Inc.

Aguilar-Rivera, R., Valenzuela-Rendón, M., Rodríguez-Ortiz, J.J., (2015), "Genetic Algorithms and Darwinian Approaches in Financial Applications: A Survey", *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7684-7697.

- Altunkaynak, B., Esin, A.,** (2004), “Doğrusal Olmayan Regresyonda Parametre Tahmini İçin Genetik Algoritma Yöntemi”. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 17(2), 43-51.
- Babaoğlu, İ., Findik, O., Ülker, E.,** (2010), “A Comparison of Feature Selection Models Utilizing Binary Particle Swarm Optimization and Genetic Algorithm in Determining Coronary Artery Disease Using Support Vector Machine”, Expert Systems with Applications, 37(4), 3177-3183.
- Goldberg, D.E.,** (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison Wesley, Reading, MA.
- Goldberg D.E., Deb, K.,** (1991), A Comparative Analysis of Selection Schemes Used in Genetic Algorithms, Foundations of Genetic Algorithms., San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- Gordini, N.,** (2014), “A Genetic Algorithm Approach for Smes Bankruptcy Prediction: Empirical Evidence From Italy”, Expert Systems with Applications, 41(14), 6433-6445.
- Hadi, H.S., J.L. Gonzalez-Andujar,** (2009), “Comparison of Fitting Weed Seedling Emergence Models With Nonlinear Regression and Genetic Algorithm”, Computers and Electronics in Agriculture, 65(1), 19-25.
- Hadji, S., Gaubert, J.P., Krim, F.,** (2015). “Theoretical and Experimental Analysis of Genetic Algorithms Based MPPT for PV Systems”, Energy Procedia, 74, 772-787.
- Holland, J.H.,** (1975). Adaptation in Natural and Artificial Systems. USA, University of Michigan Press.
- Holland, J.H.,** (1992). Adaptation in Natural and Artificial Systems. 2th edition, Cambridge, London., The MIT Press.
- Karr, C.L., Freeman, M. L.,** (1999). Industrial Applications of Genetic Algorithms., USA, CRC Press.
- Koh, Y., Yap, C.W., Li, S.C.,** (2008). “A Quantitative Approach of Using Genetic Algorithm in Designing A Probability Scoring System of an Adverse Drug Reaction Assessment System”, International Journal of Medical Informatics, 77(6), 421-430.
- Johnson, P., Graham, P., Wilson, P., Macaulay, L., Maruff, P., Savage, G., Ellis, K., Martins, R., Rowe, C., Masters, C., Ames, D., Zhang, P.,** (2013), “Genetic Algorithm with Logistic Regression for Alzheimer's Disease Diagnosis and Prognosis”, Alzheimer's & Dementia, 9(4), P455-P456.
- Lee, K.H., Kim, K.W.,** (2015), “Performance Comparison of Particle Swarm Optimization and Genetic Algorithm for Inverse Surface Radiation Problem”, International Journal of Heat and Mass Transfer, 88, 330-337.

- Liu, H.H., Ong, C.S.**, (2008), "Variable Selection in Clustering for Marketing Segmentation Using Genetic Algorithms", *Expert Systems with Applications*, 34(1), 502-510.
- Menard, S.**, (2002). *Applied Logistic Regression Analysis*, 2th Edition, USA, Sage Publications.
- Meng, Q., Weng, J.**, (2011), "A Genetic Algorithm Approach to Assessing Work Zone Casualty Risk". *Safety Science*, 49, 1283-1288.
- Mitchell, M.**, (1999). *An Introduction to Genetic Algorithms*, 5th Edition, Cambridge, London, The Mit Press.
- Pasia, J., Hermosilla, A., Ombao, H.**, (2005), "A Useful Tool for Statistical Estimation: Genetic Algorithm", *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 75(4), 237-251.
- Pfeifer, J., Barker, K., Ramirez-Marquez, J.E., Morshedlou, N.**, (2015), "Quantifying the Risk of Project Delays with a Genetic Algorithm", *International Journal of Production Economics*, 170(A), 34-44.
- Reeves, C.R., Rowe, J.E.**, (2002). *Genetic Algorithms Principles and Perspectives. A Guide to GA Theory.*, USA., Kluwer Academic Press.
- Rechenberg, I.**, (1973), *Evolutions Strategie-Optimierungstechnischersystemenach Prinzipien Der Biologischen Evolution.* (PhD.Thesis). Fromman-Holzboog, Germany.
- Stylianou, N., Akbarov, A., Kontopantelis, E., Buchan, I., W. Dunn, K.**, (2015), "Mortality Risk Prediction in Burn Injury: Comparison of Logistic Regression with Machine Learning Approaches", *Burns*, 41(5), 925-934.
- Yuan, F.C., Lee, C.H.**, (2015), "Using Least Square Support Vector Regression with Genetic Algorithm to Forecast Beta Systematic Risk", *Journal of Computational Science*, 11, 26-33.

Derleme

**BANKACILIK SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ
İLE ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ LİTERATÜR
TARAMASI***

Seda KURŞUN^{1*}

Ali Osman KUŞAKÇI²

¹Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş., Uzman Yrd., Ümraniye, İstanbul, Turkey
skursun@albaraturk.com.tr

²İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fak. Endüstri Mühendisliği Böl., İstanbul Turkey
aokusakci@ticaret.edu.tr

Öz

Performans değerlendirmesi çalışmalarında hangi birimin etkin olduğunun bulunması, etkin olmayan birimlerin etkin hale gelebilmeleri için ne gibi aksiyonlar alması gerektiği belirlenmelidir. Bu iş çok sayıda girdi ve çıktının söz konusu olduğu sistemlerde oldukça zordur. Bankacılık sektöründe yaşanan rekabet, bankaların kaynaklarını etkin şekilde kullanmasını gerektirmektedir. Bu durum bankaların sıklıkla kapsamlı performans ölçüm çalışmaları yapmalarını zorunlu kılmaktadır. Birçok farklı yöntemin yanında bankacılık sektöründe yer alan kurumların performansının değerlendirilmesinde Veri Zarflama Analizi (VZA) yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışma bankacılık sektöründe VZA yöntemi kullanarak yapılmış olan performans analizi çalışmalarını incelemektedir. Bu sektörde VZA uygulamalarında hangi girdi ve çıktılara ağırlık verildiği ve hangi VZA modellerinin kullanıldığı tespit edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Veri zarflama analizi, bankacılık sektörü, performans, etkinlik.

Review Article

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY IN BANKING SECTOR WITH DATA
ENVELOPMENT ANALYSIS: A LITERATURE REVIEW**

Abstract

Performance evaluation studies aim to identify which decision making units are effective and what actions to be taken in order to increase the efficiency of inefficient ones. Especially, for systems converting multiple inputs into multiple outputs, evaluation of performance is a difficult task. Due to hard competition in banking sector, banks are required to use their resources wisely. Hence, it is essential that they frequently undertake comprehensive performance evaluation studies. Among many other approaches, Data Envelopment Analysis (DEA) is a method commonly used for this purpose in the banking sector. This work aims to review the studies on banking sector using the DEA method. A special focus is given to different variants of DEA models as well as inputs and outputs used in these models in banking industry.

Keywords: Data envelopment analysis, banking sector, performance, efficiency.

* Received / Geliş tarihi: 11/04/2016

*Corresponding Author/ Sorumlu Yazar:

Accepted / Kabul tarihi: 06/06/2016

skursun@albaraturk.com.tr

1.GİRİŞ

Organizasyonlar, çevresinde var olan kaynakları edinip, bu kaynakları işleyerek mal ve hizmetlere dönüştüren ve çıktı olarak elde ettiği mal ve hizmetleri tekrar kaynak sağlamak üzere veren çevresine birimlerdir. Organizasyonlar birbirlerini etkileyen pek çok alt sistemlerden oluşan açık bir sistemdir (Koçel, 1999). Birçok unsurun ve bağlantının olduğu sistemde performans kavramını anlamak kolay değildir. Çünkü her alt sistemin performansı toplam performansın belirlenmesinde rol oynamaktadır (Kodal, 1998).

Performans, belirlenmiş olan şartlara göre bir işin, malın veya hizmetin yerine getirilme seviyesi ya da işi yapanın tutumu şeklinde tanımlanan, hedefi olan ve planlanmış bir etkinlik sonucunda, sahip olunanı nitel ve nicel olarak belirleyen genel bir kavramdır (Ludeman, 2000).

Performans ölçüm yöntemi belirli amaçlar çerçevesinde her işletmenin veya kuruluşun ihtiyaçları doğrultusunda belirlenir. Performans ölçümüyle işletmelerin eksikleri ve gelişme potansiyelleri ortaya konulmakla birlikte bu eksiklerin giderilmesi için iyileştirmeler yapılmaktadır (Köseoğlu, 2005).

Benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar oluşturan sistemlerde bu girdi ve çıktılar için farklı kombinasyonlar bulunmaktadır. Bu kombinasyonlar karar verme birimleri (KVB) için hangi girdilerin kullanılarak hangi çıktılarının ne oranlarda üretileceği hakkında bilgiler barındırmaktadır. Çok sayıda girdi ve çıktının söz konusu olduğu sistemler için etkinlik ölçümü modellerinde son olarak nonparametrik yöntemler kullanılmaya başlanılmıştır (Demir ve Bakırcı, 2006).

Finansal sistemlerde bankaların temel fonksiyonu ekonomideki parasal tasarrufları toplayarak bunları ihtiyacı olan kişi, işletme ve kurumlara aktarılmasını sağlamaktır. Bankaların ekonomideki işlevleri ise finansal aracılık, kaynaklara akıcılık sağlama, kaynak kullanımındaki etkinlik, kaynakların süre ve tutar değişimi, uluslararası ticareti geliştirme, para politikasının uygulanmasında rol oynama şeklinde özetlenebilir.

Bankalarda performans ölçümü genellikle girdi ve çıktı kalemlerine verilen ağırlıklar ile tespit edilmektedir. Burada bir dış müdahalenin olduğu, o dönem hangi parametreye yoğunlaşılması istenilmişse pazarlama faaliyetlerinde ve şube performansı ölçümünde o kalemlerin değerinin yüksek olması önem arz etmektedir.

VZA, birden çok girdinin ve çıktının olduğu sistemlerde, parametrik yöntemlerdeki gibi önceden tespit edilmiş bir üretim fonksiyonu olmadan ölçüm yapılabilmesi sağlamaktadır. Bu açıdan VZA çalışmaları bankacılık sektöründe performans değerlendirmede önemli bir araç olagelmıştır.

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

VZA benzer işlerin yapıldığı aynı girdileri kullanarak aynı çıktılarının üretildiği, benzer örgütsel yapının olduğu KVB'nin etkinlikleri ölçülmesini sağlamaktadır.

VZA belirli kısıtlar altında çok sayıda değişkeni eş zamanlı olarak değerlendiren matematiksel tabanlı bir yöntemdir. VZA'dan daha iyi sonuçlar alabilmek için çok sayıda girdi ve çıktı ile ölçümler yapılmalıdır. (Dinçer, 2011).

VZA'da KVB'leri çevrelemiş olan bir sınırın var olduğu varsayılır. Bu sınır üzerinde olan KVB'leri etkin diğerleri ise etkin olmayan şeklinde ifade edilir.

VZA'nın uygulama aşamaları aşağıda özetlenmiştir (Yıldırım ve Önder, 2015).

- 1. Karar verme Birimlerinin Seçimi:** VZA'da seçilecek olan KVB'nin homojen yapıda olmaları gerekmektedir. Birimler aynı girdi değişkenlerini kullanarak aynı çıktı değişkenleri elde edilmektedir. VZA'da KVB'nin yeterli sayıda olmasıdır. Bu konuda çeşitli görüşler bulunmaktadır. Bu görüşlerden biri KVB sayısının en az girdi ve çıktı sayısının iki katı kadar gerektiği yönündedir.
- 2. Girdi ve Çıktı Seçimi:** Seçilen girdi ve çıktı değişkenleri tüm KVB için ortak olmalıdır. Girdiler ve çıktılar KVB'nin üretimini en iyi yansıtacak şekilde oluşturulmalıdır. Eksik oluşturulan bir girdi çıktı kümesinde, KVB'nin etkinlikleri olması gerekenden farklı çıkabilir.
- 3. Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği:** VZA'da görelilikleri ölçmek için tüm KVB'ne ait veriler mevcut olması gerekir. Eğer eksik verisi bulunan KVB var ise bu birimler analiz dışında tutulabilir.
- 4. Görelilik Ölçümü:** VZA ile benzer yapıdaki KVB'nin görelilikleri ölçülür. Yöntem, karar birimlerine ait girdi çıktı değişkenleri farklı ölçü birimlerinde olduğundan analize imkan tanımaktadır. VZA modellerinin çözümü için birçok paket program bulunmaktadır. Bu programlardan en çok kullanılanları DEA Solver, Frontier Analyst, DEAP, EMS ve Warwick DEA'dır.
- 5. Etkinlik Değerleri:** VZA'da KVB'nin görelilikleri genel olarak 0 ile 1 arasındaki değerlerle ifade edilir. Görelilik olarak etkin olan KVB etkinlik sınırı oluştururlar ve 1 etkinlik değerini alırlar. Etkinlik skoru 1'den farklı olan KVB ise görelilik olarak etkin olmayan KVB'dir.
- 6. Referans Kümesi:** VZA'da görelilik olarak etkin olmayan KVB'nin her biri için referans kümesi belirlenir. Görelilik olarak etkin KVB'den oluşan bir grup, görelilik olarak etkin olmayan KVB referans kümesini oluşturur.
- 7. Etkin Karar Verme Birimleri İçin İyileştirme:** VZA'nın en önemli özelliklerinden bir tanesi görelilik olarak etkin olmayan KVB'nin her biri için hedef değerler belirlemesidir. Yöntemde referans kümesinde yer alan etkin KVB'nin girdileri ve çıktıları göz önüne alınarak, etkin olmayan KVB için hedef değerler, potansiyel iyileştirmeler belirlenir. Bu sayede karar vericiler birimleri etkin hale getirebilmek için politikalar geliştirilebilir.
- 8. Sonuçların Değerlendirilmesi:** VZA'nın son aşaması olan sonuçların değerlendirilmesi aşamasında görelilik olarak etkin olan ve olmayan KVB hakkında genel bir değerlendirme yapılır.

VZA'da temel olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler,

- Toplamsal Model
- CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Yöntemi
- BCC (Banker-Charnes-Cooper) Yöntemidir (Bakırcı, 2006).

2.1. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Yöntemler

CCR Modeli: Bu modelde sabit getiri varsayımı altında toplam etkinliğin ölçümü yapılmıştır.

Girdi Odaklı CCR Modeli: Çıktı seviyesi değiştirilmeden, bu çıktı seviyesinin etkin şekilde elde edilebilmesi için hangi girdi biriminin ne şekilde değiştirilmesi yönünde araştırma yapan modeldir.

Amaç fonksiyonu:

$$E_o = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$v_i, u_r \geq \epsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n$$

Çıktı Odaklı CCR Modeli: Girdi seviyesi değiştirilmeden etkinliğin sağlanabilmesi için çıktı seviyesinin ne kadar artırılması gerektiği tespit edilmektedir.

Amaç fonksiyonu:

$$E_o = \min \sum_{i=1}^m v_i x_{i0}$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$$

$$v_i, u_r \geq \epsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n$$

Burada; ϵ : Yeterince küçük bir sayı ($\epsilon \leq 10^{-6}$), n : KVB'nin sayısı, s :çıktı sayısı, m :girdi sayısı , $u_r = o$ KVB tarafından r . çıktıya verilen ağırlık değeri, $v_i = o$. KVB miktarı, $y_{ro} = o$. KVB'nin elde ettiği r . çıktı miktarı, $x_{ij} = j$. KVB'nin kullandığı i . girdi miktarı, $y_{rj} = j$. KVB'nin elde ettiği r . çıktı miktarı, u_o : o . KVB'ye ait serbest işaretli değişkendir.

BCC Modeli: Bu model ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında oluşturulmuştur. BCC modelinde, CCR modelinden farklı olarak zarflama formunda $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$, $\forall j$ için $\lambda_j \geq 0$ konvekslik kısıtı bulunmaktadır.

Girdi Odaklı BCC Modeli: Girdi odaklı BCC modelinde de amaç, girdi odaklı CCR modelinde olduğu gibi, girdileri minimize etmektir.

Amaç fonksiyonu:

$$E_O = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_o \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$$

$$v_i, u_r \geq \epsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n$$

Çıktı Odaklı BCC Modeli:

Amaç fonksiyonu:

$$E_o = \min \sum_{i=1}^m v_i x_{io} - v_o$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{r=1}^s y_r y_{ro} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_o \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$$

$$v_i, u_r \geq \epsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n$$

Burada; ϵ : Yeterince küçük bir sayı ($\epsilon \leq 10^{-6}$), n : KVB'nin sayısı, s : çıktı sayısı, m : girdi sayısı, $u_r = o$ KVB tarafından r . çıktıya verilen ağırlık değeri, $v_i = o$ KVB miktarı, $y_{ro} = o$ KVB'nin elde ettiği r . çıktı miktarı, $x_{ij} = j$ KVB'nin kullandığı i . girdi miktarı, $y_{rj} = j$ KVB'nin elde ettiği r . çıktı miktarı, u_o : o KVB'ye ait serbest işaretli değişkendir.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bankacılık sektörünün en önemli fonksiyonu finansal sistemler içerisinde aracılık görevini üstlenmesidir. Tasarruf sahiplerinden toplanan mevduatların, ihtiyacı olanlara aktarılması işiyle bankalar aracılık görevi üstlenmektedir. Bu tasarrufları ihtiyaç sahiplerine ihtiyaçları doğrultusunda (konut kredisi, tüketici kredisi, işletme kredisi vb.) sunmaktadır. Müşterilerinin tasarruflarını korurken, paranın değer kaybını önlemek isteyen müşterileri için elde ettiği kârdan müşterilere de pay verilebilmektedir. Globalleşen ekonomi, bankaların rekabet seviyelerini yükseltmektedir. Bu sebeple bankaların etkinlik seviyelerini arttırması, doğru girdi-çıktı birimleri üzerinde iyileştirmeler yapması gerekmektedir.

Bankacılık sektöründe VZA ile etkinlik ölçümünde çeşitli yaklaşımlar söz konusudur. Kullanılan yaklaşıma göre girdi-çıktı birimleri değişiklik göstermektedir. Bu yaklaşımlar şu şekildedir:

Üretim yaklaşımı: Bu yaklaşımda bankalar üretim yapan sistemler gibidir. Çalışan sayısı, nakdi ve benzeri sermayeyi hesap ve kredilere dönüştürürler. Burada önemli olan adetlerdir, parasal değerler söz konusu değildir.

Aracılık yaklaşımı: Bankalar tasarruf sahiplerinden toplamış oldukları mevduatları, kredi ve diğer varlıklara dönüştürülmesinde aracılık ederler. Bu yaklaşımda parasal değerler söz konusu olmaktadır.

Kârlılık yaklaşımı: Bankalar kârlarını maksimize, maliyetlerini ise minimize etmek isterler. Bu sebeple bu yaklaşımda mevduat sahiplerine verilen faizler girdi olarak, kredilerden alınan faizler ve faiz dışı gelirler ise çıktı olarak ele alınmaktadır. Literatür araştırması yapılırken Türkiye ve uluslararası bankacılık sektöründe yapılmış olan çalışmalar incelenmiş, kullanılan girdi ve çıktı birimleri, hangi birimlerin üzerine yoğunlaştığı tespit edilmeye çalışılmıştır (Cingi ve Tarım,2000).

3.1 Türk Bankacılık Sektöründe VZA Çalışmaları

Bankalar iş hayatına ve yatırımlara yön veren kurumlardır. Türk bankacılık sektöründe üç banka türü vardır. Bunlar; mevduat bankası, kalkınma ve yatırım bankaları ile faizsiz bankalar olarak bilinen katılım bankalarıdır (Bulut ve Er, 2012).

Mevduat bankaları; mevduat kabul eden ve toplamış oldukları mevduatları kredi olarak satan bankacılık türüdür.

Kalkınma ve Yatırım Bankaları: Kalkınma bankaları; kalkınmakta olan ülkelerde sermaye ve teşebbüs girişimlerini desteklemekte, gerekli teknik yardımı sağlayarak endüstrinin gelişmesine katkı sağlayan kurumlardır. Yatırım bankaları ise; Gelişmiş sermaye piyasasının olduğu ülkelerde tasarrufları sermaye piyasaları aracılığıyla kaynak kullanıcılarına aktarmak için görevlendirilmiş ihtisas bankalarıdır.

Katılım Bankaları: Faizsiz bankacılık ve faizsiz finans sistemi olarak adlandırılmaktadır. Faiz hassasiyeti olan tasarruf sahipleri paralarını korumak, tasarruflarını işletmek için katılım bankalarına paralarını emanet ederler. Katılım bankaları bu tasarrufları; mudaraba, murabaha, icara gibi ticaret enstrümanları kullanarak işletir ve katılma hesabı sahipleri yapılan ticaret sonucu elde edilen kara ve zarara ortak eder.

1980 yıllarından sonra Türkiye ekonomisinde liberalleşme ile dışa açılarak piyasaların serbestleşmesi sağlanmıştır (Bulut vd., 2012). Bankacılık sektöründe artan rekabetle birlikte bankalar, daha kaliteli ürün ve hizmetler sunarak müşteri memnuniyetini ve sayısını arttırmayı, maliyetleri azaltma ve karı arttırma gibi faktörler söz konusu olmuştur. Aşağıda Türk bankacılık sisteminde VZA ile 2000 yılı sonrası yapılmış olan çalışmalar yer almaktadır. Çalışmalar çoğunlukla mevduat bankaları ve katılma bankaları üzerindedir. Mevduat ve katılım bankalarının müşteriler ile direk temas halinde olması bunun sebebidir.

Cingi ve Tarım (2000) 1989 – 1996 yılları mevduat pazar payı %1'den büyük olan 4'ü devlet 17'si özel olmak üzere 21 bankanın etkinliklerini VZA ile ölçmüşlerdir.

Özgür (2007) ve Buğan (2015) yapmış oldukları çalışmada katılım bankalarının ve mevduat bankalarının finansal etkinliğini ölçerek rekabet durumlarını analiz etmiştir.

Bay (2009) çalışmasında Türkiye'deki 11 mevduat bankasının 2003-2007 yılındaki etkinliklerini, Savaş (2009) ise 2005-2007 döneminde Türk bankacılık sektöründe

faaliyet gösteren yirmi dört adet mevduat bankası ile yine aynı dönemde faaliyet gösteren mevduat ve aktif pazar payı yüzde birden büyük olan on iki adet mevduat bankası için VZA yöntemi ile etkinlik analizi yapmıştır.

Behdioğlu ve Özcan (2009) 1999–2005 yılları arasında Türkiye’de faaliyet gösteren 29 adet ticaret bankasının etkinlikleri VZA ile ölçülmüştür. Çalışmada, yabancı sermayeli bankaların etkinlik yüzdesi en yüksek tespit edilmiştir.

Seyrek ve Ata (2010) 2003-2008 yıllarında 20 mevduat bankasının etkinliğini VZA ile ölçmüştür. Elde edilen etkinlik değerleri ile önemli finansal göstergelerin tahmin edebilmesi için veri madenciliği tekniklerini kullanmıştır.

Karaca (2010) çalışmasında 2009 yılında Mart, Haziran ve Eylül ayı sonundaki verileri kullanarak Ziraat Bankasının Antalya Bölgesindeki 42 şubesinin etkinliklerini, Mimarbaşı (2011) ise özel bir bankanın 30 bireysel hizmet şubesi için 2010 yılı verileri kullanarak performans ölçümü yapılmıştır.

İslamoğlu (2010) çalışmasında 2005-2007 yılları arasında 19 banka için VZA kullanılarak etkinlikleri ölçülmüştür.

Dağ (2011) ve Akyüz vd. (2013) çalışmalarında verimlilik ölçümünü *Malmquist* toplam faktör verimlilik ile ölçmüşlerdir.

Keklik (2011) özel, kamu ve yabancı sermaye yapısına sahip mevduat bankalarının 2005-2010 yılları arasında Türkiye Bankaları Birliği’nden elde edilen rasyolarla kredi riskleriyle ilgili performansları ölçülmüş ve yapılması gereken iyileştirmeler tespit edilmiştir.

Özdemir ve Demirelli (2013) 2011-2012 yıllarında Türkiye bankacılık sektöründe faaliyet gösteren mevduat bankalarının etkinlikleri hem VZA hem de güvenli bölge kısıtlı model kullanılarak ölçmüş ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

Ada ve Kılıç (2014) 2009-2011 dönemi için, Türkiye’de faaliyet gösteren 4 ve Malezya’da faaliyet gösteren 18 İslami bankanın etkinliklerini VZA ile ölçmüş ve toplam faktör verimlilik değişiminin tespiti için *Malmquist* Toplam Faktör Verimlilik Endeksini kullanmışlardır.

Çizelge 1. Türk Bankacılık Sektöründe VZA ile Yapılan Çalışmalar ve Girdi- Çıktı Değişkenleri

Araştırmacı	Girdiler	Çıktılar	Dönem
Cingi ve Tarım (2000)	Toplam Giderler Toplam Aktifler	Toplam Kar Toplam Kredi Toplam Mevduat Kredi Geri Dönüş Oranı	1989-1996
Özgür (2007)	Mevduat Toplamı- Toplanan Fonlar Personel Giderleri Faiz Giderleri- Kar Payı Giderleri	Kredi Toplamı- Kullandırılan Fonlar Faiz Gelirleri- Kar Payı Gelirleri	2001-2005
Bay	Giderler	Kar	2003-2007

(2009)	Aktifler Bilişim Teknoloji Harcamaları	Kredi Mevduat	
Savaş (2009)	Toplam Aktif Personel Sayısı Şube Sayısı	Toplam Mevduat Toplam Kredi Net Dönem Karı	2005-2007
Behdioğlu ve Özcan (2009)	Personel Sayısı Faiz Dışı Giderler Faiz Giderleri Şube Sayısı	Toplam Mevduat Toplam Kredi Miktarı Net Kar	1999-2005
Seyrek ve Ata (2010)	Toplam Mevduat Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler	Toplam Krediler Faiz Gelirleri Faiz Dışı Gelirler	2003-2008
Karaca (2010)	Toplam Aktif Personel Sayısı Toplam Mevduat	Toplam Kar Toplam Kredi Takibe Düşen Kredi Toplamı	2009(Mart- Haziran- Eylül)
İslamoğlu (2010)	Şube Sayısı Personel Sayısı Toplam Öz kaynaklar Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler	Faiz Gelirleri Faiz Dışı Gelirler	2005-2007
Dağ (2011)	Mevduat-Toplanan Fonlar Faiz Giderleri-Kar Payı Giderleri Personel Giderleri	Krediler Plasman Toplamı- Kullandırılan Fonlar Faiz Gelirleri- Kar Payı Gelirleri Net Ücret Gelirleri	2006-2009
Keklik (2011)	Toplam Krediler ve Alacaklar/Toplam Aktifler Toplam Krediler ve Alacaklar/Toplam Mevduat	Finansal Varlıklar/Toplam Aktifler	2005-2010
Keklik (2011) (Devamı)	Takipteki Krediler (Brüt)/ Toplam Krediler ve Alacaklar Takipteki Krediler (Net)/ Toplam Krediler ve Alacaklar Özel Karşılıklar/Takipteki Krediler(Brüt) Duran		

Aktifler/Toplam
Aktifler
Tüketici
Kredileri/Toplam
Krediler ve Alacaklar

Çizelge 1. Türk Bankacılık Sektöründe VZA ile Yapılan Çalışmalar ve Girdi- Çıktı Değişkenleri (Devamı)

Araştırmacı	Girdiler	Çıktılar	Dönem
Mimarbaşı (2011)	<u>Model 1</u>		
	Banka		
	Müşterilerinin Gişe Bekleme Süresi		
	Banka Müşterisi Olmayan Kişilerin Gişe Bekleme Süresi		
	ATM para Eksikliğinin Giderilme Süresi		
	Banka Müşterisi Şikayet Sayısı	<u>Model 1</u>	
	Banka Müşterisi Olmayan Şikayet Sayısı	Banka Müşterisi Ortalama Fiş/Gişe Sayısı	
		Banka Müşterisi Olmayan Kişilerin Ortalama Fiş/Gişe Sayısı	
		ATM Kağıt Para Bitme Adedi	
			2010
	<u>Model 2</u>		
	Banka		
	Müşterilerinin Gişe Bekleme Süresi		
	Banka Müşterisi Olmayan Kişilerin Gişe Bekleme Süresi		
	Banka Müşterisi Şikayet Sayısı		
	Banka Müşterisi Olmayan Şikayet Sayısı		
		<u>Model 2</u>	
		Ortalama Fiş/Gişe Sayısı	
		Banka Müşterisi Olmayan Kişilerin Ortalama Fiş/Gişe Sayısı	
		ATM Kağıt Para Bitme Adedi	
	<u>Model 3</u>		
ATM para Eksikliğinin Giderilme Süresi			
Banka Müşterisi			

	Şikayet Sayısı Banka Müşterisi Olmayan Şikayet Sayısı		
Akyüz vd. (2013)	Mevduat Özsermaye Faiz Giderleri	Net Kar Faiz Gelirleri	2007-2011
Özdemir ve Demireli (2013)	Personel Sayısı Toplam Mevduat Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler	Toplam Krediler Faiz Gelirleri Faiz Dışı Gelirler	2011-2012
Ada ve Kılıç (2014)	Toplam Varlık Toplam Özkaynaklar	Toplam Mevduat Dönem Kârı/Zararı	2009-2011
Buğan (2015)	Toplam Mevduat Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler	Kredi ve Alacaklar Faiz Gelirleri Faiz Dışı Gelirler	2006-2012

3.2 Uluslararası Bankacılık Sektöründe VZA ile Literatür İncelemesi

Türkiye'deki piyasaların dış ülkelerle bağlantılı olması nedeniyle dünya ekonomisinde meydana gelen gelişmeler ülkemizi de etkilemektedir. Bankacılık sektörü dış ülkelerdeki ticarete aktif rol oynamaktadır. Bu ticareti Türk bankaları muhabir bankaları aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Bu sektördeki uluslararası değişimler Türk bankacılık sistemini de dolaylı veya doğrudan etkilemektedir. Aşağıda farklı ülkelerdeki bankalarda VZA yöntemiyle yapılmış olan etkinlik ölçümü çalışmaları incelenmiştir. Bu çalışmada da Türk Bankacılık sektöründe olduğu gibi 2000 yılı sonrası çalışmalara ağırlık verilmiştir.

Soteriou ve Zenios (1999) banka şubelerinin maliyetlerini, Manandhar ve Tang (2002) ise yalnız maddi olan kaynaklarla değil, maddi olmayan varlıklarında, müşterilere etkin ve kaliteli hizmet sunumu gibi faktörleri göz önünde bulundurarak şubelerin performansını VZA ile ölçmüştür.

Luo (2003) çalışmasında 245 büyük bankanın karlılık ve pazarlanabilirliği verimliliğinin ölçümünde VZA tekniğini kullanmış ve bu bankalardan 34'ünün (%14) karlılığının yüksek iken pazarlanabilirlik verimliliğinin düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Halkos vd. (2004) 1997-1999 yılları arasında yıllara göre 15 ile 18 arasında değişen ticari bankaların etkinliklerini finansal rasyoları kullanarak VZA yöntemiyle ölçmüştür.

Pasiouras vd. (2007) 2000-2004 dönemleri içerisinde Yunanistan'daki 16 banka için etkinlik sınırını belirleyip bankaların etkin olabilmesi için ne gibi önlemler alması gerektiğini belirtmiştir.

Ho ve Wu (2009) 2005 yılında Tayvan'daki 32 banka için 45 farklı girdi-çıkıtı kombinasyonu oluşturarak internet bankacılığı performanslarının ölçümünde VZA tekniğini kullanmıştır.

Paradi vd. (2011) çalışmasında aktif büyüklüğü 600 milyar CAD olan Kanada'nın 5 büyük bankasından birinin 2001 yılı verileri kullanılarak 816 şubesinin şube performansında coğrafi konum, pazar büyüklüğü etkilerini göz önünde bulundurarak, üretim, kârlılık ve aracılık yaklaşımları ile VZA yöntemiyle etkinliklerini ölçmüştür.

Yudistira (2004), Deb (2012) ve Said (2012), yapmış oldukları çalışmalarda İslami Bankaların etkinliklerini VZA yöntemi ile ölçmüşlerdir.

Ftiti vd. (2013) çalışmasında 2005-2009 yıllarında Körfez Arap Ülkeleri İşbirliği Konseyi bünyesindeki ülkelerden seçilmiş 30 İslami bankanın etkinliklerini incelemiştir. Sonuç olarak, nüfus yoğunluğunun ve yurtiçi hasılabın artış gösterdiği ülkelerde faaliyet gösteren bankaların kriz sonrasında etkinliklerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Kao ve Liu (2013) çalışmalarında 2009-2011 yıllarını içeren 3 dönemlik 22 Tatvan ticaret bankasının durumlarını VZA tekniği ile ölçmüşlerdir.

Bader vd. (2008), Efendic (2011) ve Johnes vd. (2012) Konvansiyonel ve İslami Bankaların etkinliklerini VZA yöntemi ile ölçmüşlerdir.

Çizelge 2. Uluslararası Bankacılık Sektöründe VZA ile Yapılan Çalışmalar ve Girdi- Çıktı Değişkenleri

Araştırmacı	Girdiler	Çıktılar	Dönem
Soteriou ve Zenios (1999)	Toplam Şube Maliyeti	Tasarruf ve Vadesiz Hesaplar Yabancı Para Hesapları Şubeler Arası İşlemler Kredi Hesabı Kredi Yenilemeleri Kredi Başlatma İç Hizmet Kalite Verimliliği	1994
Manandhar ve Tang (2002)	Personel Giderler İşletme Malzemeleri Ofis Alanı Teknoloji İşletme Verimliliği İşgücü İşletme Malzemeleri Ofis Alanı Teknoloji	Çalışan Memnuniyeti İşletme Verimliliği Banka İşlemleri Servis Kalite	2002

	Mevduat Bireysel Krediler Ticari Krediler <u>Kârluluk</u> Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler	<u>Kârluluk</u> Faiz Gelirleri Faiz Dışı Gelirler <u>Kârluluk</u> Gelir Kâr	
Luo (2003)	Toplam Varlıklar Özkaynaklar <u>Pazarlanabilirlik</u> Gelir Kâr	<u>Pazarlanabilirlik</u> Pazar Değeri Hisse Senedi Değeri Hisse Başına Kazanç	2000
Halkos vd. (2004)	Faiz Giderleri Toplam Aktifler Personel İşletme Giderleri	Faiz Gelirleri Net Kâr	1997-1999
Yudistira (2004)	Sabit Değerler Personel Giderleri Toplam Mevduat Sabit Değerler	Likit Değerler Toplam Krediler Diğer Gelirler Krediler	1997-2000
Pasiouras vd. (2007)	Mevduat Personel Giderleri	Likit Değerler ve Yatırımlar	2000-2004
Araştırmacı	Girdiler	Çıktılar	Dönem
Bader vd. (2008)	Personel Giderleri Sabit Değerler Toplam Mevduat Mevduat	Krediler Gelir Kar	1990-2005
Ho ve Wu (2009)	Operasyon Maliyeti Personel Ekipman <u>Üretim</u>	Gelir Günlük Erişim Oranı <u>Üretim</u>	2005
Paradi vd. (2011)	Tam Zamanlı Şube Personel Tanımları <u>Aracılık</u> Nakit Dengesi Sabit Değerler Net Takipteki	Müşteri Segmentleri <u>Aracılık</u> Varlık Yönetimi Ev Kredileri Tüketici Kredileri	2001

	Krediler Kredi Zarar Deneyimi	Ticari Krediler Ticari Mevduat Tüketici Mevduatı <u>Kârluluk</u> Komisyon Tüketici Mevduatı Tüketici Kredileri Varlık Yönetimi Ev Kredileri Ticari Mevduat Ticari Kredileri	
Efendic (2011)	Toplam Mevduat Sabit Değerler Personel Giderleri	Krediler Gelir Getiren Diğer Varlıklar	• 2009
Deb (2012)	Mevduat Sabit Değerler Personel Sayısı	Kâr Payı Yatırım Kâr	• 2001-2007
Said (2012)	Personel Giderleri Sabit Değerler Toplam Mevduat Mevduat ve Kısa Vadeli Fonlar	Toplam Krediler Likit Değerler Diğer Gelirler	• 2006-2009
Johnes vd. (2012)	Sabit Varlıklar Genel Yönetim Giderleri Özkaynaklar	Toplam Krediler Gelir Getiren Diğer Varlıklar	• 2004-2009
Ftiti vd. (2013)	Personel Giderleri Sabit Değerler Toplam Mevduat	Toplam Krediler Likit Değerler Diğer Gelirler Vadesiz Mevduat	• 2005-2009
Kao ve Liu (2013)	İşgücü Fiziki Sermaye Satın Alınan Fonlar	Kısa Vadeli Krediler Orta ve Uzun Vadeli Krediler	2009-2011

3.3. Literatür Taramasının Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bankacılık sektöründe farklı yaklaşımlarla performans değerlendirmesi yapılmaktadır. Bu yaklaşımlarda bankacılık faaliyetlerine farklı açılardan bakıldığı için kullanılan değişkenler de farklılık arz etmektedir. Bankacılık sektöründe

bankaların fonksiyonlarını tanımlayan 3 temel yaklaşım vardır (Cingi ve Tarım, 2000).

Üretim yaklaşımı: Bankayı kredi ve mevduat üreten bir işletme olarak görmektedir. Değişkenlerin sayıca değerleri önemlidir.

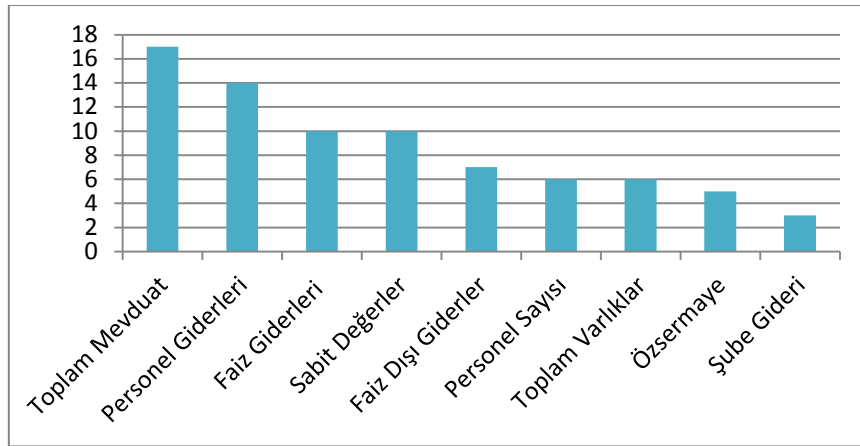
Aracılık yaklaşımında: Banka tasarruf sahibi ve ihtiyaç sahibi arasında aracı bir kurumdur. Bu yaklaşımda parasal değerler kullanılmaktadır.

Kâr yaklaşımı: Bankalar kârlılık sağlamalı ve maliyetlerini azaltmalıdır. Bu yaklaşımda bankanın maliyet kalemlerine faiz ve faiz dışı gider eklenirken, ihtiyaç sahiplerinden almış olduğu faiz gelirleri de çıktıya eklenmektedir.

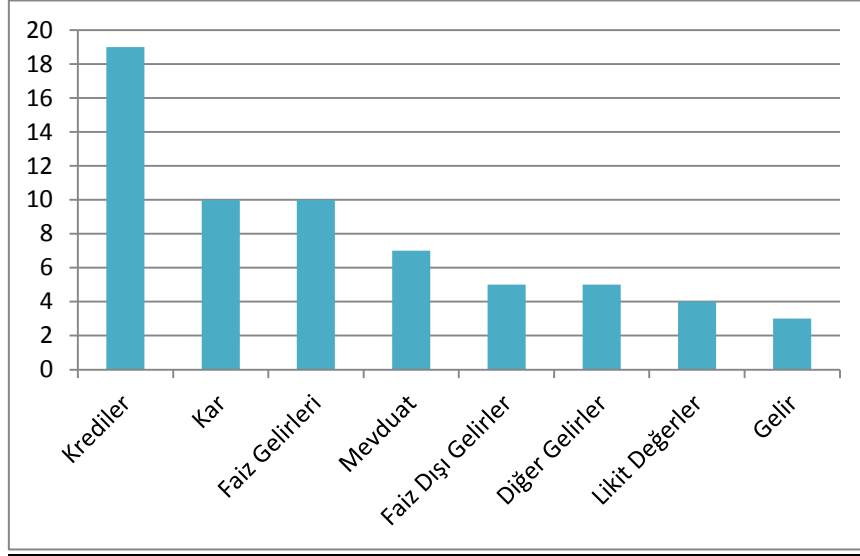
Bu üç yaklaşım dışında hepsinin bir arada kullanıldığı karma yaklaşım tarzı da söz konusu olmaktadır. Bazı çalışmalarda bankacılık sektörü değerlendirmesinde sıkça kullanılan rasyolarla girdi-çıktı belirlenmiştir.

Yukarıda belirtilen yaklaşımlardan hangisinin kullanılacağı araştırmacının araştırdığı problemle doğrudan ilgili olup, girdi-çıktı kalemleri bu doğrultuda belirlenmektedir. Her bir araştırmacının amacının farklı olması sebebiyle yukarıda yer alan çizelgelerden anlaşılacağı üzere girdi ve çıktıların sayıları ve türleri değişmektedir. Yani araştırmacının ilgilendiği sistemlerin farklı olması her bir sistem içerisinde etkin birimin farklı değerinde girdilere ve çıktılara sahip olmasına bu da VZA sonucunda tespit edilen etkinlik yüzeylelerinin farklı olmasına sebep olmaktadır. Her bir problemdeki KVB'lerinin israflarının ve eksiklerinin birbirinden farklı olması, VZA sonuçları doğrultusunda her bir KVB'nin etkinliğinin sağlanabilmesi için farklı aksiyonlar alınmasıyla sonuçlanmaktadır.

VZA ile ilgili olarak bankacılık sektöründe yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde ağırlıklı olarak seçilmiş olunan girdi-çıktı değişkenlerinin Şekil 1'de ve Şekil 2'deki gibi olduğu gözlemlenmiştir. Girdi-çıktı kalemleri değerlendirildiğinde aracılık yönteminin çalışmalarda çok tercih edildiği gözlemlenmektedir.



Şekil 1. Bankacılık Sektöründe VZA ile Etkinlik Ölçümünde Ağırlıklı Olarak Kullanılan Girdiler



Şekil 2. Bankacılık Sektöründe VZA ile Etkinlik Ölçümünde Ağırlıklı Olarak Kullanılan Çıktılar

4. SONUÇLAR

Bankacılık sektöründe etkinlik analizinde yukarıda da görüldüğü gibi girdi-çıkıtı değişkenleri için ortak bir noktadan söz edilememektedir. Bunun nedeni ise bankacılık sektöründe farklı yaklaşımların söz konusu olmasıdır. Söz konusu bu yaklaşımlar üretim, aracılık ve kârlılık yaklaşımıdır. Yapılmış olan bazı çalışmalarda belirtilmiş olan yaklaşımlar karıştırılarak karma bir yaklaşım tarzı oluşturulmuştur.

Üretim yaklaşımında bankalar çalışan sayısı, nakdi ve aynı sermaye gibi kaynakları girdi olarak kullanarak hesap ve kredi adetlerini çıktı olarak ele almışlardır.

Aracılık yaklaşımında ise bankalar toplamış oldukları mevduatları kredi ve diğer varlıklara dönüştürülmesinde aracılık işlerini gerçekleştiren finansal kurumlar olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımda parasal değerler kullanılmaktadır. Mevduatlar ve krediler söz konusu olduğundan faiz cinsinden maliyetler söz konusu olmaktadır. Tasarruf sahiplerinden toplanan mevduatlar, işçilik, diğer faaliyet giderleri, sermayeyi girdi olarak kullanarak, toplam krediler, faaliyet gelirleri çıktı olarak kullanılmıştır.

Kârlılık yaklaşımında bankacılık sektöründe kârı maksimize etmek, maliyetleri minimize etmeye çalışılmaktadır. Bu yaklaşımda faiz giderleri girdi, kullanılan kredilerden elde edilen faiz getirisi ve faiz dışında elde edilen gelirler çıktı olarak ele alınmaktadır.

Yapılan çalışma sonucunda bankacılık sektörü için toplanan fonlar (mevduatlar), kullanılan fonlar (krediler), personel giderleri, sabit değerleri, şube kârı, faiz kârı ve giderinin girdi-çıkıtı için önemli değişkenler olduğu saptanmıştır.

KAYNAKLAR

Akgüç, Öztin., (2007), “Banka Yönetimi ve Performans Analizi”, İstanbul, Arayış Basım ve Yayıncılık.

Akyüz, Y., Yıldız, F., Kaya, Z., (2013), “Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Endeksi ile Toplam Faktör Verimlilik Ölçümü: BİST’te İşlem Gören Mevduat Bankaları Üzerinde Bir Uygulama”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 27.

Altun Ada, A., ve Dalkılıç, N., (2014), “Efficiency Analysis in Islamic Banks: A Study for Malaysia and Turkey”, BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar.

Azadeh, A., Ghaderi S., Mirjalili M., Moghaddam M., (2011), “Integration of Analytic Hierarchy Process and Data Envelopment Analysis for Assessment and Optimization of Productivity in a Large Industrial Bank”, Expert Systems with Applications.

Bader, M., Mohamad, S., Ariff, M., Hassan, T., (2008), „Cost, Revenue, And Profit Efficiency Of Islamic Versus Conventional Banks: International Evidence Using Data Envelopment”.

Bay, M., (2009), “Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemini Kullanarak Verimlilik Araştırması”, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Behdioğlu, S., Özcan, G., (2009), “Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 14, 3.

Buğan, M.F., (2015), “Katılım Bankaları İle Konvansiyonel Bankaların Etkinliklerinin Vza Ve Malmquist TFV Endeksi İle Karşılaştırılması”, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Bulut, H. İbrahim., Er, B., (2012), “Katılım Finansmanı Katılım Bankacılığı ve Girişim Sermayesi”, İstanbul, Türkiye Katılım Bankaları Birliği Yayınları.

Cingi, S., Tarım, A., (2000), “Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması”, Türkiye Bankalar Birliği.

Dağ, S., (2011), “Türkiye’deki Katılım Ve Mevduat Bankalarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Karşılaştırılması”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

- Deb, N.**, (2012), “Evaluation of Online Bank Efficiency in Bangladesh: A Data Envelopment Analysis (DEA) Approach”, *Journal of Internet Banking and Commerce*, s vol. 17, no.2
- Demir , A. , Bakırcı F.**, (2014), “Oecd Üyesi Ülkelerin Ekonomik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analiziyle Ölçümü”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28, 2.
- Dinçer, S. E.**, (2011), “Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü”, *Der Yayınları*, İstanbul.
- Ebrahimnejad, A., Tavana, M., Lotfi, F., Shahverdi, R., Yousefpour, M.**, (2014), “A Three-stage Data Envelopment Analysis Model with Application to Banking Industry”.
- Efendic, V.**, (2011), “Efficiency of the Banking Sector Of Bosnia–Herzegovina with Special Reference to Relative Efficiency of the Existing Islamic Bank”, 8th International Conference on Islamic Economics and Finance.
- Ftiti, Z., Nafti, O., ve Sreiri, S.**, (2013), “Efficiency Of Islamic Banks During Subprime Crisis: Evidence Of GCC Countries”, *Journal of Applied Business Research*, 29(1).
- Halkos, G., Salamouris, D.**, (2004), “Efficiency Measurement of The Greek Commercial Banks With The Use of Financial Rasios: A Data Envelopment Analysis Approach”, *Management Accounting Research*.
- Ho, C., Wu, D.**, (2009), “Online Banking Performance Evaluation Using Data Envelopment Analysis and Principal Component Analysis”, *Computer & Operation Research*.
- İslamoğlu, A.**, (2010), “Türkiye Bankacılık Sektöründe 2005 - 2007 Yılları Arasında Bankaların Veri Zarflama Analizi ile Performans Değerlendirmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Johnes, J., Izzeldin, M., Pappas, V.**, (2012), “A Comparison of Performance of Islamic and Conventional Banks 2004 to 2009”, *Journal of Economic Behavior & Organization*.
- Kao, C., Liu, S.**, (2013), “Multi-period Efficiency Measurement in Data Envelopment Analysis: The Case of Taiwanese Commercial Banks”.
- Karaca, C.**, (2010), “Veri Zarflama Analizi İle Antalya Bölgesindeki Ziraat Bankası Şubelerinin Performans Değerlendirmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keklik, G.**, (2011). “Bankalarda Kredi Riski Yönetimi Performans Analizi ve Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Uygulama”, Yüksek Lisan Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Köseoğlu, M. A.** (2005), “Kamu İktisadi Teşebbüslerinde Performans Ölçümü, Devlet Plânlama Teşkilatı, Uzmanlık Tezleri”.

Luo, X., (2003), "Evaluating The Profitability and Marketability Efficiency of Large Banks An Applications of Data Envelopment Analysis", *Journal of Business Research*.

Manandhar, R., Tang, J., (2002), "The Evaluation of Bank Branch Performance Using Data Envelopment Analysis A Framework", *Journal of High Technology Management Resarch*.

Mimarbaşı, H., (2011), "Banka Şubelerinin Müşteri Odaklılık Endeksi ve Veri Zarflama Yöntemi Yardımıyla Etkinliklerinin Belirlenmesi: Bir Uygulama", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Önder, E., Yıldırım, B.F., (2015), "Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri", Dora Yayınevi.

Özdemir, A., Demireli, E., (2013), "Ağırlıklı Kısıtlı Veri Zarflama Analizi İle Mevduat Bankalarının Etkinlik Ölçümüne Yönelik Bir Uygulama, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9, 19.

Özgür, E., (2007), "Katılım Bankalarının Finansal Etkinliği ve Mevduat Bankaları ile Rekabet Edilebilirliği", Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.

Paradi, J., Rouatt, S., Zhu, H. (2011), "Two-stage Evaluation of Bank Branch Efficiency Using Data Envelopment Analysis".

Pasiouras F., Sifodaskalakis, E., Zopounidis, C., (2007), "Estimating and Analysing The Cost Efficiency of Greek Cooperative Banks: An Application of Two-stage Data Envelopement Analysis".

Said, A., (2012), "Efficiency in Islamic Banking during a Financial Crisis-an Empirical Analysis of Forty-Seven Banks", *Journal of Applied Finance & Banking*, vol.2, no.3.

Savaş, F., (2009), "Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Etkinlik Ölçümü Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Seyrek, İ., Ata, H., (2010), "Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği ile Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü", BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar,4, 2.

Soteriou, A., Zenios S., (1999), "Using Data Envelopement Analysis For Costing Bank Products", *European Journal of Operational Research*.

Yudistira, D., (2003), "Efficiency in Islamic Banking: an Empirical Analysis of Eighteen Banks", *Islamic Economic Studies Vol. 12, No.1*.

Derleme

**GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE MONTAJI KULLANICI
TARAFINDAN YAPILAN MOBİLYALARIN SEKTÖRDEKİ
YERİ***

Berna KAYACAN^{1*}

Yaprak ÖZEL²

Yavuz IRMAK³

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
bernaorman@yahoo.com

²İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye
yaprakozel@aydin.edu.tr

³İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye
yirmak@ticaret.edu.tr

Öz

Günümüzde yaşamın giderek hızlanması ve sosyo-ekonomik koşulların değişmesi toplumsal sınıfların yaşam biçimleri, tarzları ve kalitelerine yansımıştır. Bu yansıma bütün alanlarda olduğu gibi mobilya tasarım sürecini de etkilemiştir. Günlük yaşamın giderek yoğunlaşması, kullanıcıları, daha konforlu bir yaşam için kullanılabilir, ulaşılabilir ve ekonomik çözümler sunan mobilyalara yönlendirmiştir. Bu çalışmada amaç; montajı yapılmadan paketlenerek satışa sunulan, kullanıcı tarafından monte edilerek kullanılan ve gerektiğinde tekrar sökülerek farklı bir mekanda monte edilerek kullanılabilen, mobilyaların avantajlarının ortaya konulması ve kitlelere ulaştırılmasının önemine değinmektir. Bu konu, mobilyanın tarihsel gelişimi içinde araştırılmış, malzeme, biçim, üretim ve pazarlama yönleri bakımından incelenmiştir. Bu şekilde üretilip satışa sunulabilecek ürün yelpazesinin gelişmesi ve daha geniş kitlelerin tercihi haline gelebilmesine olanak sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Demonte mobilya, mobilya, montaj, paketleme, seri üretim, üretim bandı.

Review Article

**THE PLACE OF THE FURNITURE ASSEMBLED BY THE USER IN THE SECTOR
FROM THE PAST TO THE PRESENT**

Abstract

Nowadays speeding up of life and change of socio-economic conditions are reflected on life styles and qualities of social classes. As well as other fields furniture design process is affected by this reflection. The intensity of daily life leded the users to furnitures that offer useful, accessible and economic solutions for a more comfortable life. In this work the aim is; to state the advantages of the furnitures which are packed and sold unassembled, assembled by the user and when neccessary disassembled and assembled again in other place; and the importance of reaching the masses. This topic is searched within the historical development of furniture and examined within the scopes of material, form, production and marketing. Development of the range of products that can be produced and sold in demountable way and becomes the choice of more people.

Keywords: Demountable furniture, furniture, assembly, packing, mass production, production line.

* Received / Geliş tarihi: 25/11/2016

*Corresponding Author/ Sorumlu Yazar:

Accepted / Kabul tarihi: 29/12/2016

bernaorman@yahoo.com

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin ve modernleşmenin getirisi olarak günümüzde yaşamın giderek hızlanması, toplumsal sınıfların yaşam biçimlerine, ekonomik koşullarına, sosyal ve kültürel yapılarına yansımıştır. Bu yansıma birçok alanı etkilediği gibi mobilya tasarım alanını da etkilemiştir. Günlük yaşamın giderek yoğunlaşması, kullanıcıları, akış içinde herhangi bir zorlamaya maruz kalmadan günün çok büyük bir kısmını geçirdikleri iş yerleri ve çok daha az bir kısmını tamamladıkları konut mekanlarında daha konforlu bir yaşam için kullanılabilir, ulaşılabilir ve ekonomik çözümler sunan mobilyalara yönlendirmiştir. Bu hızlı akış ve yoğunlaşan yaşam koşulları hızlı mekan değişikliklerine neden olmakta, yeni mekanlarla mevcut mobilyaların uyumu bir sorun oluşturabilmektedir.

Endüstri devriminin getirdiği üretimdeki yenilikler sayesinde, kullanıcıların beklentilerini karşılayan, sökülüp takılabilen, kolay taşınabilen, ekleme ve eksiltme gibi değişik çözümlerle yeni mekanlara hızla adapte edilebilen mobilya tasarım ve üretimleri yapılmaya başlanmış bu sayede montajı kullanıcı tarafından yapılan mobilya kavramı hayatımıza girmiştir. Zaman ve enerji kaybının en az ve istenilen konfor şartlarına en hızlı ulaşma imkanı sunması bakımından montajı kullanıcı tarafından yapılan mobilyalar tercih edilir olmaktadır. Aynı zamanda çoğunlukla modüler olarak üretilen bu mobilyalar ihtiyaç çerçevesinde değişik varyasyonlar ile yenilenen beklentileri; çoğalıp azalarak, yeni ortama uygun renklere bürünerek veya kapak gibi ek parçalar ile karşılayabilecek cevapları sunabilmektedir. Hem estetik değerler açısından hem de işlevsellik açısından çok daha pratik çözümlere ulaşmak anlamında da tercih edilmektedir.

Bu pratik mobilya üretim ve pazarlama yöntemi ile kullanıcının da tasarım ve kullanım öncesi montaj aşamasına dahil edilmesi, mobilya-kullanıcı arasındaki ilişkiyi ve yeni mekana uyum sağlama adına mekan ile kullanıcı arasındaki ilişkiyi pekiştirmektedir. Böylelikle kullanıcı yeni mekan ve ortamın getirdiği zorlamalar karşısında mekana uyum sağlama ve benimseme açısından zaman kazanmakta ve bu sayede iş gücü artışı sağlanmaktadır.

Montajı kullanıcı tarafından yapılan mobilyalar ile kullanıcı arasındaki bağı oluşturan aşama montaj aşamasıdır. Montajın kelime anlamına baktığımız zaman; kökeni Fransızca “montage” kelimesinden gelmektedir. Fr. Montage “kurmaca” sözcüğünden alıntıdır. Fransızca sözcük *monter* "1. tırmanmak, çıkmak, 2. kaldırmak, dikmek, kurmak, bir şeyi bir şeyin üstüne koymak" fiilinden+age son ekiyle türetilmiştir (www.etimolojiturkce.com/kelime/montaj). Doğan Hasol'un Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü'nde montaj; “bir şeyi meydana getiren parçaları birleştirip tüm haline getirme, kurma” olarak ifade edilmiştir. Türk Dil Kurumuna

göre “monte etmek”; “Bir makine, cihaz veya mobilyanın parçalarını yerli yerine takmak, kurmak” şeklinde açıklanmıştır. Montaj kelimesi bir aygıt ya da eşyanın onu oluşturacak farklı öğelerini uygun tekniklerle birleştirerek kullanılacağı işe hazır hale getirmektir. İngilizce de karşılığı “assembly, installation, mounting, montage, assemblage, fitting, erection” kelimeleridir.

Bu tanımlardan yola çıkarak montaj kelimesi; parçalar halindeki bir ürünün kullanıma hazır hale getirilmesi süreci olarak tanımlanabilir.

Literatürde kavramı tam olarak karşılayabilecek şekilde olmasa da montajı kullanıcı tarafından yapılan veya kendin-yap mobilyalar hakkında bazı çalışmalar bulunmaktadır. Ancak montajı kullanıcı tarafından yapılan mobilya olarak tanımlanmış net bir örnek çalışma bulunmayıp, yerine demonte veya kendin-yap ifadesi kullanılarak hazırlanmış bazı örnekler mevcuttur. Montajı kullanıcı tarafından yapılan mobilyaların kavram olarak ifade edilmediği bir eksik olarak görülmüş ve bu mobilya üretim yönteminin bir kavram olarak değerlendirilebilmesi için bu çalışma yapılmıştır. Bu bağlamda; montajı yapılmadan paketlenerek satışa sunulan, paketin içerisinden çıkan montaj kılavuzu sayesinde kullanıcısı tarafından monte edilerek kullanılan ve gerektiğinde tekrar sökülerek, farklı bir mekanda monte edilerek yeniden kullanılabilen mobilyaların avantajlarının ve kitlelere ulaştırılmasının önemini ortaya konması amaçlanmıştır. Bu konu, öncelikle bu tip mobilya üretimlerinin gerçekleştirilebilmesine zemin hazırlayan, seri üretimle başlayan montaj kavramı hakkındaki gelişmeler ve bu gelişmelerin mobilya sektörüne yansımaları olarak tarihsel süreç içinde araştırılmıştır. Ardından, bu konu mobilyanın malzeme, biçim, üretim ve pazarlama yönleri bakımından incelenmiştir. Bu şekilde üretilip satışa sunulabilecek ürün yelpazesinin gelişmesi ve daha geniş kitlelerin tercihi haline gelebilmesine olanak sunmaktadır.

1.1. Seri Üretimle Başlayan Montaj Kavramının Tarihsel Gelişimi

Sanayi devriminden önce yapılan üretimler, o konuda tecrübeli ustalar tarafından atölyelerde tek tek uğraşarak, uzun sürelerde gerçekleştirilmiştir. Ürünlerde kırılma, bozulma gibi tamirat gerektiren durumlar meydana geldiğinde, el işçiliği ile üretilmiş olması ve her parçanın birbirinden farklılık göstermesi, tamir veya parça değişimini güçleştirdiğinden yalnızca tecrübeli ustalar müdahale edebilmiştir.

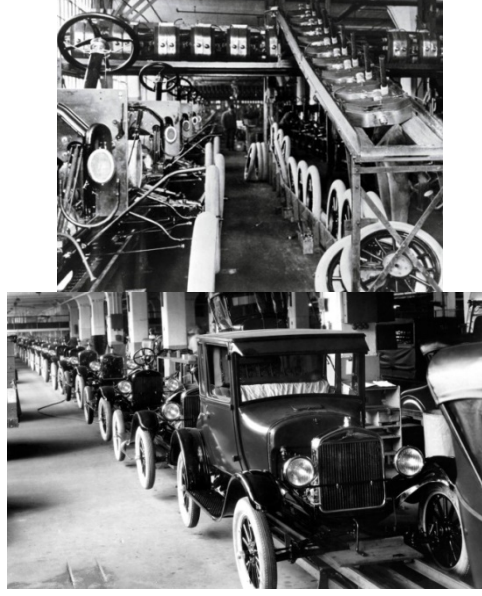
16.yy’ın başlarında Venedik Tersanesi’nde askeri gemilerin kanal boyunca belirli bir yolda ilerletilerek, önünde durduğu atölyelerde sırasıyla kurulmasının, donatımının yapılması; bir montaj hattı üzerinde üretimin gerçekleştirilmesinin ilk örneklerindedir. O dönemde, tecrübeli işçiler tarafından belirli bir standartta tek tek üretilen gemi parçaları, gerektiğinde değişimlerini sağlamak ve zamanı geldiğinde hızlı bir şekilde üretimi gerçekleştirmek amacıyla hazır tutulmuştur (Arsenal, 2016).

İşletme düzeyindeki ilk standardizasyon hareketi ise, endüstri devriminden sonra olmuştur. 1793 yılında ABD’li mucit ve sanayici Eli Whitney üretim ve tamirde yüksek tecrübe sahibi ustaların çalışması gerekliliğini değiştirecek bir yöntem geliştirmiş ve uygulamıştır. Amerikan ordusundan 10.000 adet tüfek siparişi alan Eli Whitney, her biri aynı parçalardan oluşan on adet silah üretmiştir. Parçalarını demonte şekilde karıştırdığı bu silahların montajını Amerikan kongre üyelerinin önünde hızlıca gerçekleştirmiştir. Geliştirdiği bu yöntem sayesinde, silahın bir parçası bozulduğunda, değiştirilmesi kolay, hızlı ve az maliyetli olmuştur. Böylece silah üretiminde usta olmayan kişilerin de çalışması mümkün kılınmıştır. Eli Whitney’in geliştirdiği yöntem ile üretim literatürüne yedek parça, parça değiştirme ve montaj gibi kavramlar girmiş, üretim firmaları daha az kalifiye işçilerle yüksek adetli, hızlı, uygun maliyetli, tamir ve parça değişimleri kolay yapılabilir üretimler gerçekleştirmeye başlamışlardır (Yalındünya, 2014).

Alanında uzman ustalar tarafından tek ve özel olarak yapılan üretime göre; tek bir raylı bant üzerinde hareket eden ürünün, önceden hazırlanmış parçaların yerlerine monte edilerek seri bir şekilde ürün meydana getirme işlemi, aynı üründen aynı standartlarda birçok adette üretebilme imkanı sunmuştur. Bu üretim şekli, kişiye özel ve tek olan üretimlerin yerini alırken, zaman ve iş gücü bakımından da tasarruf sağlamış ve üretim sürecini hızlandırmıştır. Her ne kadar kişiye özel tek ürünlerin kalitesi ile karşılaştırıldığında eksiklikler görülse de, günümüz malzeme ve üretim teknolojilerindeki gelişme ile bu açıklar kapanmaktadır.

18.yy da buhar gücünün mekanik üretimlerde kullanımı endüstri devrimini başlatmıştır. 20.yy da elektrik enerjisi ile çalışan makinelerin seri üretime girmesi ile de 2. dönemine girilmiştir. 1860’larda Chicago’daki et paketleme fabrikasında etlerin hareketli hat üzerinde ilerleyerek, bir işçiden diğerine ulaştırılması ile etin parçalarına ayrılarak paketlenmesinin, ilk hareketli üretim hattı örneği olduğu düşünülmektedir (McGovern ve Gupta, 2011). 20.yy’a kadar yapılan üretimde süreç, akış ve standardizasyona yönelik denemeler modern üretim yöntemlerinde büyük bir devrime alt yapı oluşturmuştur. Bu denemeler sırasında farklı ürünlerin üretim biçimleri yeni gelişimlere esin kaynağı oluşturmuştur. Nitekim mezbahada elektrikli konveyöre asılı etlerin ilerlemesi Henry Ford’a esin kaynağı olmuş ve 1913 yılında Highland Park Michigan’daki fabrikasında geliştirdiği hareketli montaj hattı sayesinde seri üretimin önünü açmıştır. Ford bu yöntem ile, tarihin en çok satan otomobillerinden biri olan “Model T” nin üretimini, birleştirme aşamalarının önceden kurgulandığı parçaların sırasıyla birbirine monte edilmesiyle gerçekleştirmiştir.

Hareketli montaj hattında seri üretim, hareketli bir yol üzerinde ilerleyen ana ürün kasasının durakladığı her bir adımda ek parçaların belirlenmiş tam boşluklarına usta veya robotlar yardımıyla monte edilerek bitmiş ürüne ulaştıran üretim biçimidir (Şekil 1).



Şekil 1. Ford Model T Üretim Bandı Görüntüleri (Ford, 2016), (Palmer, 2014)

“Fordizm” olarak bilinen bu kitlesel üretim yaklaşımı sayesinde, montaj süresi önemli ölçüde azaltılmış ve 1927 yılına kadar 15 milyon “Model T” otomobil monte edilmiştir (Fiell ve Fiell, 2011). Fordizm, kitleler için insan ve makinanın beraber çalıştığı bir sistemle belli bir koordinasyonda standart üretim yapmayı amaçlamıştır. Bu yöntem öncesinde, alanında tecrübeli işçilere ihtiyaç duyulurken, üretim sürecine montaj hattının dahil olmasıyla düşük tecrübeli işçilere de çalışma imkanı doğmuştur.

Fordist üretim biçiminde akış ve hızla ilgili bir sorun bulunmazken, farklı çeşit ürünler üretmek pek mümkün olmamıştır. Ford “Model T” otomobili yalnızca siyah renkte, 1926’ya kadar sadece bir çeşit gövde tipinde üretilmiştir. Henry Ford’un “Siyah olmak şartı ile müşterilerimizin istediği renkte aracı üretiriz” sözü bu dönemleri çok iyi tanımlamaktadır (Yalındünya, 2014).

Ford’un başarısı; tek tip ve kısa sürede, çok adet üreterek maliyeti düşürmesi ile daha geniş kitlelere ürün sunması sayesinde olmuştur. Bu üretim sisteminde esneklik; yani renk model gibi tüketicinin farklılık beklentileri karşılanamamıştır. Ford’un tek tip üretiminin karşısında rakip firma General Motors ise farklı bütçe ve isteklere sahip kullanıcı kitlesine ürün çeşitliliği ile karşılık vermiştir. Bu farklılık, General Motors’u Ford’un önüne geçirmiştir (Saydan,2004).

Seri üretim sistemi ile ortaya çıkan montaj kavramı, üretim sürecindeki bulunduğu aşamaya bağlı olarak farklı ürünler elde edilebilmesine olanak sağlamıştır. Bu

üretimler arz-talep döngüsü, ekonomi ve pazarlama yöntemleri gibi etkiler ile biçimlenmiştir.

Bunlar:

- bitmiş (paketinden çıkartıp kullanılabilen),
- yarı bitmiş (bazı parçaların montajı, renklendirilmesi gibi kullanıcısı tarafından tamamlanarak kullanıma hazırlanan üretimler),
- ham malzemedan üretilmiş,
- sökölüp takılabilen (montajı kullanıcı tarafından yapılmak üzere, paket veya paketlerin, içlerinden çıkan montaj kılavuzları kullanılarak ürünün kullanıma hazır hale getirildiği) veya
- sadece yedek parça gibi üretimler ile karşımıza çıkmaktadır.

1.2. Seri Üretim Ve Montaj Kavramlarının Mobilyanın Üretim Sürecindeki Yeri Ve Gelişimi

Seri üretim sistemi tüm ürün gruplarında olduğu gibi mobilya üretim sektöründe de yerini almıştır. Endüstri devrimiyle teknolojinin ilerlemesi ve dünya savaşlarından sonra yaşam biçimlerinin farklılaşması, yeni mobilyalara duyulan ihtiyacı ve beklentilerini doğurmuştur. Artan talebi karşılayabilmek için standartlaşma ve kitlesel üretim kaçınılmaz olmuştur. Kitlelere ulaştırılabilmesi için, detayları özenle çözümlenmiş standart mobilyalar, herkes için tasarlanıp seri üretilmekte ve bu şekilde ucuza mal edilmektedir.

Avusturyalı mobilya tasarımcısı Michael Thonet'in 1859 yılında tasarladığı No:14 isimli kafe sandalyesi en başarılı endüstriyel seri üretim mobilya olarak tarihe adını yazdırmıştır. Thonet 1830'larda lamine ahşabı buharda bükerek sandalyeler üretilip satmaya başlamıştır. Daha sonraki yıllarda seri üretimlerinin yapılabilmesi için yeni teknikler geliştirerek, üretimdeki makineleştirilmiş metodları kullanmıştır. 6 adet ahşap parçadan oluşan sandalyenin; parçalarını tutkal kullanarak birbirine sabitlemek yerine, bağlantısının vida ile yapılması, bu şekilde demonte vaziyette parçalarına ayrılmış halinin kutulandığı ve montajı yapılacağı yere gönderilmesi tarihteki ilk örnektir (Vegesack, 1997). İşçilerini üretim hattında çalıştırıp, el işçiliği ile montaj teknolojilerini birleştirerek ürettiği Thonet sandalye dünyadaki en başarılı endüstriyel ürün sayılmaktadır. Thonet'in Ford ile ortak noktası; üretim organizasyonunu işi ufak parçalara bölerek sağlaması, montaj odaklı standart üretim ile parça değişimini mümkün kılması ve maliyeti düşük tutma politikasıdır. Bu kriterler ikisinin de kitlelere ulaşan üretimler yapmasını sağlamıştır.

20. Yüzyılın başlarında el sanatları akımını benimsemiş olan ilerici mobilyacılar üretimde endüstri yöntemlerini kısmen kullanmışlardır. 1920'li yıllarda Modernist tasarımcılar tam olarak gerçekleştiremeseler de endüstriyel üretimi amaçlamışlardır. Bu dönemde Artdeko akımının öncüleri arasında da "endüstriyel üretim"e uygun mobilyalar tasarlayanlar olmuş ancak bunlar birer prototip niteliğinde kalmıştır. Mobilya tüketicisi henüz bu grupların öncü tasarımlarını kullanmaya hazır olmadığı için endüstri ürünü olan mobilyalar, orijinallerinin kötü taklitleri olan; süslü, sıradan

ve çok satan eşyalar olmuştur. Çağdaş endüstri ürünü kimliğindeki mobilyalar ancak İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra tüketici tarafından benimsenmeye başlanmıştır ve seri olarak üretilebilmiştir. Savaş sonrası ekonomik sıkıntılar tasarımcıları mobilyanın yapımında “mümkün olan en az malzeme” kullanmaya itmiş ve bu amaçla meydana getirilen kurgularda olağanüstü bir yaratıcılık sergilenmiştir. (Örneğin; Charles ve Ray Eames'in DCM ve Arne Jacobsen'in Karınca İskeleleri). Tasarımlarının endüstri yöntemleri ile üretilmek üzere planlanmasına önem veren Jean Prouve Fransa'da demir ve sacı şekillendirerek oluşturduğu taşıyıcı sistemler ve heykelsi kontrplak mobilyaları ile öne çıkmıştır (Boyla, 2016).

1950'li yıllarda Danimarka mobilyası, teknolojik açıdan endüstri ve el işçiliğinin iş birliği ile ortaya çıkmıştır. Yüzeylerinin işlenmesi el işçiliği ile gerçekleştirilmiş mobilyaların ahşabı; makinelerde kesilmiş ve üretiminde endüstri yöntemleri kullanılmıştır (Boyla, 2016).

1. Dünya Savaşı sonrasında, kitlelere ulaşabilmek için el sanatları ve endüstriyel üretimin bir araya gelmesini avantaj olarak gören Bauhaus Okulu, Almanya'da kurulmuştur. Standartlaşma, rasyonellik, işlevselcilik, malzemede dürüstlük, ekonomik olma, dayanıklılık, taşınıp depolanabilme, sökülüp takılabileme gibi tasarım ve üretim kriterleri günümüz mobilya anlayışına ışık tutmuştur. Üretimde vidaların kullanılmasıyla; mobilyalar istenildiğinde parçalarına ayrılıp istiflenebilmiş, depolanabilmiş ve gerektiğinde parçalar vidalar ile birleştirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir.

2. SERİ ÜRETİM MOBİLYALARDA MALZEME KULLANIMI

Endüstri devrimi sürecinde artan talebi karşılayabilmek için mobilyaların hızlı, ucuz ve yüksek adetlerde üretilebilme gerekliliği; seri üretime daha kolay uyum sağlayabilecek, ham maddesine ulaşmada zorluk yaşanmayacak, üretim süresini kısaltacak, kaliteli aynı zamanda ekonomik olacak yeni malzeme karışım ve türlerinin oluşturulmasını sağlayarak, farklı çözüm ve detaylara yönlendirmiştir.

Mobilya tasarımında, biçimlendirmeye uyum sağlayabilecek malzemenin seçimi, kullanım işleviyle beraber, malzemenin niteliklerine de bağlıdır. Malzeme nitelikleri mobilyanın biçimlenmesinde sınırlayıcı olabilmektedir. Endüstrinin gelişmesiyle oluşturulan yapay ve kompozit yeni malzeme türleri, biçimlendirmeyi sınırlandıran etkenleri ortadan kaldırmaktadır. Doğal ahşaptan elde edilen kontrplak, yonga levha, lif levha gibi yapay ahşap türleri, petrolden elde edilen plastik, silisli kumun eritilmesinden elde edilen cam, alüminyum, çelik gibi metal bileşimleri endüstriyel işlemlerden geçerken, olumlu özellikler kazanan, seri üretime uygun, çağdaş malzemeler olmuştur. Geçirdikleri işlemler sonucu; yangına dayanıklılık, ısı, su ve ses geçirmezlik, yüksek mukavemet, bükülebilme, istenilen boyutlarda üretilebilme gibi özellikleriyle geleneksel malzemelere oranla daha çok tercih edilmektedirler. Kitlesele mobilya üretimini sağlayabilen endüstriyel malzemeler sahip oldukları nitelikler sayesinde kolay şekillendirilebilmekte, kalıba dökülebilmektedir. Bu sayede istenilen ölçü ve biçimde üretilebilmektedir. Malzemelerin standart ölçülerde

üretilmesi, mobilyalarda parça değişimi gerektiğinde kolaylıkla sökülüp yenisi ile değiştirilmesini olanaklı kılmaktadır. Bu yeni malzemeler sayesinde, mobilya üretimlerinde işçilikten tasarruf edilerek iş gücü verimliliği sağlanmaktadır. Modern teknoloji ile her geçen gün yeni malzemelerin geliştirilmesi, günümüz yaşam koşullarının yarattığı yeni ihtiyaç ve beklentilere göre değişen mobilya tasarımlarının üretilmesine imkan vermektedir.

3. SERİ ÜRETİM İLE MONTAJI KULLANICI TARAFINDAN YAPILAN MOBİLYALAR

Bant üzerinde tüm montaj aşamalarından geçmiş, tamamlanmış olan ürünün kullanıcıyla buluşturulması amacı ile, nakledilmeden önceki son aşama yani ürünün sağlam bir şekilde darbeler, yağmur ve benzeri çevre etkilerinden korunarak müşteri ile buluşturma işlemi paketleme (ambalajlama) sürecidir.

Genel bir tanımla ambalaj, üreticiden tüketiciye uzanan yolda, ürünün tanıtımı ve korunması adına alınan yöntemlerin tümüne denilebilir. Teknik açıdan ambalaj; ürünün depolama ve taşınma özellikleri de göz önüne alınarak, tüketici ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde paketlenmesi, sarılması işlemidir (Erdal, 2009).

Michael Thonet'in parçalarına ayrılarak, 1m³ hacime 36 adedinin yerleştirildiği sandalye üretimlerinin ambalajlanmış halde varış noktasına ulaştırılması ile lojistik masrafları düşürülmüş, bu şekilde sandalye fiyatı uygun olmuş ve 1930 yılına kadar 50 milyonun üzerinde satılmıştır (Vegesack, 1997) (Şekil 2). Demonte halde ambalajlanarak sevkiyatının yapıldığı Thonet sandalyelerinin; ait olduğu mekanda montaj aşamasının kime ait olduğu net olarak öngörülmemiş olsa da, üretim detayları sayesinde parçalarının kolaylıkla bir araya getirilebildiği göz önünde bulundurulunca günümüz şartlarında montajı kullanıcıya ait olma özelliğini taşımaktadır.



Şekil 2. Thonet no:14 isimli sandalyenin 1m³ hacimde ambalajlanmış hali (Thonet, 2016)

Amerikalı mobilya imalatçısı Erie J. Sauder 1951 yılında bir kutu içerisine düz bir şekilde yerleştirilerek ambalajlanan, kullanıcının kendi monte edebileceği şekilde hazırlanmış sökülebilir masayı icat etmiştir. Bu mobilya fikri ev ve ofis gibi alanlara ait tam donanımlı ve çok çeşitli koleksiyonlara kadar genişlemiştir. Erie J. Sauder'in bu çalışması montaja hazır mobilya endüstrisini başlatmıştır (Sauder, 2016).

Günümüzde montajının kullanıcı tarafından yapıldığı mobilyaların en büyük örneği, İkea firmasının İsveçli bir tasarımcısı olan Gillis Lundgren'in; 1956 yılında karlı bir kış günü müşterinin adresine teslim edilmesi gereken kolinin arabanın bagajına bir türlü sığmaması üzerine sinirlenip, "Sökün şu masanın ayaklarını" diye bağırmasıyla ortaya çıkmıştır. Keserlerle çiviler çıkartılmış, masanın ayakları sökülmüştür. Sonra masa dört ayakla birlikte ambalajlanmış ve bagaja rahatça girebilecek bir koli haline getirilmiştir. İkea'nın kurucusu İgvar Kamprad, bundan sonra müşterinin evde monte edebileceği mobilyalar üretip pazarlamaya başlamıştır. Bu şekilde nakliye ve montaj müşteriye ait olmuş, büyük ve pahalı ambalajların ağır yükü ortadan kalkmış ve müşteriler yassı kolilerle ambalajlanmış mobilyaları kendileri taşımaya başlamışlardır (Özkan, 2008) (Şekil 3).

Çoğunluk için daha iyi bir günlük yaşam sağlamayı hedefleyen İkea firması, kullanıcılara düşük fiyatlı, işlevsel, kaliteli, göze hoş gelen tasarım mobilyaları sunmaktadır. Bu mobilyalar, yassı kutularının içinden çıkan her biri kendine özel montaj kılavuzları sayesinde, kullanılacak mekanda kolaylıkla parçalarını birleştirerek kullanıma hazır hale getirilmektedir.



Şekil 3. Yassı kutularda taşınan İkea mobilyaları (Bengtsson, 2010) , (İkea Kataloğu, 2017)

4. MONTAJI KULLANICI TARAFINDAN YAPILAN MOBİLYALARIN GEÇMİŞ VE GÜNCEL ÖRNEKLER ÜZERİNDE İNCELENMESİ

Mobilyanın monte edilmeye hazır vaziyette parçalarına ayrılmış ve ambalajlanmış halinin bilinen ilk ve en başarılı örneği şüphesiz Michael Thonet'in 1859 yılında tasarladığı No:14 isimli sandalyedir (Vegesack, 1997). Montajı 10 adet vida

sayesinde kolaylıkla yapılabilen 6 adet ahşap parçadan oluşan bu sandalye; tutkal ile birleştirilmediği için demonte şekilde ambalajlanabilmektedir. Michael Thonet endüstriyel seri üretim şeklini Henry Ford'dan yarım yüzyıl önce keşfetmiş, İkea'dan da yüzyıl önce sandalyeyi parçalarına ayırarak "ambalajlayıp satma" fikrine ulaşmıştır. Halen tüm dünyada üretim ve satışına devam edilen Thonet sandalyelerinin, montajı kullanıcı tarafından yapılan mobilyaların tasarım fikrine alt yapı ve esin kaynağı oluşturduğu kesindir (Şekil 4).



Şekil 4. Thonet no:14 isimli sandalyenin parçalarına ayrılmış hali (Thonet, 2016)

Modülerlik ve demonte kavramlarına önem veren Fransız mimar ve tasarımcı Jean Prouvé'un bu konuda konut ve mobilya tasarımları bulunmaktadır. Yapılamayacak hiçbir şeyin tasarlanmaması gerektiğini savunan Prouvé seri üretim için mobilya tasarımları yapmıştır. Masa "EM" (1950) ve Standart Sandalye No:300 (1950) 30cm yüksekliğinde tek bir kasanın içinde demonte olarak gönderilmeye hazır tasarlanmıştır (Remmele, 2002) (Şekil 5).

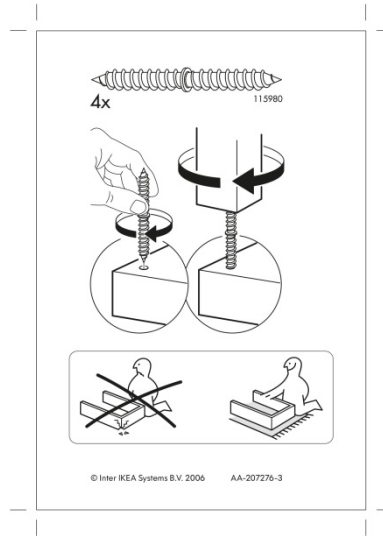


Şekil 5. Masa "EM" ve Standart sandalye no:300 (Remmele, 2002)

1956 yılında müşterilerin evde monte edebileceği mobilya üretme fikrini geliştirip pazarlama stratejisi haline getiren İkea , günümüzde bu konuda en kapsamlı ürün yelpazesine sahiptir. Bu kullanım fikrinin dünya çapında çok geniş bir kitleye ulaşmasına, popülerlik kazanmasına olanak sağlamış bir firmadır. (Şekil 6) (Şekil 7).



Şekil 6. 1956 yılında arabaya sığması için bacakları sökülen ilk (yassı kutu buluşu) İkea Lövet masa (Dezeen, 2013)



Şekil 7. İkea Lack sehpa ve montaj kılavuzu (İkea, 2016)

Vizyonları; insanları elleriyle bir şeyler yapmaya devam ettirerek güçlendirmek olan Greycork Firması, 2013 yılından beri; yüksek kalite malzemelerle üretilen,

kullanıcıya birkaç dakika içinde alet kullanmadan monte edilebilen mobilyaları bir kutu içerisinde daha düşük fiyata ulaştırmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Greycork firması kanepesi (Dezeen, 2015)

Montajı kullanıcı tarafından yapılan mobilya kavramı; son olarak dijital çağın teknolojilerine entegre edilmiştir. “Open Desk” isimli yeni nesil tasarım ofisi, dünyanın herhangi bir yerinde bilgisayardan dijital dosya halinde indirilen mobilya çizimlerinin, lokal üreticilerde; CNC makinesi, 3D baskı, lazer kesim gibi yöntemlerle üretilmesini sağlamaktadır. Bu dijital fabrikasyon yoluyla istenilen yerde üretilen mobilya parçaları, kullanıcılar tarafından kolaylıkla monte edilebilmektedir (Şekil 9). Lokal üretimi destekleyen Open Desk firması; nakliye masraflarının ortadan kalktığı, tasarım maliyeti olmayan, ekonomik, seri üretilen, çevre dostu mobilya alternatiflerini insanlara ulaştırmayı hedeflemektedir.



Şekil 9. Open Desk dijital fabrikasyon mobilya örnekleri (Open Desk, 2016)

5. SONUÇ

Mobilyalar, sadece tek tek el işçiliği ile üretildiğinde; maliyet, malzeme kısıtlılığı, üretim sürecinin uzun sürmesi gibi nedenlerden dolayı sınırlı kullanıma neden olmaktadır. Oysa seri üretim ve üretim bandının, buna bağlı olarak geliştirilen yeni malzemelerin, mobilya sektöründe yerini alması ile üretim ve pazarlama gibi

konularda hızlı bir gelişim sağlanmış ve artık mobilyalar birçok kesim tarafından kullanılabilir olmuştur.

Üreticinin, kullanıcıları ürünün ortaya çıkma evresine dahil etmesi, el becerilerini kullanarak ürünü sahiplenmelerini ve ona bağlanmalarını sağlamaktadır. Bu durum, bir nevi üretici ile kullanıcının iş birliğini gerçekleştirmektedir. Kullanıcının taşıma ve montaj aşamalarına dahil edilmesi ile, bu ortak çalışma, üreticinin lojistik ve iş gücü maliyetlerini azaltmaktadır. Böylece, üretici ürün yelpazesini genişletebilmekte, daha kaliteli ve daha uygun fiyata satılabilen üretimler yapabilmektedir. Sonucun bir parçası olabilen kullanıcı ise, tercihlerini bu tür üretilere yöneltmektedir.

Mobilya üretim sektöründe yerini alan bu üretim biçimi ve bu üretimin bir bölümünü oluşturan montaj ve paketleme konularındaki farklılıklar, kullanıcı ile ürünün buluşmasında da, kullanıcının üstlendiği rolde de değişikliğe sebep olmuştur. En belirgin ve bu üretim tipinin tüm özelliklerini ve avantajlarını üzerinde taşıyabilen üretim tipi; montajı kullanıcısı tarafından yapılan mobilya üretim ve pazarlama yöntemidir. Bu yönüyle diğer üretim ve pazarlama yöntemlerinin önüne geçmesi, bu şekilde üretim yapan firmaların kurulmasına neden olmuştur. Önceleri kısıtlı bir kesime hitap eden bu şekilde üretilmiş mobilyalar, günümüzde daha geniş kitlelere ulaşabilmektedir.

Bu üretim sistemi, oluşumu, gelişimi, ayrıca mobilya üretim sektöründe ve satış pazarındaki yeri ile bir kavram olarak değerlendirilebilir nitelikler taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Arsenal, (2016), (<http://arsenalofvenice.weebly.com/from-craft-production-to-industrial-production.html>); (29.12.2016)

Bengtsson, S., (2010), Ikea The Book, Arvinius Förlag AB.

Boyla, O., (2016), Mobilya Tarihi (<http://www.youblisher.com/p/589306-Mobilya-Tarihi-ekitaplarim-tr-gg/>); (04.04.2016).

Dezeen, (2015), Greycork Challenges Ikea With A Flat-Pack Living Room In A Box., Dezeen Magazine, (<https://www.dezeen.com/2015/08/07/greycork-flat-pack-furniture-crowdfunding-indiegogo-ikea-alternative/>); (04.04.2016).

Dezeen, (2013), Ikea Relaunches First Flat-Pack Table., (<http://www.dezeen.com/2013/07/22/ikea-revives-three-legged-diy-side-table/>); (15.04.2016).

Erdal, G., (2009), Etkili Ambalaj Tasarımı, Bursa, Dora Yayıncılık.

Fiell, C. ve Fiell, P., (2011), Industrial Design A-Z, Köln, Taschen.

Ford, (2016), 100 Years of the Moving Assembly Line, (<http://corporate.ford.com/innovation/100-years-moving-assembly-line.html>); (04.04.2016).

Hasol, D., (2010), Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, 2.Baskı, İstanbul, Yem Yayın.

İkea, (2016), (<http://www.ikea.com.tr/urun-katalogu/oturma-odalari/sehpalar/40104270/lack-yan-sehpa.aspx>); (19.11.2016).

İkea, (2017), 2017 İkea Kataloğu, Kalıpların Dışına Çıkın, (http://onlinecatalogue.ikea.com/tr/tr/ikea_catalogue/pages/68_2); (19.11.2016).

OpenDesk, (2016), Design Furniture For Your Workspace, (<https://www.opendesk.cc/designs>); (04.04.2016).

Özkan, E., (2008), İkea'nın Kalbine Yolculuk, (<http://13temmuz.blogcu.com/ikea-nin-kalbine-yolculuk-elif-ozkan/2405801>); (04.04.2016).

Palmer, R., (2014), Some Assembly Required, (<http://www.worldsciencefestival.com/2014/07/assembly-required/>); (04.04.2016).
Remmele, M., (2002), Constructive Furniture Jean Prouve, Charles & Ray Eames, Publisher Vitra Design Museum.

Sauder, (2016), History of Sauder Woodworking Co., (<http://www.sauder.com/About/Home.aspx>); (29.12.2016).

Saydan, R., (2004), “1900’lerin İlk Yıllarında Ford - General Motors Rekabeti (Üretim ve Pazarlama Anlayışının Karşılaştırılması)”, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 7 Sayı 11, 153-159.

McGovern, S. M. ve Gupta, S. M., (2011), The Disassembly Line Balancing and Modeling, Mc Graw Hill.

Tdk, (2016), Türk Dil Kurumu, Monte Etmek, (<http://www.tdk.gov.tr>); (04.04.2016).

Thonet, (2016), Thonet The History, The Thonet Principle, (<http://en.thonet.de/about-us/thonet-the-story/the-thonet-principle.html>); (04.04.2016).

Vegesack, A., (1997), Dimensions of Design – 100 Classical Seats, Publisher Vitra Design Museum.

Yalındünya, (2014), (<http://www.yalindunya.net/2012-11-10-07-07-23/yalinin-tarihcesi.html>); (10.12.2014).

(<http://www.etimolojiturkce.com/kelime/montaj>); (14.04.2016).

YAYIN KOŞULLARI VE YAZIM KURALLARI

- İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi hakemli bir dergidir.
- Dergi her akademik yılın Güz ve Bahar Dönemlerinde, en az iki sayı yayımlanır.
- Dergimizde yayımlanacak yazılara ilişkin yayın, yazım ve etik koşullar aşağıdadır.

YAYIN KOŞULLARI

1. Dergide *Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca* yazılmış yazılar yayımlanır.
 2. Dergiye basılmak üzere gönderilen araştırma makalesi, tarama makalesi ve bildiri niteliğindeki yazıların daha önce başka bir yerde yayımlanmamış olması ya da yayın için değerlendirme aşamasında bulunmaması gerekmektedir.
 3. Dergide yayınlanacak makalelerin etik kurallara uygun hazırlanması, Ulusal ve uluslararası geçerli etik kurallarına uygun yazılmış olması ve ihtiyaç varsa etik kurul raporlarının alınmış olması gereklidir.
 4. Dergide yayımlanacak yazıların yazım ve dilbilgisi kurallarına uygun olması şarttır.
 - Bu kuralara uygun olan yazılar iki ayrı hakem tarafından değerlendirilir. Hakemlerden birinin olumlu, diğerinin olumsuz görüş bildirmesi halinde üçüncü bir hakeme başvurulur.
 - Yazıların yayımlanması için en az iki hakemin olumlu görüş bildirmesi şarttır.
 - Hakem görüşü doğrultusunda yazarlardan kısaltma ve/veya düzeltme yapmaları istenebilir.
 - Yazı hakkındaki değerlendirme, yazar(lar)a en kısa zamanda hakem raporlarıyla birlikte iletilir.
 - Yazılar olumlu hakem görüşleri alındıktan sonra Editöre sunulur.
 - Yazıların dergide yayımlanması konusunda son karar Editöre aittir.
 - Dergide yayımlanan yazılar ayrıca elektronik ortamda aşağıdaki adreste de yayımlanır.
- <http://www.ticaret.edu.tr/tr/Sayfa/Akademik/IstanbulTicaretUniversitesiYayinlari/IstanbulTicaretUniversitesiFenBilimleriDergisi>
5. Dergide yayımlanan yazıların telif hakları yazarı veya yazarları tarafından karşılıksız olarak İstanbul Ticaret Üniversitesine devredilir. Yazarlar yayımlanacak makaleleri için, **Makale Sunum Formu**'nu doldurmak ve imzalayarak telif haklarını devrettiklerini beyan etmek ve etik kurallara uygunluğu taahhüt etmek zorundadır.
 6. Dergiye basılmak üzere gönderilen yazılar, yayımlansın veya yayımlanmasın yazarına geri gönderilmez.
 7. Dergide yayımlanan yazılardaki görüşler ve bu konudaki sorumluluk yazarına veya yazarlarına aittir.

8. Dergide yayımlanacak çeviri yazılarda çevirmen eserin yazarından ve/veya yayın hakkına sahip kişi veya kurumdan yazılı yayım izni almak ve bu izin belgesini yayın kuruluna iletmek zorundadır.
9. Derginin bir sayısında bir yazarın birden fazla yazısı yayımlanmaz. Ancak ortak çalışma ürünü olan ve birden çok yazarlı çalışmalarda bu koşul aranmaz, Editör görüşü doğrultusunda değerlendirilir.
10. Üniversitemiz bünyesindeki enstitülerde tamamlanan, uygun yüksek lisans veya doktora tezlerinden üretilen makaleler de Dergide işlemekte olan hakem sürecinden geçmek şartıyla yayımlanabilir.

YAZIM KURALLARI

1. Dergimize gönderilen makalelerde “**Araştırma ve Yayın Etiği**” ilkelerine mutlaka uyulmalıdır.
2. Yazılar Microsoft Windows Word 6.0 veya daha üst programda, “Times New Roman” 10 punto ile tek aralıklı yazılmalıdır. Sayfa düzeni için üst 6 cm, alt 5 cm ve kenarlarda sağ 4,5 cm, sol 4,5 cm boşluk bırakılmalı ve her sayfa numaralandırılmalıdır.
3. Yazının ilk sayfasında
 - Yazının başlığı ortalı olarak, 12 punto koyu yazılmalıdır (Büyük harf).
 - Başlığın alt ve sol tarafında yazarın ismi 10 punto koyu verilmelidir.
 - Yazarın bağlı bulunduğu kuruluş ve unvanı yazar adlarının altında 8 punto olarak verilmelidir.
 - Türkçe ve İngilizce olarak yazılmış 100-150 kelimelik özler 8 punto olarak verilmelidir. Öz 2. sayfaya taşınmalıdır. Makale metni 2. sayfadan başlamalıdır.
 - Öz’ün üzerindeki başlık Öz’ün hemen üstünde, Öz’ün dilinde ve 10 punto olarak verilmelidir.
 - Öz’ün altlarında anahtar kelimeler (keywords) 8 punto koyu ve italik olarak belirtilmelidir
4. Giriş ve Sonuç kısımları dahil, yazının tüm bölümleri ve başlıkları numaralandırılmalı ve koyu yazılmalıdır.
5. Yazılarda yer alan tablo içermeyen bütün görüntüler (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita vb.) “şekil” olarak adlandırılmalıdır.
 - Tablo ve şekillere başlık (sıra numarası ve ad) verilmelidir. Tablolarda başlıklar üstte, şekillerde ise başlık altta yazılmalıdır. Tablo ve şekil başlıkları ortalanarak koyu yazılmalıdır. Başlıkta yer alan kelimelerin baş harfleri büyük yazılmalıdır. Tablo başlığından sonra 6 pt boşluk bırakılmalıdır.
 - Tablo veya Şekillere ilişkin olası kaynak bilgileri de tablo veya şeklin altında gösterilmelidir.
 - Denklemlerde verilecek sıra numaraları parantez içinde ve sağ tarafta yer almalıdır.
6. Kaynaklara göndermelerin (atıfların) gösterilmesinde yayın bilgileri, metinde parantez içinde (yazar soyadı, yayın tarihi ve sayfa numarası) sırasıyla verilmelidir. Örneğin;

- Tek yazar; (Kryszig, 2011) İki yazarlı; (Spellman ve Whiting, 2004) Çok yazarlı; (Smith vd., 1993)
 - Bir yazarın aynı yıl içinde yapmış olduğu birden fazla çalışması kaynak olarak kullanılıyorsa; (Smith, 1992 / a), (Smith, 1992 / b)
 - Gönderme yapılan kaynaklar birden fazla ise alfabetik olarak (Dinçkol, 1986; Lalik, 1998; Oğuz, 1997)
 - Bir Kurum'un veya Grup'un eseri olan yayınlara ilk defa yapılacak bir atıf için (Türk Dünyası Mühendisler ve Mimarlar Birliği(TDMMB), 2015); bu kaynağın sonraki tekrarlarında (TDMMB, 2015)
 - Tarihsiz Çalışmalarda “bilinmeyen tarih” bt olarak (Eflatun, bt)
 - Anonim yazılarda (Anonim, 2015)
7. Makalede bulunması gereken ve makalenin sonuna eklenecek **KAYNAKLAR**'da yazarlar soyadlarına göre alfabetik olarak sıralanmalıdır.
8. Çalışmanın içeriğinde gösterilmemiş bir kaynak esere kaynaklarda yer verilmemelidir.
9. Bir yazarın aynı yıl içinde yapmış olduğu birden fazla çalışması kaynaklarda yer alacaksa, yayım tarihinden sonra “a,b,c” gibi ibareler konulmalıdır. (1992 / a) (1992 / b)
10. Kaynaklar kısmında
- Kitaplar
Yazar(lar)ın Soyadı, ve Adının Baş harfi., (yıl), Kitabın Adı, Basım Yeri, Yayınevi.
Pakdemirli, E., (1995), Ekonomimizin Sayısal Görünümü 1923'ten Günümüze, İstanbul, Milliyet Yayınları.
 - Editörlü Kitap
Editör(ler) in Soyadı ve Adının Baş harfi., (edt.), (Yıl), Kitabın Adı, Basım Yeri, Yayınevi.
Şenyüz, K., (edt.), (2004), Takı Tasarımı, İstanbul, Urartı Yayın ve Dağıtım.
 - Editörlü Kitaptan Bölüm
Yazar(lar)ın Soyadı ve Adının Baş harfi., (Yıl), Bölümün Başlığı, Editör(ler) in Soyadı ve Adının Baş harfi.,(edt.), Kitabın Adı, (Sayfa Aralığı), Basım Yeri, Yayınevi.
Arens, A., and Loebbecke, J., (2000), The Audit Process, Elder. R., Beasley. M., (edts), Auditing-An Integrated Approach, (141- 217), New Jersey, Prentice Hall,
 - Dergilerdeki Makaleler
Yazar(lar)ın Soyadı, Adının Baş harfi., (Yıl), “Makalenin Başlığı”, Derginin Adı, Cilt(Sayı), sayfa aralığı.
Seferoğlu, H., Şimşek, N., (2011), “The Banach Algebras Generated by Operators with One-Point Spectrum”, Acta Mathematica Sinica, 1(31)(2) (201), 673-680.

- Web Sitesinden Doküman
[http://www.\(sitenin adı\)](http://www.(sitenin_adi)). [gün, ay, yıl, web;]

NOT: Dergimize yayımlanmak üzere makale gönderecek yazarların, yukarıda verilen yazım ve etik kurallarına uymaları zorunludur. Yazıya yazar ya da yazarların adresleri ve e-posta adresleri de eklenmelidir. Yazının elektronik ortamdaki “.doc” veya “.docx” uzantılı kaydı, dergi adresine elektronik posta yoluyla gönderilmek zorundadır.

Dergi e-mail adresi: fendergi@ticaret.edu.tr

<http://dergipark.gov.tr/ticaretfbd>

Adres /Address

İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

Küçükyalı E-5 Kavşağı İnönü Cad. No:4

34840 Küçükyalı-İSTANBUL

Tel:(+90) 216 489 18 88 (3141) Fax: (+90) 216 489 02 69

ISSN: 1305-7820

Makale Sunum Formu
Manuscript Submission Form

Makaleyi sunan yazar : _____
Corresponding Author

Makalenin Başlığı : _____
Title

Makalenin ilgili olduğu anabilim dalı : _____
Research field of the submitted work

Makale ile ilgili anahtar kelimeler : _____
Keywords

Makalenin yazarları : _____
Complete list of authors

Makalenin Türü : _____
(Araştırma Makalesi,
Tarama Makalesi, Bildiri, Çeviri, Diğer)
Category of the manuscript
(*Research Article, Review Paper, Report, etc*)

Makale No : _____
(Makale teslim alındığında
verilecek numara)
Manuscript reference number

(*Assigned Upon submission*)
Makaleyi sunan yazarın,
Corresponding author's
Çalıştığı kurum (*company*) : _____

Posta adresi (*address*) : _____

e-posta adresi (*e-mail*) : _____

Telefon no (*Phone*) : _____

Sunulan makalenin sayfa sayısı : _____
Number of pages

Makalenin sunulduğu tarih : _____
Submission date

İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi'nde yer alacak yazılara ilişkin etik kuralları kabul ettiğimi, telif koşullarını kabul ettiğimi ve yazımın telif haklarını İstanbul Ticaret Üniversitesine devrettiğimi bildiririm.
I accept to comply with the requirements and ethical rules for the articles to be submitted to Istanbul Commerce University and the transfer of copyright to Istanbul Commerce University.

Makaleyi sunan yazarın imzası : _____
Signature of the corresponding author

Forma ulaşmak için <http://www.ticaret.edu.tr/uploads/dosyalar/2014/2014924153251108.pdf>
To obtain form