

15th ISEOS

PROCEEDINGS BOOK

15th International Symposium on Econometrics,

Operations Research and Statistics

22-25 May 2014 Suleyman Demirel University



Suleyman Demirel University, Department of Econometrics





ORGANIZING COMMITTEE

Hakan DEMİRGİL
Abdullah EROĞLU
Sadık ÇÖKELEZ
Kenan Oğuzhan ORUÇ
Aliye Atay KAYIŞ
Yılmaz KILIÇASLAN
Erdoğan ÖZTÜRK
Harun SULAK
Yusuf DEMİR
Murat ÇUHADAR
Meltem AYCAN KARAATLI
Ömer Utku ERZENGİN
Hikmet ORHAN
Hakan BOZDAĞ
Vedat BAYDAR
Onur DEMİREL
Aykut SEZGİN
Buhari DOĞAN
Süha ÇELİKKAYA
Süleyman Kağan GÜRBÜZ
Faruk ERİNCİ
Harun ÖZTÜRK
Pınar ARSLAN
Canan ŞENTÜRK
Fatih DEMİR
Hande UZUNOĞLU ÜNLÜ



ISEOS 2014

15th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECONOMETRICS, OPERATIONS RESEARCH AND STATISTICS

Isparta, Turkey, May 22-24, 2014

Editors

Kenan Oğuzhan Oruç

Hakan Demirgil



ISBN: 978-9944-452-80-9

DISCLAIMER

All articles have been printed as received and formatted for uniformity and the Organizing and Scientific Committees cannot be claimed responsible of the contents and future applications.



CONTENTS

ECONOMETRICS.....	9
AN APPLICATION OF KEYNESIAN CONSUMPTION FUNCTION AND MULTIPLIER ON TURKISH ECONOMY.....	10
AR - GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: PANEL VERİ ANALİZİ.....	24
AR-GE'NİN TEŞVİKİ AMACIYLA UYGULANAN MALİYE POLİTİKALARININ ETKİNLİĞİ VE GELİŞMİŞ ÜLKELERDEN ÖRNEKLER	40
BİREYSEL EMEKLİLİK FONLARINI BELİRLEYEN FAKTÖRLER: OECD ÖRNEĞİ	54
BURS VE SOSYAL YARDIM ALAN ÖĞRENCİLERİN HARCAMA VE AİLE GELİR BEYANLARININ EKONOMETRİK MODELLENMESİ.....	65
ÇALIŞAN KADIN BOŞANIYOR MU? TÜRKİYE ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ	78
DIŞ TİCARET-REEL DÖVİZ KURU İLİŞKİSİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME (2004-2013)	90
DIŞ TİCARETTE REKABET GÜCÜNÜN BELİRLEYİCİSİ OLARAK AR-GE VE İNOVASYON: EKONOMETRİK BİR ANALİZ.....	108
DÖVİZ KURU OYNAKLIĞININ TÜRKİYE'NİN EURO ALANINA OLAN İHRACATI ÜZERİNE ETKİSİ (2002-2013).....	122
FİNANSAL İSTİKRARSIZLIK VE KURUMSAL KALİTE (YÖNETİŞİM) İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	138
FORECASTING BIST NATIONAL-100 INDEX BY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND REGRESSION MODELS	155
HİSSE SENEDİ ENDEKSLERİNE YÖNELİK YATIRIM TERCİHLERİ: BİST 100 ÜZERİNE BİR UYGULAMA.....	167
KAMU HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNE WAGNER YASASI ÇERÇEVESİNDEN BİR BAKIŞ: TÜRKİYE İÇİN EKONOMETRİK BİR ANALİZ.....	182
MACROECONOMIC DETERMINANTS OF MERGER AND ACQUISITIONS IN TURKEY: AN ARDL BASED COINTEGRATION APPROACH.....	192
MALİYE POLİTİKASI AÇISINDAN REEL KAMU HARCAMALARI & EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ İÇİN ÇOK VEKTÖRLÜ EŞBÜTÜNLEŞİM ÇÖZÜMLEMESİ VE YAPISAL VEKTÖR HATA DÜZELTME MODELİ BULGULARI.....	203
PARA VE FİZİKİ SERMAYE İLİŞKİSİ: MCKINNON TAMAMLAYICILIK HİPOTEZİ TÜRKİYE EKONOMİSİ İÇİN NE KADAR GEÇERLİ?.....	223
PETROL FİYAT GETİRİLERİ İLE BIST ANA SEKTÖR GETİRİLERİ ARASINDA RİSK İLİŞKİSİ	234
SABİT İKAME ESNEKLİKLİ ÜRETİM FONKSİYONUNUN İKAME ESNEKLİK PARAMETRESİNİN TAHMİN EDİLMESİ: ÖRNEK OLAY İNCELEMESİ.....	250
SATIN ALMA GÜCÜ PARİTESİ TEORİSİNİN GEÇERLİLİĞİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ.....	262
TÜRKİYE EKONOMİSİ İÇİN SERMAYE HİZMETLERİ ENDEKSİ: BÜYÜME MUHASEBESİ YAKLAŞIMI.....	274



TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİ, FİNANSAL GELİŞME, EKONOMİK BÜYÜME, SANAYİLEŞME VE KENTLEŞME: ÇOKLU YAPISAL KIRILMALI BİR ARAŞTIRMA	284
TÜRKİYE'DE SANAYİ SEKTÖRÜ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN KALDOR YASASI ÇERÇEVESİNDE SINANMASI: EKONOMETRİK BİR ANALİZ.....	296
WHAT DETERMINES TO HOLD A HIGH-PAYING JOB? THE CASE OF TURKEY	310
WHAT IS THE SIGNIFICANCE OF IMPROVING HEALTH LEVEL IN ACCELERATING ECONOMIC GROWTH?.....	322
YABANCI SERMAYENİN BÖLGELER ARASINDAKİ DAĞILIM FARKLILIKLARI VE TERCİH NEDENLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	335
YABANCI YATIRIMCI PORTFÖYLERİNE KUR RİSKİNİN ETKİSİ.....	346
YURT DIŞI EĞİTİM PROGRAMLARININ BİREYLERİN KISA VE UZUN DÖNEM GELİRLERİNE ETKİSİ: ÇALIŞANLAR ÜZERİNE EĞİLİM SKORU EŞLEŞTİRMESİ UYGULAMASI.....	359
STATISTICS.....	373
BAĞIMSIZ İKİ ÖRNEK ORTALAMASINI KARŞILAŞTIRMADA RANK TRANSFORM METODUNUN KULLANILMASI İLE OLUŞAN AMPİRİK I.TİP HATA ORANI.....	374
BAYESIAN MULTINOMIAL LOGISTIC REGRESSION MODEL OF ORGANIC FOOD BUYERS DATA	383
BULANIK ORTAMDA SATIŞ GELİRLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK ÇOKLU REGRESYON TAHMİN MODEL ÖNERİSİ VE BİR TEKSTİL İŞLETMESİNE UYGULANMASI. 394	
DEVLET ÜNİVERSİTELERİNİN AKADEMİK PERFORMANSLARININ ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME YÖNTEMİ İLE ANALİZİ.....	406
ÖZEL DERSANE VE KOLEJLERDEKİ ÖĞRETMENLERİN TÜKENMİŞLİK DÜZEYLERİNİN MASLACH VE KOPENHAG ENVANTERLERİNE GÖRE ÖLÇÜLMESİ VE KARŞILAŞTIRMASI	417
HİBRİD SİSTEMLER İÇİN BAYESÇİ YAKLAŞIM.....	425
LIMITATIONS IN AVERAGE RUN LENGTH CALCULATIONS IN STATISTICAL PROCESS CONTROL	446
LOJİSTİK REGRESYON VE BANKACILIK VERİLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA.....	455
NODEXL İLE SOSYAL AĞ ANALİZİ: #AKADEMİKZAM ÖRNEĞİ	464
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ'NDE OKUYAN ÖĞRENCİLERİN BAŞARI DURUMLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ	483
RAYLI SİSTEM FİLO ARAÇLARINDA ARIZA DAĞILIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	492
SOSYAL AĞ VERİLERİNİN KUVVET YASASI OLASILIK DAĞILIMINA UYGUNLUK ANALİZİ: TWITTER ÖRNEĞİ.....	501
SU KİRLİLİĞİ VE SUBJEKTİF YOKSULLUK ÜZERİNE BİR ALAN ÇALIŞMASI: AŞAĞI BÜYÜK MENDERES HAVZASI ÖRNEĞİ	524
SÜREKLİ BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER İÇİN ORANSAL ODDS MODELİ, KARAR AĞACI ve YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRMA PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	535
THE DETERMINATION OF THE FACTORS EFFECTING THE STUDENTS' FOREIGN LANGUAGE ACHIEVEMENT AT PAMUKKALE UNIVERSITY BY USING LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS	552



TOPKAPI SARAYI MÜZESİ'NDE ZİYARETÇİ PROFİLİ VE MEMNUNİYET ARAŞTIRMASI: ÖLÇEK TASARIMINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA	560
TÜRKİYE'DE HAVA YOLU ULAŞIM TALEBİNİN BOX-JENKINS VE GRİ TAHMİN YÖNTEMLERİ İLE TAHMİNİ	576
TÜRKİYE'DEKİ DOLAR KURU VOLATİLİTESİNİN MODELLENMESİ	589
TÜRKİYE'DEKİ İŞ KAZALARININ GELECEK YILLAR İÇİN TAHMİNİ	601
TÜRKİYE'NİN MOBİLYA SEKTÖRÜ REKABETÇİLİĞİNİN REKABET GÜCÜ ENDEKSLERİ BAKIMINDAN ANALİZİ VE BAZI TESPİTLER	612
OPERATIONS RESEARCH	623
A FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS MODEL FOR THE EVALUATION OF PRINT ADVERTISEMENT DESIGNS	624
ACİL SERVİS ANAHTAR PERFORMANS ÖLÇÜTLERİNİN BULANIK AHP İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ	644
BİNA ISI YALITIMINDA KULLANILAN EN UYGUN MALZEMENİN SEÇİMİNDE AHP YÖNTEMİNİN UYGULANMASI	655
BİR RAYLI TAŞIT İÇİN PROJE YÖNETİMİ UYGULAMASI	664
BORSALARIN PERFORMANSININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI	673
BUILDING SCENARIOS FOR WIND ENERGY WITH FUZZY COGNITIVE MAPS	690
BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSES KULLANILARAK TÜRKİYE'DE NÜKLEER ENERJİ SANTRALİNİN KURULUŞ YERİ SEÇİMİ	699
BULANIK ÖLÇÜ UZAYLARI ve BULANIK KOALİSYON FONKSİYONLARININ RIESZ AYRIŞIMI	710
ÇOK AMAÇLI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: GLOBAL KRİTER ve ÖNCELİKLİ HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI	714
DEPO SÜREÇLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA	722
DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON ANALYTIC NETWORK PROCESS FOR NON-TRADITIONAL MACHINING PROCESS SELECTION	727
EKONOMİK BİR BÜYÜME MODELİ'NİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TAHMİNİ VE TÜRKİYE UYGULAMASI	738
GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR TEKSTİL FABRİKASINDA UYGULAMA ÇALIŞMASI	750
GSM OPERATÖRÜ KULLANICILARININ MÜŞTERİ MEMNUNİYETİNİN TOPSIS YÖNTEMİYLE ÖLÇÜLMESİ	763
GUGUK KUŞU ALGORİTMASI: BİR PLASTİK ATIK TOPLAMA UYGULAMASI	775
HÜCRESEL ÜRETİMDE İŞGÜCÜ PLANLAMASI VE UYGULAMASI	785
İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİNİN YEREL AĞIRLIKLARININ BULUNMASINDA LP-GW-AHP METOT	792
KARMA İMALAT ORTAMI İÇİN ÜRETİM SEVKİYAT ENTEGRE PLANLAMASI	799
KLASİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE KATEGORİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİNİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ	808



LOJİSTİK MERKEZİ YER SEÇİMİ İÇİN ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİNİN KULLANILMASI	823
MAKİNE SEÇİMİ İÇİN BULANIK DEMATEL VE BULANIK TOPSİS YÖNTEMLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ.....	836
MOBİL İŞLETİM SİSTEMLERİNİN BULANIK VIKOR YAKLAŞIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	852
ON FILLED FUNCTION METHOD AND APPLICATIONS	864
ORACLE VERİ TABANINDA PL/SQL DİLİNDE GENETİK ALGORİTMA KULLANILARAK YAPAY ZEKA VE BULANIK MANTIK TABANLI SORGULAMAYAZILIMI GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI	872
PATIENT PROFILE DETERMINATION FOR A PHARMACY VIA DATA MINING CLASSIFICATION TECHNIQUES	892
PERFORMANCE EVALUATION OF THE HYBRID APPROACHES FOR SOLVING THE CAPACITATED LOT SIZING PROBLEM WITH SETUP CARRYOVER AND BACKORDERING	900
RESEARCH AND ANALYSIS ON A FURNITURE PRODUCTION SYSTEM VIA VALUE STREAM MAPPING AND WORK STUDY	915
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE MERMER İŞLETMELERİNİN ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ	950
YAMUK BULANIK SAYILARLA BİR BULANIK EKONOMİK SİPARİŞ MİKTARI MODELİ.....	976
YAPAY ARI KOLONİ ALGORİTMASI İLE ZAMAN PENCERELİ TAKIM ORYANTİRİNG PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ	986
YAPAY SİNİR AĞLARI ÇOKLU LOJİSTİK REGRESYON VE ÇOKLU DİSKRİMİNANT ANALİZ YÖNTEMLERİNDEN YARARLANARAK YEREL SEÇİMLERDE SEÇMEN TERCİHLERİNİN SINIFLANDIRILMASI: OSMANİYE İLİ UYGULAMASI.....	1000
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ İLE TÜRKİYE'DEKİ TURİZM GELİRİNİN TAHMİN EDİLMESİ.....	1022
POSTERS.....	1031
DEPO PLANLAMASI ve ÜRÜNLERİN DEPOLARA ATANMASI PROBLEMİNİN MODELLENMESİ.....	1032
PARA POLİTİKASI ARAÇLARININ ENFLASYON HEDEFLEMESİ ÜZERİNE GÖRELİ ETKİSİ: TÜRKİYE EKSENİNDE BİR ZAMAN SERİSİ ÇÖZÜMLEMESİ.....	1040
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN İNTERNET KULLANIM TERCİHLERİNİN AHP KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ.....	1053

MOBİL İŞLETİM SİSTEMLERİNİN BULANIK VIKOR YAKLAŞIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Bahadır Fatih YILDIRIM¹

Arş. Gör. Sultan KUZU²

Arş. Gör. Muhlis ÖZDEMİR³

Özet

Zaman ve mekândan bağımsız olarak istenen bilgiye anında ulaşabilme imkânı sunan mobilite, internet ve mobil cihazların her geçen gün daha çok yaygınlaşmasıyla günlük hayattaki kullanım alanını artırmaktadır. Araştırmalara göre 2013 yılı 4. çeyreğinde sevkiyatı yapılan mobil cihaz (akıllı telefon, tablet) sayısı, kişisel bilgisayar (PC) sayısını geride bırakmıştır. 2014 yılında PC sevkiyatının 300 milyonun altına inmesi, tablet/akıllı telefon sevkiyatının ise bir önceki yıla oranla yaklaşık 1,5 kat artış göstereceği öngörülmüştür. Günlük hayat ile iş hayatını birleştiren mobilite kavramı günümüz iş dünyasında iş süreçlerini de değiştirmektedir. Ayrıca mobilitenin, sistem içindeki en alt birimden en üst birime kadar kişilerin çalışma şeklinde ve şirket içi iletişimde önemli değişimlere neden olduğu gözlenmektedir.

Bu çalışmada, mobilitenin en önemli enstrümanı olan mobil cihazlar üzerinde donanım ve yazılımın uyumlu çalışmasına, kontrol edilmesine ve yönetilmesine olanak sağlayan mobil işletim sistemleri, belirlenen kriterlere göre uzman görüşü alınarak Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımlarından VIKOR yöntemi ile değerlendirilmiş, karar verme sürecinin doğasında bulunan belirsizliği gidermek üzere bulanık sistem teorisi de karar sürecine dahil edilerek karar problemi Bulanık VIKOR yöntemi ile çözülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bulanık VIKOR, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık Mantık, Mobil İşletim Sistemleri, Mobilite

Jel Kodu: C02, C44, C61

Abstract

Independently of time and space that provide access to the requested information mobility, internet and mobile devices more widespread usage in daily life increases every day. According to research in the 4th quarter of 2013 with shipments mobile device (smartphone, tablet) number, personal computer (PC) is the number left behind. In 2014, PC shipments fall below 300 million and tablet / smart phone shipments compared to the previous year is expected to increase about 1.5 times. Combining the daily life and business life mobility concept, also changing the business process in today's business. In addition, the mobility, from the sub-units to the uppermost unit peoples in the system are observed to be study form and intra-company communication causing the changes.

In this study, the most important instrument mobility on the mobile devices to work compatible hardware and software, allowing controlling and managing mobile operating systems, according to the criteria set by the expert opinion of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) approaches are evaluated with VIKOR, in the decision-making process to address uncertainties inherent, the theory of fuzzy systems were included in the decision process decision problem is solved by the method of fuzzy VIKOR.

Keywords: Fuzzy VIKOR, Multi-criteria Decision Making, Fuzzy Logic, Mobile Operating Systems, Mobility

Jel Codes: C02, C44, C61

giriş

İnternetin hayatımızı değiştirdiği, bilgi paylaşımının dünyayı yeniden şekillendirdiği, mobilitenin sınırları ortadan kaldırdığı günümüzde akıllı cihazlar son kullanıcıların zaman ve bilgiyi yöntemede en büyük yardımcısı konumundadır. İletişimin giderek mobile kayması, teknoloji şirketlerini mobil teknolojilere yönlendirmektedir. Madreport adlı mobil reklam sektörü araştırma raporuna göre, 2013 yılının sonuna kadar dünya genelinde 800 milyon akıllı telefon satılacağı öngörülmüş, bu artışla birlikte dünyadaki akıllı telefon sayısının 2 milyara yaklaşacağı belirtilmiştir (Mobilite, 2013). Bu hızlı

¹ İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, bahadirf.yildirim@istanbul.edu.tr

² İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, sultan.kuzu@istanbul.edu.tr

³ İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, muhlisozdemir@istanbul.edu.tr

yükselişayını zamanda internet hizmetlerinin mobile taşınmasını hızlandırmaktadır. Uluslararası araştırmalar, 2013 yılı 4. çeyreğinde sevkiyatı yapılan mobil cihaz (akıllı telefon, tablet) sayısının, kişisel bilgisayar (PC) sayısını geride bıraktığını göstermiştir. 2014 yılında PC sevkiyatının 300 milyonun altına inmesi, tablet/akıllı telefon sevkiyatının ise bir önceki yıla oranla yaklaşık 1,5 kat artış göstereceği öngörülmüştür.

BTK verilerine göre ülkemizde her 10 akıllı telefon kullanıcısının dokuzu mobil internet kullanmaktadır. Bu rakamın akıllı telefon satışlarıyla orantılı olarak hızlı bir şekilde artması beklenmektedir. 2013 yılında akıllı telefonlardaki veri trafiğinin, 2011 yılına oranla beş kat artacağı öngörülmüştür. İnternette yapılan her sekiz sayfa görüntülenmesinden biri; okunan e-postaların %44'ü ve internette yapılan arama trafiklerinin %20'si mobil cihazlar üzerinden yapılmaktadır (BTK, 2013).

İşletim sistemleri, bilgisayar donanımının doğrudan denetimi ve yönetiminden, temel sistem işlemlerinden ve uygulama programlarını çalıştırmaktan sorumlu olan sistem yazılımıdır. Donanımlar hızla gelişip karmaşıklaşırken bu donanımların ne şekilde çalışacaklarını ve kaynak yönetimini düzenleyen yazılımlar işletim sistemleridir. Akıllı telefonlar (Smart Phones), Tablet bilgisayarlar, PDA (Personal Digital Assistant)'lar gibi taşınabilir cihazlar için üretilen işletim sistemleri mobil işletim sistemleri olarak adlandırılmaktadır.

Günümüzde işletim sistemi kapsamı daha da genişlemekte, bir işletim sisteminin çoklu platformu desteklemesi beklenmektedir. Aynı işletim sisteminin desktoplarda, laptoplarda, tabletlerde, telefonlarda ve TV gibi platformlarda desteklenmesi sadece son kullanıcılar için değil aynı zamanda yazılım geliştiriciler için de tercih sebebi olmaktadır.

Mobiliteye olan talep paralelinde artış gösteren akıllı cihaz kullanımı, bu cihazlar üzerinde temel sistem işlemlerinden sorumlu olan mobil işletim sistemlerinin önemini de artırmıştır. Bu bağlamda bu çalışmada akıllı cihazlar üzerinde kullanılan popüler mobil işletim sistemlerinin uzman görüşü alınarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın izleyen bölümünde kullanılacak yöntemlerden bahsedildikten sonra son bölümde mobil işletim sistemi alternatifleri bir karar problemi olarak ele alınarak değerlendirilmiş, sonuç bölümünde bulgular yorumlanmıştır.

bulanık sayı ve kümeler

1965 yılında Azeri akademisyen Lotfy A. Zadeh (Lütfü Askerzade) tarafından ortaya atılan bulanık küme, bulanık mantık ve bulanık sistem kavramları başlarda literatürde tamamen kabul görmemiş ancak 1975 yılında İngiltere Queen Mary College'de Mamdani ve Assilian tarafından geliştirilen bir buhar makinesinin kontrolünün bulanık sistem kullanılarak modellenmesi ile önem kazanmaya başlamıştır (Şen, 2009: 15-16). Bulanık mantık, klasik iki değerli (0,1) mantığın genelleştirilmiş hali olup, daha geniş anlamda ise bulanık kümeleri kullanan tüm teori ve teknolojileri ifade etmektedir (Baykal ve Beyan, 2004: 39).

Çok değerli mantık, geleneksel kümelerden oluşturulan önermelerin, ikiden fazla doğruluk değeri ile eşleştirilebildiği mantık sistemidir. Bulanık mantık ise, belirsizlik durumunda akıl yürütme ile çok değerli mantığın birleştirilmesi esasına dayalı mantıksal bir sistemdir (Özkan, 2003: 123).

Elemanları X ile gösterilen bir E evrensel kümesi tanımlanırsa, E evrensel kümesinin klasik bir alt kümesi olan A için $(A \subset E)$ üyelik, μ_A karakteristik fonksiyonu ile gösterilir ve $\{0,1\}$ arasında aşağıdaki gibi değişiklik gösterir:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases} \quad (20)$$

Oysa belirsizlik üzerine kurulu bulanık mantıkta küme değerinin sadece 0 yada 1 değeri yerine $[0,1]$ aralığında olması söz konusu olup küme değerlerinin bu aralıktan belirlenmesi durumunda A kümesi "Bulanık Küme" olma özelliği kazanır. Bir bulanık kümenin temsili sembolün üstünün çizilmesi ile ifade edilir (Akman ve Alkan, 2006: 30). Bulanıklık \sqcup sembolü ile gösterilir, bulanık bir küme ifadesi için \tilde{A} kullanılır (Seçme Yalçın ve Özdemir, 2008:178)

Bulanık kümeleri klasik kümelerden ayıran temel özellik 0 ile 1 arasında değişen değışik üyelik derecelerine sahip elemanlardan oluşmasıdır. 0 ile 1 arasındaki değışimin her bir eleman için değerine “üyelik derecesi”, üyelik derecesinin bir alt küme içerisindeki değışimine ise “üyelik fonksiyonu” denir (Şen, 2009:40). Bulanık küme teorisinde üyelik fonksiyonlarını belirleme süreci için özel algoritmalar geliştirilmiştir ancak birçok uygulama işlem kolaylığı sağlaması açısından parametrik olarak ifade edilebilen üyelik fonksiyonları ile gerçekleştirilmiştir (Özkan, 2003: 10). Parametrik üyelik fonksiyonları arasında en yaygın kullanım alanı bulan üyelik fonksiyonları, bilgi işlemsel etkinlikleri ve formüllerinin basit oluşu nedeniyle üçgensel ve yamuksal üyelik fonksiyonlarıdır (Baykal ve Beyan, 2004:79).

Bulanık sayılar, bulanık kümenin çeşitleri arasında yer alan ve gerçel sayılar kümesi \mathbb{R} ’de tanımlı bulanık kümelerdir (Klir ve Yuan, 1995:97). Bu bakımdan bulanık kümelerin özel bir alt kümesi olarak ifade edilebilir. Her bulanık sayı bulanık bir küme olabilir ama her bulanık küme, bulanık bir sayı olamaz (Özkan, 2003:59).

$$\tilde{A}: \mathbb{R} \rightarrow [0,1] \quad (21)$$

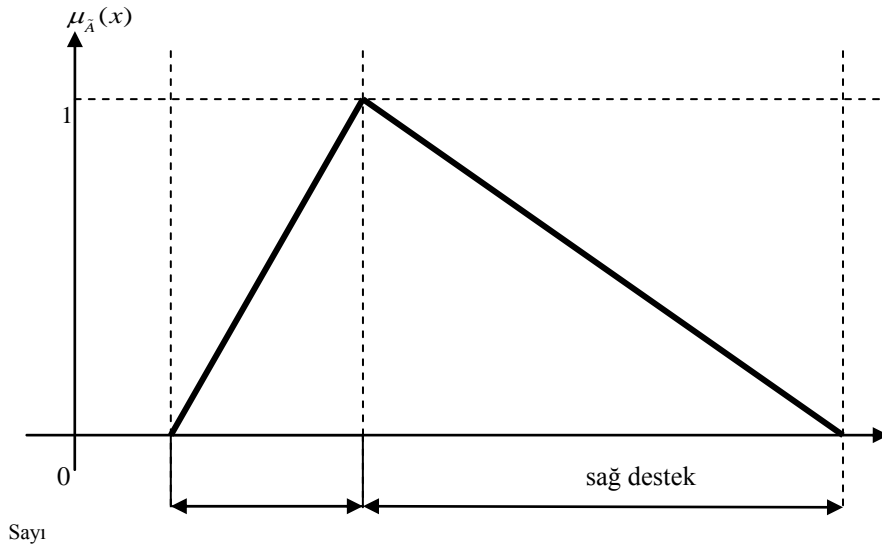
Bulanık sayıların iki özel türü olan üçgensel (triangular) ve yamuksal (trapezoidal) bulanık sayılar uygulamada sıkça kullanılmakta olup isimlerini üyelik fonksiyonlarının biçimlerinden alırlar (Özkan, 2003:60). Bu çalışmada üçgensel bulanık sayı (ÜBS) lar kullanılmıştır.

Bir üçgensel bulanık sayı (ÜBS), sol ve sağ destek alanları ile tek bir eleman ile ifade edilen özden oluşmaktadır ve (l, m, u) parametreleri ile gösterilir.

ÜBS’ya ait üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi matematiksel olarak ifade edilebilir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \text{ veya } x > u \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \end{cases} \quad (22)$$

Şekil 1. Üçgensel Bulanık



ÜBS parametreleri arasında $l < m < u$ sıralaması vardır. l ve u parametreleri ÜBS’nın destek kümesinin alt ve üst sınırlarını göstermektedir. m parametresi ile ifade edilen ve üyelik derecesi 1’e eşit olan tek bir elemandan oluşan öz bulunmaktadır. l ve m parametreleri sol destek alanının, m ve u parametreleri sağ destek alanının sınırlarını göstermektedir.

$\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$ şeklinde 2 ÜBS olsun. $l_1 \leq m_1 \leq u_1$ ve $l_2 \leq m_2 \leq u_2$ olmak üzere bu iki ÜBS üzerinde yapılabilecek yaklaşık aritmetik işlemler şu şekilde sıralanabilir:

Eşitlik,

\tilde{A} ve \tilde{B} ÜBS'lerinin eşit olabilmesi için, üyelik fonksiyonlarının diğer bir deyişle karşılıklı elemanlarının eşit olması gerekmektedir.

$$\tilde{A} = \tilde{B} \Leftrightarrow (l_1, m_1, u_1) = (l_2, m_2, u_2) \Leftrightarrow l_1 = l_2, m_1 = m_2, u_1 = u_2 \quad (23)$$

Toplama,

$$\tilde{A} (+) \tilde{B} = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (24)$$

Çıkarma,

$$\tilde{A} (-) \tilde{B} = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (25)$$

Çarpma ve bölme işlemleri pozitif ÜBS'lar üzerinde tanımlanacaktır. Pozitif bir bulanık sayı, alt sınırları pozitif olan sayıdır.

Çarpma,

$$\tilde{A} (\cdot) \tilde{B} = (l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 \cdot u_2) \quad (26)$$

$l_1, l_2 > 0$

Bölme,

$$\tilde{A} (/) \tilde{B} = \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \quad (27)$$

$l_1, l_2 > 0$

BULANIK VIKOR YÖNTEMİ

VIKOR (VİseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje), 1998 yılında Opricovic tarafından önerilmiş, çok kriterli karar vermede kullanılan Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) yöntemlerinden biridir. VIKOR yöntemi, karar verme sürecinde birbiri ile çelişen kriterler bulunduğu alternatifleri sıralayarak en uygun alternatifin seçimine odaklanmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2004). Yöntem ile amaçlanan, uzlaşmacı bir çözüm ile maksimum grup faydasını (çoğunluk kuralı) ve minimum bireysel pişmanlığı tesis edecek uzlaşık bir çözüm bulmaktır. Yu (1973) ve Zeleny (1982) tarafından önerilen uzlaşırıcı çözüm kavramı, ideal çözüme yakınlık derecesinin ölçümüne dayanmaktadır ve uzlaşık sıralama için çok kriterli çözüm, uzlaşık programlamada toplama fonksiyonu olarak kullanılan L_p kriterlerinden geliştirilmiştir (Akyüz, 2012; Zeleny, 1982; Lai ve Hwang, 1996). VIKOR yöntemi de benzer prensibe dayanan çok kriterli bir sıralama indeksi kullanmaktadır (Vahdani vd., 2010). Klasik ÇNKV tekniklerinde olduğu gibi VIKOR yönteminde de kriterlerin ağırlıklarının kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır ancak, gerçek yaşam problemlerinin çoğunluğunda kesin verilere ulaşmak mümkün değildir. Karar vermenin doğasındaki belirsizlik ve subjektif değerlendirmelerin varlığı da karar sürecinde kesin sayısal değerlerle ifade etmeyi zorlaştırmaktadır. Bulanık VIKOR yöntemi, bulanık mantığın VIKOR yöntemine entegre edilerek uygulanmasıdır. Bulanık VIKOR yöntemi, dilsel değerlendirmeleri dikkate alarak, en iyi çözümü ve uzlaşırıcı çözümü bulmada rasyonel ve sistematik süreçler sunmakta, subjektif değerlendirmeleri karar sürecinde dahil etmektedir.

Literatürde Bulanık VIKOR ile yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır. Tedarikçi seçimi (Shemshadi vd., 2011; Akyüz, 2012; Mirahmadi ve Teimoury, 2012; Sanayei vd., 2010), lojistik firma seçimi (Görener, 2011), tedarik zinciri stratejisi seçimi (Görener, 2013), müteahhit firma seçimi (Ramezaniyan vd., 2012), personel seçimi (Yıldız ve Deveci, 2013), proje seçimi (Yıldız, 2014), su

kaynağı planlaması (Opricovic, 2011) gibi bir çok uygulama Bulanık VIKOR yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Bulanık VIKOR yönteminde izlenen adımlar aşağıda sıralanmıştır (Chen ve Wang, 2009; Wang vd., 2006):

Adım 1. Karar vericiler grubu oluşturularak, alternatifler ve alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak kriterler belirlenir. n adet karar vericinin, m adet alternatifin ve k adet değerlendirme kriterinin olduğu varsayılır.

Adım 2. Kriter ağırlıklarını belirlemek ve alternatifleri derecelendirmek için kullanılacak dilsel değişkenler ve bulanık sayı karşılıkları tanımlanır.

Adım 3. Karar vericilerin değerlendirmeleri birleştirilerek tek bir grup kararına dönüştürülür. Her bir kriterin bütünleştirilmiş bulanık ağırlığı, n karar verici sayısını göstermek üzere,

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n \tilde{w}_j^e \right], \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (28)$$

eşitliği ile hesaplanır. i . alternatifin j . kritere göre önem ağırlığı ise,

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e \right], \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (29)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Adım 4. Tüm kriter ve alternatifler için bütünleştirilmiş değerler elde edildikten sonra, bulanık karar matrisi ve ağırlık matrisi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1j} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} & \cdots & \tilde{x}_{ij} \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (30)$$

$$\tilde{W}_j = \left[\tilde{w}_1 \quad \tilde{w}_2 \quad \cdots \quad \tilde{w}_j \right], \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (31)$$

Adım 5. Bulanık karar matrisinde yer alan tüm kriter fonksiyonlarının bulanık en iyi değeri (\tilde{f}_j^*) ve bulanık en kötü değeri (\tilde{f}_j^-) belirlenir. Bulanık en iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesinde kriterin özelliği göz önünde bulundurularak iki farklı şekilde hesaplama yapılır. Eğer j . kriter bir fayda özelliğine sahip ise \tilde{f}_j^* ve \tilde{f}_j^- değerleri,

$$\begin{aligned} \tilde{f}_j^* &= \max_i \tilde{x}_{ij} \\ \tilde{f}_j^- &= \min_i \tilde{x}_{ij} \end{aligned} \quad (32)$$

eşitliği ile hesaplanırken, j . kriter bir maliyet ifade ediyor ise,

$$\begin{aligned} \tilde{f}_j^* &= \min_i \tilde{x}_{ij} \\ \tilde{f}_j^- &= \max_i \tilde{x}_{ij} \end{aligned} \quad (33)$$

eşitliği yardımıyla hesaplanır.

Adım 6. Kriterlere göre i . alternatifin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamını ifade eden \tilde{S}_i ve i . alternatifin bulanık en kötü değerlere olan maksimum uzaklığının ifade eden \tilde{R}_i değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^k \tilde{w}_j \cdot \frac{\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}}{\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-} \quad (34)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j \left(\tilde{w}_j \cdot \frac{\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}}{\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-} \right) \quad (35)$$

Adım 7. \tilde{S}^* maksimum grup faydasını, \tilde{R}^* karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığını ifade etmek üzere \tilde{S}^* , \tilde{S}^- , \tilde{R}^* , \tilde{R}^- değerleri ile grup faydası ve pişmanlığın birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen \tilde{Q}_i indeksi hesaplanır.

$$\begin{aligned} \tilde{S}^* &= \min_i \tilde{S}_i \\ \tilde{S}^- &= \max_i \tilde{S}_i \end{aligned} \quad (36)$$

$$\begin{aligned} \tilde{R}^* &= \min_i \tilde{R}_i \\ \tilde{R}^- &= \max_i \tilde{R}_i \end{aligned} \quad (37)$$

$$\tilde{Q}_i = \left(q \cdot \frac{\tilde{S}_i - \tilde{S}^*}{\tilde{S}^- - \tilde{S}^*} \right) + \left((1-q) \cdot \frac{\tilde{R}_i - \tilde{R}^*}{\tilde{R}^- - \tilde{R}^*} \right) \quad (38)$$

\tilde{Q}_i değerlerinin hesaplanmasında kullanılan q parametresi, kriterlerin çoğunluğunun ağırlığını (maksimum grup faydasını) göstermektedir. q değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken, $(1-q)$ ise karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. Uzlaşma; “çoğunluk oyu” ($q>0,5$) ile, “konsensus” ($q=0,5$) ile veya “veto” ($q<0,5$) ile sağlanabilir.

Adım 8. Üçgensel bulanık sayı \tilde{Q}_i durulaştırılarak Q_i indeksi elde edilir. Durulaştırma sonrası elde edilen Q_i indeksi alternatiflerin sıralanmasında kullanılmaktadır. Q_i indeks değeri en düşük olan alternatif en iyi alternatiftir.

Adım 9. Yöntemin son adımında belirlenen en iyi alternatifin uzlaştırıcı çözüm olup olmadığı belirlenir. Uzlaştırıcı çözümü belirlemek için aşağıdaki iki koşulun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir.

Koşul 1. Kabul Edilebilir Avantaj Koşulu: Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan alternatif A^1 ve ikinci sırada yer alan alternatif A^2 olarak gösterildiğinde, kabul edilebilir avantaj,

$$Q(A^1) - Q(A^2) \geq DQ \quad (39)$$

koşuluna bağlıdır. Eşitlik (21)'de kullanılan DQ parametresi alternatif sayısına bağlı olup, m alternatif sayısını göstermek üzere,

$$DQ = \frac{1}{m-1} \quad (40)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Koşul 2. Kabul Edilebilir İstikrar Koşulu: Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan A^1 alternatifi, S ve/veya R değerlerine göre küçükten büyüğe yapılan sıralamada da minimum değere sahip en iyi alternatiftir. Bu durumda uzlaşık çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır.

Yukarıda belirtilen iki koşuldan bir tanesi sağlanmadığı durumlarda uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

- Eğer *kabul edilebilir istikrar koşulu* sağlanmıyor ise A^1 ve A^2 alternatiflerinin her ikisi de uzlaşık ortam çözüm olarak kabul edilir.
- Eğer *kabul edilebilir avantaj koşulu* sağlanmıyorsa A^1, A^2, \dots, A^m alternatiflerinin tamamı uzlaşık en iyi ortak çözüm kümesinde yer alır. Burada üst sınır değeri olan maksimum M , $Q(A^m) - Q(A^1) < DQ$ ilişkisine göre belirlenir.

Q değerlerine göre sıralanan en iyi alternatif, minimum Q değerine sahip alternatiflerden biridir.

UYGULAMA: MOBİL İŞLETİM SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmanın uygulama kısmında günlük hayatta sıklıkla kullandığımız tablet / akıllı cep telefonu vb. kullanıcılara mobilite sağlayan cihazların donanım ve yazılımının uyumlu çalışmasına, kontrol edilmesine ve yönetilmesine olanak sağlayan mobil işletim sistemleri, uzman görüşü alınarak ÇKKV yaklaşımlarından VIKOR ile değerlendirilmiştir. Karar verici uzmanların subjektif görüşlerini karar sürecine daha iyi yansıtılabilmek ve karar verme sürecinin doğasında yer alan belirsizliği gidermek üzere VIKOR yöntemine bulanık mantık entegre edilerek, değerlendirmelere Bulanık VIKOR yöntemi ile yapılmıştır. Mobil işletim sistemi pazarında yüksek paya sahip ve mobil cihazlarda sıklıkla kullanılan 5 mobil işletim sistemi değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında iOS – Apple ($A1$), Android – Google Inc. ($A2$), RIM – Blackberry ($A3$), Windows Phone – Microsoft ($A4$), Symbian – Symbian Foundation ($A5$) değerlendirmeye tabi tutulan mobil işletim sistemi alternatifleridir.

Bulanık VIKOR yönteminin uygulanmasında bir önceki bölümde sıralanan adımlar izlenmiştir.

Adım 1. Karar verme sürecinde görüşüne başvurulacak uzman grup belirlendikten sonra, mobil işletim sistemlerinin değerlendirilmesinde kullanılacak kriterler literatür taraması ve sektörde faaliyet gösteren firmaların raporlarından derlenerek oluşturulmuştur. Uzman grubunun görüşü alınarak nihai kriterler belirlenmiştir. Değerlendirme sürecinde kullanılacak kriterler ve kriter kısaltmaları Tablo 1.'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Mobil işletim sistemi değerlendirme kriterleri

Karar Kriterleri	
1	Gerçek zamanlı kapasite
2	İşlemci ve donanım uyumluluğu
3	Teknik destek
4	Hafıza kullanımı
5	Dökümantasyon
6	Telif ücretleri

7	Ağ (network) kapasitesi
8	Müşteri tatmini
9	Hız ve zaman çizelgeleme etkinliği
10	Tedarikçi itibarı
11	Güvenlik
12	Genel maliyet
13	Uygulama mağazası
14	Güncelleme

Adım 2. Kriter ağırlıklarını belirlemek ve alternatifleri derecelendirmek amacıyla literatürde yer alan bir çok dilsel değişken ve bulanık sayı karşılıklarını gösteren farklı ölçekler mevcuttur. Bu çalışmada kullanılacak dilsel değişkenler ve bulanık sayı karşılıkları Chen ve Wang (2009)'ın çalışmalarından alınmıştır. Kullanılan dilsel değişkenler ve bulanık sayılar Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Dilsel değişkenler ve bulanık sayı karşılıkları

Kriter ağırlıkları için			Alternatiflerin derecelendirilmesi için		
Dilsel Değişkenler		Bulanık Sayılar	Dilsel Değişkenler		Bulanık Sayılar
Çok düşük	(ÇD)	(0.00, 0.00, 0.25)	Çok kötü	(ÇK)	(0.00, 0.00, 2.50)
Düşük	(D)	(0.00, 0.25, 0.50)	Kötü	(K)	(0.00, 2.50, 5.00)
Orta	(O)	(0.25, 0.50, 0.75)	Orta	(O)	(2.50, 5.00, 7.50)
Yüksek	(ÇD)	(0.50, 0.75, 1.00)	İyi	(İ)	(5.00, 7.50, 10.00)
Çok yüksek	(ÇD)	(0.75, 1.00, 1.00)	Çok iyi	(Çİ)	(7.50, 10.00, 10.00)

Kaynak: Chen ve Wang , 2009: 235-236

Adım 3. Karar verme sürecinde kullanılacak dilsel değişkenler aracılığıyla karar verici uzman grubun görüşleri alınmıştır. Uzman grubun değerlendirilmeleri analiz edilmek üzere Eşitlik (9) ve Eşitlik (10) kullanılarak tek bir grup karara dönüştürülmüştür. İşlemler sonucu elde edilen bulanık ağırlıklar ve bulanık alternatif değerlendirmeleri Tablo 3. ve Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriterler için bütünleştirilmiş bulanık ağırlıklar

Kriterler	Bulanık Ağırlıklar (w_j)		
	l	m	u
C1	0,69	0,94	1,00
C2	0,75	1,00	1,00
C3	0,56	0,81	1,00
C4	0,50	0,75	1,00
C5	0,06	0,25	0,50
C6	0,13	0,31	0,56
C7	0,50	0,75	1,00
C8	0,49	0,75	0,88
C9	0,38	0,63	0,88
C10	0,56	0,81	0,94
C11	0,63	0,88	0,94
C12	0,19	0,44	0,69
C13	0,75	1,00	1,00
C14	0,50	0,75	1,00

Tablo 4. Alternatifler için bütünleştirilmiş bulanık değerlendirmeler

Kriterler	A1			A2			A3			A4			A5		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
C1	7,50	10,00	10,00	7,50	10,00	10,00	4,17	6,67	8,33	5,00	7,50	9,17	1,88	4,38	6,88
C2	7,50	10,00	10,00	6,67	9,17	10,00	5,83	8,33	10,00	5,83	8,33	10,00	4,17	6,67	9,17
C3	6,25	8,75	9,38	5,00	7,50	10,00	4,17	6,67	9,17	5,83	8,33	9,17	4,17	6,67	9,17
C4	5,83	8,33	10,00	5,00	7,50	9,17	3,33	5,83	8,33	5,00	7,50	10,00	3,33	5,83	8,33
C5	5,83	8,33	10,00	5,00	7,50	9,17	2,50	5,00	7,50	1,67	4,17	6,67	0,83	2,50	5,00
C6	2,50	5,00	7,50	5,83	8,33	10,00	2,50	5,00	7,50	4,17	6,67	9,17	3,33	5,00	6,67
C7	5,83	8,33	10,00	7,50	10,00	10,00	3,33	5,83	8,33	3,33	5,83	8,33	3,33	5,83	8,33
C8	7,50	10,00	10,00	7,50	10,00	10,00	4,17	6,67	8,33	5,00	7,50	10,00	1,67	4,17	6,67
C9	5,00	7,50	10,00	5,00	7,50	10,00	3,33	5,83	8,33	5,83	8,33	10,00	3,33	5,83	8,33
C10	6,67	9,17	10,00	5,83	8,33	10,00	2,50	5,00	7,50	6,67	9,17	10,00	3,33	5,83	8,33
C11	7,50	10,00	10,00	4,17	6,67	9,17	2,50	5,00	6,67	5,00	7,50	10,00	3,33	5,83	8,33
C12	4,17	6,67	8,33	6,67	9,17	10,00	2,50	5,00	7,50	5,00	7,50	10,00	5,00	7,50	9,17
C13	7,50	10,00	10,00	7,50	10,00	10,00	2,50	5,00	6,67	2,50	5,00	7,50	0,83	2,50	5,00
C14	6,67	9,17	10,00	7,50	10,00	10,00	4,17	6,67	8,33	5,00	7,50	9,17	1,67	4,17	6,67

Adım 4. Tüm kriter ve alternatifler için bütünleştirilmiş tek bir grup kararı elde edildikten sonra bu değerler kullanılarak bulanık karar ve bulanık ağırlık matrisleri oluşturulmuştur.

Adım 5. Bulanık karar matrisinde yer alan tüm kriterlere ait değerler üzerinden Eşitlik (13) ve Eşitlik (14) kullanılarak, fonksiyonların bulanık en iyi değeri (\tilde{f}_j^*) ve bulanık en kötü değeri (\tilde{f}_j^-) belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Kriterler için bulanık en iyi ve en kötü değerler

<i>j</i>	\tilde{f}_j^*			\tilde{f}_j^-		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
1	7,50	10,00	10,00	1,88	4,38	6,88
2	7,50	10,00	10,00	4,17	6,67	9,17
3	6,25	8,75	10,00	4,17	6,67	9,17
4	5,83	8,33	10,00	3,33	5,83	8,33
5	5,83	8,33	10,00	0,83	2,50	5,00
6	5,83	8,33	10,00	2,50	5,00	6,67
7	7,50	10,00	10,00	3,33	5,83	8,33
8	7,50	10,00	10,00	1,67	4,17	6,67
9	5,83	8,33	10,00	3,33	5,83	8,33
10	6,67	9,17	10,00	2,50	5,00	7,50
11	7,50	10,00	10,00	2,50	5,00	6,67
12	6,67	9,17	10,00	2,50	5,00	7,50
13	7,50	10,00	10,00	0,83	2,50	5,00
14	7,50	10,00	10,00	1,67	4,17	6,67

Adım 6. Kriterlere göre *i.* alternatifin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamını ifade eden \bar{S}_i ve *i.* alternatifin bulanık en kötü değerlere olan maksimum uzaklığının ifade eden \bar{R}_i değerleri Eşitlik (15) ve eşitlik (16) kullanılarak hesaplanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i değerleri

Alternatifler	\tilde{S}_i			\tilde{R}_i		
	l	m	u	l	m	u
A1	0,634	1,190	1,630	0,200	0,313	0,750
A2	1,356	1,977	0,818	0,417	0,583	0,500
A3	5,388	8,097	9,247	0,625	0,875	1,000
A4	2,948	4,336	3,491	0,563	0,750	1,000
A5	6,315	9,492	11,135	0,750	1,000	1,000

Adım 7. Eşitlik (17), (18), (19) kullanılarak $\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*, \tilde{R}^-$ değerleri ile grup faydası ve pişmanlığın birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen \tilde{Q}_i indeksi hesaplanmıştır. \tilde{Q}_i indeksi hesaplanırken konsensüsü yansıtmak için q değeri $q=0.5$ olarak alınmıştır. Tablo 7.'de hesaplanan $\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*, \tilde{R}^-$ değerleri gösterilmektedir.

Tablo 7. $\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*, \tilde{R}^-$ değerleri

	l	m	u
\tilde{S}^-	6,315	9,492	11,135
\tilde{S}^*	0,634	1,190	0,818
\tilde{R}^-	0,750	1,000	1,000
\tilde{R}^*	0,200	0,313	0,500

Adım 8. Elde edilen bulanık sayılar $(\tilde{S}_i, \tilde{R}_i, \tilde{Q}_i)$ durulaştırılarak S_i, R_i, Q_i indeksleri hesaplanmış ve bu indekslere göre alternatif sıralamaları yapılmıştır. Literatürde farklı durulaştırma operatörleri mevcut olmakla beraber bu çalışmada Hsieh vd. (2004) çalışmalarında önerdikleri En İyi Gerçek Sayı Değeri (Best Nonfuzzy Performance Value, BNP) yöntemi kullanılmıştır.

BNP yöntemi ile durulaştırma işlemi, (l, m, u) parametreleri sırasıyla üçgen bulanık sayının alt, orta ve üst değerlerini göstermek üzere,

$$BNP_i = \frac{(u_i - l_i) + (m_i - l_i)}{3} + l_i, \forall_i \quad (41)$$

eşitliği ile yapılır. Durulaştırma işlemi sonrası oluşturulan S_i, R_i, Q_i indeksleri ve alternatif sıralamaları Tablo 8.'de gösterilmiştir.

Tablo 8. S_i, R_i, Q_i indeksleri ve alternatif sıralamaları

Alternatifler	\tilde{Q}_i			Q_i		S_i		R_i	
	l	m	u	İndeks Değeri	Sıra	İndeks Değeri	Sıra	İndeks Değeri	Sıra
A1	0,00	0,00	0,29	0,10	1	1,15	1	0,42	1
A2	0,26	0,24	0,00	0,17	2	1,38	2	0,50	2
A3	0,80	0,83	0,91	0,85	4	7,58	4	0,83	4
A4	0,53	0,51	0,63	0,56	3	3,59	3	0,77	3
A5	1,00	1,00	1,00	1,00	5	8,98	5	0,92	5

Adım 9. Uzlaştırıcı çözümün belirlenmesi aşamasında kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarının sağlanıp sağlanmadığı incelenmiştir.

Koşul 1. Kabul Edilebilir Avantaj Koşulu: Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan alternatif A1 ve ikinci sırada yer alan alternatif A2 olarak belirlenmiş, bu iki alternatife ait Q_i indeks değerleri Eşitlik (20) kullanılarak kabul edilebilir avantaj koşulu incelenmiş ve koşulun ihlal edildiği saptanmıştır.

Koşul 2. Kabul Edilebilir İstikrar Koşulu: Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan $A1$ alternatifi, S ve/veya R değerlerine göre küçükten büyüğe yapılan sıralamada da minimum değere sahip en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Bu durumda elde edilen uzlaşık çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır.

Koşullara göre elde edilen çözüm değerlendirildiğinde sadece kabul edilebilir istikrar koşulunun sağlandığı, kabul edilebilir avantaj koşulunun ise sağlanmadığı görülmektedir. $Q(A^m) - Q(A^1) < DQ$ ilişkisine göre $A1$ ve $A2$ alternatiflerinin her ikisi de uzlaştırıcı çözümlerdir.

Sonuç

Bu çalışmada akıllı telefon, tablet, PDA gibi mobil cihazlar üzerinde temel sistem işlemlerini yürütmekle sorumlu mobil işletim sistemlerinden sektörde faaliyet gösteren üretici firmalar ve son kullanıcılar tarafından sıklıkla tercih edilen 5 alternatif (iOS, Android, Blackberry OS, Windows Phone ve Symbian) belirlenerek Bulanık VIKOR yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Uzman görüşü alınarak yapılan değerlendirme ve analizler sonucunda iOS ve Android mobil işletim sistemleri uzlaştırıcı çözüm kümesinde yer almışlardır. Ancak tek bir alternatif tercihi yapılması durumunda en iyi değere olan uzaklıklar dikkate alınarak iOS işletim sisteminin daha üstün olduğu söylenebilir.

Analiz bulgularına göre nihai sıralama, iOS, Android, Windows Phone, Blackberry OS ve Symbian şeklinde gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada işletim sistemlerinin teknik boyutunu karşılaştıran kriterler belirlenerek sadece uzman görüşü alınarak değerlendirme yapılmıştır. Son kullanıcıların geniş katılımı ile kullanıcı odaklı kriterlerin kullanıldığı bir çalışma mobil işletim sistemlerinin değerlendirilmesinde farklı bir bakış açısı sunabilir. İzleyen çalışmalarda hibrit ÇKKV yöntemleri kullanılarak, bulgular karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

Akyüz, G., "Bulanık VIKOR Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt.26, No. 1, 2012, s. 197 -214.

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK), Online: Pazar Verileri İstatistikleri, http://www.tk.gov.tr/kutuphane_ve_veribankasi/pazar_verileri/pazar_verileri.php , Erişim tarihi: 12.04.2014

Chen, L.Y. ve Wang, T.-C. (2009) "Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR", International Journal of Production Economics, 120(1), ss.233-242.

Görener, A. "Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama", Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi International Journal of Alanya Faculty of Business, Yıl:2013, C:5, S:3, s. 47-62.

Görener, A., "Depo operatörü lojistik firmasının seçimi için bulanık VIKOR ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin uygulanması", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt/Vol:42, Sayı/No:2, 2013, 198-218.

Hsieh, T.-Y., Lu, S.-T. ve Tzeng, G.-H. (2004) "Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings", International Journal of Project Management, 22(7), ss.573-584.

Lai, Y. ve Hwang C. (1996) Fuzzy Multiple Objective Decision Making: Methods and Applications. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Springer

Mirahmadia, N. , Teimoury, E. "A Fuzzy VIKOR Model for Supplier Selection and Evaluation: Case of EMERSUN Company", Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2012, 2(5)5272-5287.

Mobilike, Madreport - Çeyrek Rapor, Online: http://mobilike.com/wp-content/uploads/downloads/2013/02/madreport_Q4_Web6.pdf, Erişim Tarihi: 12.04.2014

Opricovic, S. "Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning", Expert Systems with Applications 38 (2011) 12983-12990.



Opricovic, S. ve Tzeng, G.-H. (2004) “Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS”, *European Journal of Operational Research*, 156(2), ss.445–455.

Ramezaniyan , R. M., Kazemi , M., Jafari, H., Majid Elahi, S. “Application of integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology to contractor ranking”, *Management Science Letters* 2 (2012) 1511–1526.

Sanayei, A., Mousavi, S. F. ve Yazdankhah, A. “Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment”, *Expert Systems with Applications*, Volume 37, Issue 1, January 2010, p. 24-30

Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M. ve Tarokh, M.J., “A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting”, *Expert Systems with Applications* 38 (2011) 12160–12167.

Vahdani, B., Hadipour, H., Sadaghiani, J.S. ve Amiri, M. (2010) “Extension of VIKOR method based on interval-valued fuzzy sets”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47(9-12), ss.1231-1239.

Wang, T.-C., Liang, L.-J., & Ho, C.-Y. (2006). Multi-criteria decision analysis by using fuzzy VIKOR. In *Proceedings of international conference on service systems and service management*, 2, 901–906.

Yıldız, A. ve Deveci, M., “Bulanık VIKOR Yöntemine Dayalı Personel Seçim Süreci”, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 4, Ekim 2013, ss. 427-436

Yıldız, A., “Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi”,

Yu, P. L. 1973. “A Class of Solutions for Group Decision Problems”, *Management Science*, 19 (8), p. 936-946.

Zeleny, M., “Multiple Criteria Decision Making”, McGraw-Hill, New York, 1982