



IRSYSC2023

VII. INTERNATIONAL
RESEARCHERS, STATISTICIANS
AND YOUNG STATISTICIANS
CONGRESS

NOVEMBER 2-5, 2023

DRAFT VERSION

ABSTRACTS



NOTE: This document contains the draft version of abstract, poster and full text papers submitted to the congress.
The congress proceedings book will be published after the necessary arrangements.

PROCEEDINGS BOOK

IRSYSC 2023
7TH INTERNATIONAL RESEARCHERS, STATISTICIANS,
AND YOUNG STATISTICIANS CONGRESS
2-5 NOVEMBER 2023 - İSTANBUL, TÜRKİYE

DRAFT VERSION

SPONSORLAR

IRSYSC 2023

7th International Researchers, Statisticians, and Young Statisticians Congress

2-5 November 2023 - İstanbul, TÜRKİYE

Proceedings Book

DRAFT VERSION

İçindekiler

*****ÖZET METİNLER*****	12
1) A COMPARISON OF ESTIMATION METHODS USING MONTE CARLO SIMULATION FOR THE INVERTED TOPP-LEONE DISTRIBUTION.....	13
2) A COMPARISON OF REGRESSION MODELS FOR COUNT DATA IN EU-SILC SURVEY	14
3) A CONTRIBUTION TO THE THERMAL FIELD EVALUATION AT THE TOOL-PART INTERFACE OF MACHINING CONDITIONS.....	15
4) A LINEAR MODELLING APPROACH FOR INTERVAL-VALUED DATA BASED ON CENTER AND RANGE METHOD WITH GOLDEN RATIO.....	16
5) A NEURAL NETWORK BASED MODEL USING A WAVELET TRANSFORM APPROACH FOR OBSERVATIONAL DATA.....	17
6) A NEW GENERALIZED FAMILY OF DISTRIBUTIONS FOR LIFETIME DATA	18
7) A NEW USER INTERFACE WITH R SHINY FOR OBTAINING OVERALL UTILITY GAIN IN LONGITUDINAL DATA.....	19
8) A STATISTICAL ANALYSIS OF MIGRATION DATA IN VAN PROVINCE: 2008-2022	20
9) A STRATEGIC PERSPECTIVE: ELECTRE-BASED OPTIMAL REINSURANCE.....	21
10) AB ÜYELİ ÜLKELER VE TÜRKİYE’NİN MUTLULUK DÜZEYLERİNİN ALTERNATİF YÖNTEMLER KULLANILARAK KARŞILAŞTIRILMASI	22
11) ALTERNATİF BİR DOĞRUSAL OLMAYAN EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ ÖNERİSİ	23
12) AN EVALUATION OF TECHNICAL EFFICIENCY IN TURKISH STATISTICAL INSTITUTE: THE CASE OF 26 REGIONAL OFFICES	24
13) AUXILIARY VARIABLE EFFECT IN CALIBRATION ESTIMATOR.....	25

14)	AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNDE TEMEL GELİR SORGULAMASINDA ÇOKLU UYUM ANALİZİ KULLANIMI	26
15)	BACKCASTING PROCESS OF HOUSEHOLD LABOURFORCE SURVEY.....	27
16)	BANKACILIK RİSKİNDE KURAL ÇIKARMA: NEDENSEL ÇİZGELERİN DİL MODELLERİYLE BÜTÜNLEŞTİRİLMESİ.....	28
17)	BAŞLICA İNGUİNAL KANAL PATOLOJİLERİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE TAHMİN EDİLMESİ	29
18)	BAYESIAN PARAMETER ESTIMATION FOR GEOMETRIC PROCESS WITH THE INVERSE RAYLEIGH DISTRIBUTION	31
19)	BERNSTEIN WINDOW INTERPOLATION PROBLEMS	32
20)	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON ELECTRICITY CONSUMPTION	33
21)	BITCOIN İLE DOLAR, ALTIN VE BIST 100 İNDEKSİ ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ	34
22)	CALCULATION OF HOUSEHOLD-BASED SOCIOECONOMIC STATUS IN TÜRKİYE	36
23)	CİNSİYETE GÖRE YAŞAM BEKLENTİSİNİN ŞEKİLLENMESİNDE ETKİLİ FAKTÖRLER: OECD'DA İYİ YAŞAM İNDEKSİ ANALİZİ	37
24)	CLASSICAL METHODS FOR ESTIMATION OF CONSTANT STRESS ACCELERATED LIFE TEST UNDER EXPONENTIATED PARETO DISTRIBUTION	39
25)	CLASSIFICATION OF TURKISH ONLINE COMPLAINTS OF AN AIRLINE COMPANY WITH TEXT MINING.....	40
26)	COMPARISON OF BETA REGRESSION AND LINEAR REGRESSION IN TERMS OF ASYMPTOTIC EFFICIENCY OF RSQUARES	41
27)	CONDITIONAL RANDOMIZATION TEST FOR CONFORMAL ROBUST NEURAL NETWORKS IN OUTLIER DETECTION	42

28)	CONSTACYCLIC CODES WITH LOCALITY AT MOST 2 AND DIMENSION 2.....	43
29)	CONTROL OF STANDARD ERROR OF SURVIVAL DATA WITH AVERAGE TREATMENT EFFECT.....	44
30)	DEEP LEARNING-BASED BI-RADS CLASSIFICATION FOR MAMMOGRAPHY IMAGE ANALYSIS.....	45
31)	DEMAND PREDICTION MODELS FOR TERM DEPOSIT SUPPLY WITH AN AUTOMATIC MACHINE LEARNING METHOD (DATA BLENDER) IN BANKING .	47
32)	DENGESİZ VERİ SETLERİNDE HİBRİT ÖZNİTELİK SEÇİMİ SONRASI MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE SINIFLANDIRMA.....	48
33)	DERİN ÖĞRENMEDE TEKRARLAYAN SİNİR AĞLARI YAKLAŞIMI İLE HİSSE SENEDİ FİYAT TAHMİNİ	50
34)	DETECTING THE ANOMALIES ON WEBSITE SESSION COUNTS WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS.....	51
35)	DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL CLASSIFICATION FOR OFFICIAL STATISTICS: ICVAC.....	52
36)	DURAĞAN STOKASTİK ZAMAN SERİLERİ İÇİN MODEL SEÇİM KRİTERLERİNİN SİMÜLASYON ÇALIŞMASIYLA KARŞILAŞTIRILMASI.....	53
37)	ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CONSUMER CONFIDENCE INDEX AND MACROECONOMIC VARIABLES.....	54
38)	EĞİTİMDE ZORBALIĞI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN SÜPER ÖĞRENME YAKLAŞIMI İLE MODELLENMESİ.....	55
39)	E-TİCARETTE ALTERNATİF METİN KÜMELEME YÖNTEMLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA	56
40)	EVALUATION OF LOCAL AUTHORITIES IN OECD COUNTRIES WITH CRTIC AND EATWIOS APPROACHES	57

41)	EXISTENCE OF POSITIVE SOLUTIONS FOR A WEIGHTED QUASILINEAR ELLIPTIC SYSTEM	59
42)	FISHING AND VESSEL INCIDENTS IN TURKEY: A STATISTICAL APPROACH BASED ON EXTREME WEATHER CONDITIONS EFFECTS	60
43)	FORECASTING CATTLE POPULATION IN TÜRKİYE.....	61
44)	GAGE R&R STUDY UNDER NON-NORMAL DISTRIBUTED PARTS.....	62
45)	GERÇEK YAŞAM TEMELLİ MATEMATİK ETKİNLİKLERİNE KATILAN DEZAVANTAJLI ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİN MATEMATİĞE YÖNELİK BAKIŞ AÇILARININ İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ.....	63
46)	IDENTIFICATION OF EPILEPTIC PATTERNS USING TIME-FREQUENCY ANALYSIS AND DEEP LEARNING CLASSIFIERS OVER EEG SIGNALS.....	64
47)	IMPROVED MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATORS FOR GENERALIZED NORMAL DISTRIBUTION	65
48)	INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE STRUCTURES OF BRICS COUNTRIES' STOCK MARKETS BEFORE AND AFTER COVID-19 PANDEMIC.....	66
49)	İSTATİSTİKSEL ANALİZDE ORTAK ENTROPİ UYGULAMASI.....	67
50)	KADINA YÖNELİK ŞİDDET İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ.....	68
51)	KEDİ CİNSLERİNİN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE KÜMELENMESİ.....	70
52)	KİRAH KONUT FİYATLARININ HEDONİK FİYAT TEORİSİ YAKLAŞIMINA GÖRE SEMİPARAMETRİK YÖNTEM İLE TAHMİNİ: İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ	71
53)	K-MEANS CLUSTERING ANALYSIS OF EUROPEAN HEALTH STATUS PRE-COVID-19	73
54)	KURUMSAL SOSYAL SORUMLULUĞUN PİSAGOR BULANIK ENTROPİ TEKNİĞİ İLE İNCELENMESİ.....	74

55)	LINEAR SPLINES WITH KNOTS YIELD BETTER EFFECT SIZE COMPARED TO REPEATED MEASURES ANOVA	75
56)	LONG-SHORT TERM MEMORY (LSTM) MODELING OF MILK PRODUCTION IN TÜRKİYE	76
57)	MACHINE LEARNING BASED TURKISH SENTIMENT ANALYSIS FOR PRODUCT REVIEWS ON AN E-COMMERCE WEBSITE	77
58)	MACHINE LEARNING PROJECT ON DIABETES	78
59)	MAKİNE ÖĞRENİMİ VE DERİN ÖĞRENME MODELLERİ İLE HİSSE SENEDİ FİYAT TAHMİNİ: KARŞILAŞTIRMA VE İNCELEME	79
60)	MAKİNE ÖĞRENME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ZAMAN SERİSİ VERİLERİNİN ANALİZİ	80
61)	MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARIYLA DGS BAŞARISI TAHMİNİ	81
62)	MAKROEKONOMİK GÖSTERGELERİN ANALİZİNDE KONJONKTÜREL DALGALANMALARIN ÖNEMİ	83
63)	MARSHALL-OLKIN POWER GARIMA DISTRIBUTION: PROPERTIES AND APPLICATIONS	84
64)	MEASURING SCHOOL LIFE EXPECTANCY AT NUTS III LEVEL	85
65)	META-ANALYSIS ON THE EFFECTS OF COVID-19 ON THYROID DISORDERS...86	
66)	METAVERSE, BLOCKCHAIN AND NFT KNOWLEDGE AND AWARENESS RESEARCH	87
67)	MULTIVARIABLE STOCK PRICE FORECASTING WITH DEEP NEURAL NETWORKS	88
68)	MUTLULUK ENDEKSİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ YAKLAŞIMLARIYLA ANALİZİ	89
69)	NEW URBAN-RURAL CLASSIFICATION OF TÜRKİYE	90

70)	ON A MODIFIED UNIT DISTRIBUTION WITH THE ASSOCIATED QUANTILE REGRESSION MODEL.....	91
71)	ON PARAMETER ESTIMATION OF THE GENERALIZED MARSHALL-OLKIN EXPONENTIATED EXPONENTIAL DISTRIBUTION.....	92
72)	OPTIMAL CONSTACYCLIC LOCALLY RECOVERABLE CODES WITH MINIMUM DISTANCE 2 AND CONSTACYCLIC CODES WITH MINIMUM LOCALITY1	93
73)	OPTIMIZATION OF OPERATING CONDITIONS OF BETA-TYPE STIRLING ENGINE WITH REGENERATOR USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND RESPONSE SURFACE METHOD	94
74)	PERMÜTASYONEL ÇOK DEĞİŞKENLİ VARIYANS ANALİZİNİN EĞİTİM ALANINDA BİR UYGULAMASI.....	95
75)	PREDICTION OF SOLAR POWER PLANT PRODUCTION WITH METAHEURISTIC OPTIMIZATION TECHNIQUE.....	96
76)	QUALITY IN OFFICIAL STATISTICS.....	97
77)	RESEARCH OF DIGITAL PRIVACY AND DATA PROTECTION PERCEPTIONS AMONG UNIVERSITY STUDENTS.....	98
78)	RESMİ İSTATİSTİKLER VE ETİK.....	99
79)	RESMİ İSTATİSTİKLERDE MEVSİMSEL DÜZELTME VE TÜİK’TE UYGULAMALARI.....	100
80)	REVISION IN OFFICIAL STATISTICS AND THE IMPORTANCE OF REVISION POLICY.....	101
81)	RFM İLE MÜŞTERİ DEĞER SEGMENTASYONU VE PROFİL ÇIKARIMI.....	103
82)	RFM METRİKLERİNE DAYALI BİREYSEL MÜŞTERİ TERK ORANININ MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE TAHMİNİ.....	104

83)	ROBUST PARAMETER ESTIMATION FOR BAYESIAN EXTENDED POWER REGRESSION MODEL USING DIFFERENT MARKOV CHAIN MONTE CARLO SAMPLING ALGORITHMS.....	105
84)	SAMPLING FRAME AND OFFICIAL STATISTICS: DELINEATING ENUMERATION AREAS FOR TÜRKİYE.....	106
85)	SKALER-FONKSİYON LOJİSTİK REGRESYON MODELİNİN TAHMİNİ İÇİN DİRENÇLİ BİR KESTİRİM YÖNTEMİ.....	107
86)	STATISTICAL INFERENCE FOR ROC SURFACE ANALYSIS UNDER THE THREE-CLASS PROBLEMS.....	108
87)	STATISTICAL INFERENCE FOR LOGISTIC DISTRIBUTION-BASED GEOMETRIC PROCESS BASED ON PARTIALLY OBSERVED DATA.....	109
88)	STATISTICS ETHICS AND RESEARCH SKILLS.....	110
89)	TESTING THE VALIDITY OF ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE IN THE CONTEXT OF GREEN GROWTH: EVIDENCE FROM PANEL QUANTILE REGRESSION MODEL.....	111
90)	THE PREDICTION OF DEFECTS FOR COTTON YARN USING MACHINE LEARNING METHODS.....	112
91)	THE STANDARD TWO SIDED POWER DISTRIBUTION FOR MODELLING TYPE II CENSORED DATA.....	113
92)	THE USAGE OF RECOMMENDATION SYSTEMS IN SPOTIFY.....	114
93)	THE USE OF WS SIMILARITY MEASURE AND WEIGHTED RANK MEASURE OF CORRELATION IN COMPARISONS OF MCDM METHODS.....	115
94)	TÜRKİYE'DE EKONOMİK GELİŞME PERSPEKTİFİNDE SANAYİ ÜRETİM ENDEKSİNİN MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARIYLA TAHMİN EDİLMESİ.....	116
95)	TÜRKİYE'DE KAYIT DIŞI EKONOMİ ÜZERİNE EKONOMETRİK BİR ANALİZ.....	117

96)	TÜRKİYE'DEKİ ORMAN YANGINLARININ KÜMELEME ANALİZİ İLE İNCELENMESİ.....	119
97)	TÜRKİYE'DE TEKNOLOJİK ÜRÜNLERİN HEDEF PAZARLARININ İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	120
98)	TÜRKİYEDE TURİZM TALEBİNİN İSTATİKSEL TEKNİKLERLE İNCELENMESİ	122
99)	USER CHURN ANALYSIS AND PACKAGE RENEWAL PREDICTION.....	124
100)	exDNNsurv: USING DEEP NEURAL NETWORK AS AN EXTENSION TO TRADITIONAL SURVIVAL ANALYSIS	125
101)	UTILIZING A RESIDUAL-ENHANCED UNET FRAMEWORK FOR AUTOMATED ULTRASOUND IMAGE SEGMENTATION OF THYROID NODULES	126
102)	ÜRETİMDEKİ İŞLEMLER VE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ.....	127
103)	VADELİ MEVDUAT HESABI BÖNELİMİ TAHMİNİ MAKİNE ÖĞRENMESİ YAKLAŞIMI.....	128
104)	VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ İLE ÇOCUK İSTİSMARI DAVALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME.....	130
105)	YOĞUN GÜNEŞ PLAZMASINDAN KAYNAKLI DÜNYA MANYETOSFERİK BOZULMALARIN İSTATİSTİKSEL ÇALIŞMASI	131
106)	YÜZ TANIMA TEKNOLOJİSİ İLE SOKAK RÖPORTAJLARINDA DUYGU ANALİZİ, DEMOGRAFİK TAHMİNLER VE İŞSİZLİK ORANI KARŞILAŞTIRMASI	132
107)	ZAMANSAL COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ(ZCBS) VERİLERİNİN R PROGRAMLAMA DİLİ İLE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ.....	133
108)	2023 MİLLETLER LİĞİ KADIN VOLEYBOLCU PERFORMANSLARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	134
	*****TAM METİNLER*****	135

109)	A NEW USER INTERFACE WITH R SHINY FOR OBTAINING OVERALL UTILITY GAIN IN LONGITUDINAL DATA	136
110)	A NOVEL CONCEPT DRIFT DETECTION METHOD BASED ON THE PARTIAL DEPENDENCE PROFILE DISPARITY INDEX.....	146
111)	BANK FAILURE PREDICTION MODELS ADDRESSING IMBALANCED DATA AND OUT-OF-TIME PERFORMANCE	157
112)	COMPARISON OF BETA REGRESSION AND LINEAR REGRESSION IN TERMS OF ASYMPTOTIC EFFICIENCY OF R-SQUARES	173
113)	CONDITIONAL INDEPENDENCE TESTING FOR CONFORMAL ROBUST NEURAL NETWORKS IN OUTLIER DETECTION	183
114)	FORECASTING CATTLE POPULATION IN TÜRKİYE.....	194
115)	KİRALIK KONUT FİYATLARININ HEDONİK FİYAT TEORİSİ YAKLAŞIMINA GÖRE SEMİPARAMETRİK YÖNTEM İLE TAYİMİNİ: İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ	198
116)	META-ANALYSIS ON THE EFFECTS OF COVID-19 ON THYROID DISORDERS.	218
117)	METAL EMTİA PİYASALARINDA ETKİNLİK HİPOTEZİNİN GÜNCEL BİRİM KÖK TESTLERİYLE İNCELENMESİ.....	239
118)	USER CHURN ANALYSIS AND PACKAGE RENEWAL PREDICTION.....	255
	*****POSTERCELE *****	265
119)	A NOVEL CONCEPT DRIFT DETECTION METHOD BASED ON THE PARTIAL DEPENDENCE PROFILE DISPARITY INDEX.....	266
120)	BANK FAILURE PREDICTION MODELS ADDRESSING IMBALANCED DATA AND OUT-OF-TIME PERFORMANCE	267
121)	COMPARISON OF THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF TWO COMPOSITE PLATES MADE OF NATURAL AND SYNTHETIC FIBERS BY SIMULATION.	268
122)	KUMARASWAMY GENERALIZED EXPONENTIAL DISTRIBUTIONS WITH ACCELERATED FAILURE TIME	269

123)	MODELISATION OF THE SECOND HARMONIC GENERATION OF HEXAGONAL BISMUTH BORATE $\text{SrBi}_2\text{B}_2\text{O}_7$ CRYSTAL FOR ULTRAVIOLET OPTO-ELECTRONIC APPLICATIONS: AN AB INITIO STUDY	270
124)	NUMERICAL MODELING AND ANALYSIS OF THE MECHANICAL BEHAVIOR AND REPAIR OF A METAL STRUCTURE WITH A SLEEVE MADE OF COMPOSITE MATERIALS.....	271
125)	SIZING OF A DRIP IRRIGATION SYSTEM WITH PHOTOVOLTAIC PUMPING.....	272
126)	STRUCTURAL, DYNAMICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CSBiO_3 OXIDE-PEROVSKITE FROM AB-INITIO CALCULATIONS.....	273
127)	THE ODD MOMENT EXPONENTIAL-G POISSON DISTRIBUTIONS: PROPERTIES, ESTIMATION, AND APPLICATIONS.....	274

DRAFT VERSION

IRSYSC 2023

7th International Researchers, Statisticians, and Young Statisticians Congress

2-5 November 2023 - İstanbul, TÜRKİYE

*****ÖZET METİNLER*****

DRAFT VERSION

**A COMPARISON OF ESTIMATION METHODS USING MONTE CARLO
SIMULATION FOR THE INVERTED TOPP-LEONE DISTRIBUTION**

Kübra Bağcı ^{1*}

*¹Econometrics Department/ Faculty of Business Administration, Van Yüzüncü Yıl University,
Turkey*

**(kubrabagci@yyu.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

The Topp-Leone (TL) distribution is one of the popular distributions in reliability studies. Inverted (or inverse) distributions can help examine additional characteristics of phenomena that standard distributions cannot address in some instances. Hassan et al. (2020) proposed the Inverted Topp-Leone (ITL) distribution by transforming the TL distribution. The maximum likelihood (ML) estimator of the unknown parameter of the ITL distribution is obtained by Hassan et al. (2020). In this study, the L-moment estimate of the parameter of the TL distribution is obtained. A Monte Carlo simulation study is conducted to compare efficiencies of the ML and L-moment estimates for different sample sizes and parameter settings.

Keywords: inverted Topp-Leone distribution; Maximum likelihood; L-moment; Monte Carlo.

DRAFT VERSION

A COMPARISON OF REGRESSION MODELS FOR COUNT DATA IN EU-SILC SURVEY**Onur Şentürk^{1*}, Hülya Olmuş²**¹ *Social Statistics Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye*² *Department of Statistics / Gazi University, Türkiye***(onur.senturk@tuik.gov.tr) Corresponding author***Abstract**

Count data, as the name suggests, is data resulting from counting. It takes non-negative integer values and its distributions are generally right-skewed. The assumption of normality is not showed. Therefore, classical regression methods cannot be used. It is often encountered that there are more zeros than expected in these data. This greater than expected of zero values is referred to as zero inflation. It is recommended to apply zero inflated regression models in the analysis of zero inflated data. If appropriate methods are not used, results such as obtaining biased parameter estimates and inconsistent results may occur. The most commonly used models are zero inflated Poisson (ZIP) and zero inflated negative binomial (ZINB) regression models. Another method used in the analysis of count data is hurdle models. These models are two-stage models. The first stage is considered the transition stage, and there is a system that shows 0 values versus other positive values. There is a binary representation where zeros are 0 and other positive values are 1. Another stage is the event stage, that is, the stage where there are only positive values. Similar to zero inflated models, if the values in the event phase fit the Poisson distribution, it is called Poisson Hurdle (PH), if it fits the negative binomial distribution, it is called Negative Binomial Hurdle (NBH) regression model. In this study, 2018 data of the Income and Living Conditions Survey (SILC) was used. While the number of residences was taken as the dependent variable, age, gender, education level and income variables were considered as independent variables. In the study, the data was analyzed using ZIP, ZINB, PH and NBH regression models. It was decided which model among the obtained models better represented the data set by using at the Akaike Information Criterion and Log Likelihood values.

Keywords: count data; zero inflated regression models; hurdle regression models; income and living condition survey.

**A CONTRIBUTION TO THE THERMAL FIELD EVALUATION AT THE TOOL-PART
INTERFACE OF MACHINING CONDITIONS**

N. Benhadji Serradj^{1*}, *D. Kara Ali*², *S.A. Benmansour*^{1*}, *M.E.A. Ghernaout*²,
*K. Benhadji Serradj*³

¹ *Preparatory department, Higher School of Applied Sciences of Tlemcen, Algeria*

² *Department of Mechanical Engineering, Université of Tlemcen, Algeria*

³ *Department of Hydrolicl Engineering, Université of Tlemcen, Algeria*

**(kawther4499@yahoo.fr) Corresponding author*

Abstract

In this study, an experimental measurement methodology is implemented that allows obtaining consistent temperature data during the turning operation of semi-hard C20 steel using SNMG carbide insert, allowing us to have better control at the tool-part interface. The interactions of the phenomena influencing the cut led our choices on the development of a correlation model for the analysis and prediction of the relationships between the machining parameters by measurement of the temperature. The measurement procedure implemented for the temperature estimate is based on the use of an FLIR A325sc type infrared camera mounted and protected by a device on the machine tool. The Taguchi method was chosen to find the relationships between the input factors (cutting speed (Vc), feed rate (f), depth of cut (p)), and the output factor (temperature (T)). In the future, we will develop a numerical validation model to simulate the machining process in order to predict temperatures.

Keywords: *Thermal analysis, infrared camera, infrared thermography, electronic component.*

A LINEAR MODELLING APPROACH FOR INTERVAL-VALUED DATA BASED ON CENTER AND RANGE METHOD WITH GOLDEN RATIO*Gözde Ulu Metin^{1*}, Özlem Türkşen²**¹Republic of Türkiye, Ministry of Industry and Technology, Ankara, Türkiye**²Ankara University, Statistics Department, Ankara, Türkiye***(gzdulu9@gmail.com.tr) Corresponding author***Abstract**

Many of the experimental studies may have more than one response with replicated response measures. The replications of the responses cause variability due to several reasons, e.g. uncertainty, randomness. It is not proper to define replicated response measures as a single numerical quantity. In this case, interval-valued data can be used to represent the replications of the responses instead of single values. The main aim of the study is to model the replicated response measured data set. In this study, the replicated values of the responses are formed to interval-valued responses by using the minimum and the maximum values of the replications. In modeling stage of the interval-valued response, there have been widely used popular statistical modeling methods in the literature, e.g. the Center method, the MinMax method and the Center and Range (CR) method. This paper introduces a novel approach by applying descriptive statistics of replicated response measures with golden ratio for center point calculation of the CR method. The proposed modeling method is called Golden Center and Range (GCR) method in the study. An experimental data set from the literature was used for application purpose. Similarity of interval-valued observed and predicted responses were compared by using Hausdorff metric. The performances of the predicted linear regression models were compared by using Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Squared Error (RMSE) criteria with 5-fold cross-validation (CV). It is seen from the comparison results that the proposed GCR method has similar prediction performance with the CR method for interval-valued response measured data set according to nonparametric statistical test.

Keywords: Replicated response measures; interval-valued responses; center and range method; golden ratio; cross-validation.

**A NEURAL NETWORK BASED MODEL USING A WAVELET TRANSFORM
APPROACH FOR OBSERVATIONAL DATA****Gökçe Nur Taşağil Arslan^{1*}, Serpil Kiliç Depren²**¹*Department of Industry and Systems Engineering / Turkish Military Academy, National Defense University, Turkey*²*Department of Statistics / Faculty of Arts and Sciences, Yildiz Technical University, Turkey***(gnarslan@kho.msu.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

A waveform that has a certain duration and whose average value during this period is equal to zero is called a wavelet. Wavelets have been applied in many disciplines, especially mathematics, statistics, quantum physics, electrical engineering, seismic geology, image compression, radar, and earthquake prediction. Unlike a generally sinusoidal waveform, wavelets have a start and end point. The thresholding method can be defined as the elimination of wavelet coefficients below the determined threshold value or their arrangement according to the threshold value. The goal of this process is to maintain the characteristic structure of the signal. Wavelet thresholding and deep learning techniques are among the various methods used to predict data. This study examines the use of the long-short term memory (LSTM) and wavelet-LSTM hybrid models. The discrete wavelet transform (DWT) is applied and the wavelet coefficients obtained from this transformation using different wavelet types are then utilized for soft universal thresholding. In this way, the LSTM and wavelet analysis are handled over a data set containing critical information instead of the raw data. Thus, the reconstructed noise-free data acquired from the DWT process is used in the LSTM in different layers and neurons. In the comparison of model performance, the coefficient of determination (R^2), root mean square error (RMSE), and mean absolute percentage error (MAPE) values are evaluated. An appropriate model was determined and recommended for the data used in the study. It was examined whether the created hybrid model gave positive results.

Keywords: discrete wavelet transform; denoising; deep learning, long-short term memory.

A NEW GENERALIZED FAMILY OF DISTRIBUTIONS FOR LIFETIME DATA*Hasan Hüseyin Gül^{1*}**¹Statistics / Faculty of Arts and Science, Giresun University, Turkey***(hasan.huseyin@giresun.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Lifetime distributions are used to explain real-life phenomena in different areas of life, especially in engineering, biology, medicine, banking, and others. Classical distributions such as exponential, gamma, and Weibull are very useful to explain such phenomena. Since such classical distributions are insufficient to model various data, the researchers propose new distributions. Recently, appreciable attempts have been made in the development of new probability distributions which have more flexible and have a wider capability for modeling a wide range of real data sets. Researchers have modified existing distributions by adding one or more parameters to the baseline distributions. All transformation or generalization methods include a few additional parameters to the baseline model. Additional parameters bring flexibility but also computational and mathematical inference difficulties. Keeping this point in mind, in this study, a new transformation, called generalized Kavya-Manoharan (GKM), without any additional parameter(s) is proposed. The exponential distribution is used as the baseline distribution. Statistical properties such as moments, moment generating function, and quantile function of the proposed distribution are examined. Parameter estimation of the proposed model is done by using the maximum likelihood method. Using Monte Carlo simulation studies, the proposed estimators are shown to be consistent.

Keywords: GKM transformation; lifetime distribution; maximum likelihood estimation; simulation.

A NEW USER INTERFACE WITH R SHINY FOR OBTAINING OVERALL UTILITY GAIN IN LONGITUDINAL DATA***Pervin Demir^{1*}, Selcen Yüksel¹****¹Biostatistics / Ankara Yildirim Beyazıt University, Türkiye***(pervin.demr@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Quality of life is related to how an individual's physical, mental, and social health is affected and influenced by various factors such as disease, pain, and psychological state. It is important to enhance health-related quality of life for an individual to have a good health status and lead a healthy life. One of the definitions for measuring health-related quality of life is utility. Utility is a fundamental numerical value representing the health conditions of individuals, ranging from 0 (death) to 1 (perfect health). The measurement of utility can be used not only for individual assessment but also for evaluating the effectiveness of healthcare services. Additionally, evaluating the long-term effectiveness of a treatment by measuring the benefits at specific time points is possible. It is known that the new method proposed by Yüksel et al. provides more accurate results compared to existing classical methods for obtaining the overall utility of longitudinal data. This study aims to create an easy-to-use web-based interactive interface freely accessible online for the new non-parametric method proposed by Yüksel et al. to predict overall utility in longitudinal data. The R shiny package, used to create interactive web applications in the R programming language, was utilized in the development of the web interface. In this interface, users only need to prepare a '.csv' data file consisting of columns containing utility values defined in the range [0-1] for individuals at each time point and import this data file into the relevant interface. A link (<https://overallutilitygain.shinyapps.io/UtilityGainEstimate/>) was defined for this aim. Through this created interface, users can easily calculate the overall utility gain directly without dealing with complex theoretical calculations associated with the new method. In conclusion, this user-friendly and freely accessible interface, created for estimating the overall utility in longitudinal data, will contribute to users' better understanding and visualization of the results.

Keywords: utility; longitudinal data; overall utility; R Shiny; decision making.

A STATISTICAL ANALYSIS OF MIGRATION DATA IN VAN PROVINCE: 2008-2022*Olgun Özdemir^{1*}, Zafer Ağyar¹, Mehmet Şaban Uçarı¹**¹Turkish Statistical Institute, Türkiye***(olgunoedemir35@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

In this study, migration patterns in Van Province, Turkey, between 2008 and 2022 were statistically analyzed. Van province is an important migration destination in the Eastern Anatolia Region and migration events have a significant impact on the economy and demographic structure of the region. The aim of the study is to analyze the key trends and affecting factors of migration movements of Van province with statistical methods and to predict future migration trends. The data were obtained using annual population statistics, migration movements, and socio-economic, demographic, and environmental indicators provided by the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) and other institutions. Descriptive statistics, percentage distribution analysis, correlation analysis, regression analysis, geographic information systems (GIS) analysis, and cluster analysis methods were used in the analysis. The findings showed that the factors with the greatest impact on Van province's net migration are the population growth rate and emigration. It also demonstrated that immigration, cultivated agricultural areas, and the number of arrivals to accommodation facilities have a moderate impact on net migration. According to the results of the regression analysis conducted to determine the factors affecting net migration in Van province, it was seen that the positive growth of net migration was associated with the population growth rate, literacy rate, average temperature, particulate matter concentration (PM10), number of foreign visitors entering through border gates and average education duration. It was observed that the negative growth of net migration is related to the cultivated agricultural area and employment rate. This study statistically analyzes internal migration data from Van province to identify factors affecting net migration. The findings can help us better understand migration trends and develop policies. The model can inform policy decisions by guiding regional planners and decision-makers on future provincial migration dynamics.

Keywords: internal migration; Van province; statistical analysis; determinants of migration.

A STRATEGIC PERSPECTIVE: ELECTRE-BASED OPTIMAL REINSURANCE***Başak Bulut Karageyik***^{1,*}¹*Department of Actuarial Sciences, Faculty of Science, Hacettepe University, Turkey***(basakbulut@hacettepe.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Reinsurance plays a critical role in managing risk for insurance companies, enabling them to maintain financial stability in the face of unforeseen events. The excess of loss reinsurance (XL) arrangement, which is designed to protect insurance companies from financial losses that exceed a predetermined retention limit (M), is mostly preferred to the other arrangements. However, due to catastrophic events and global events in recent years, an upper limit (L) has been introduced to these agreements in order to limit the liability of the reinsurance company and encourage it to agree. In addition, it is more important to determine the reinsurance levels related to the agreement than the type of agreement. To determine the optimal reinsurance strategy, various quantitative models and decision-making methods have been employed. In this study, the Electre (Elimination and Choice Expressing Reality) method, one of the multi-criteria decision analysis approach, is used in the context of optimizing reinsurance. The Electre method is a powerful tool for evaluating complex decision problems involving multiple criteria and alternatives. In this study, we aim to determine optimal reinsurance level pairs (M and L) according to the most important factors of the insurance and reinsurance company: cost and premiums, by using the Electre method. Each reinsurance alternative is evaluated against these two criteria, resulting in a preference structure. In the numerical application part, an analysis is applied to data from automobile insurance. The results are obtained and discussed.

Keywords: reinsurance, excess of loss reinsurance, multi-criteria decision analysis, Electre

**AB ÜYESİ ÜLKELER VE TÜRKİYE’NİN MUTLULUK DÜZEYLERİNİN
ALTERNATİF YÖNTEMLER KULLANILARAK KARŞILAŞTIRILMASI***Esra Öncül^{1*}, Doğan Yıldız¹**¹İstatistik Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye***(esra.oncul@istka.org.tr) Corresponding author***Özet**

Bu çalışmada, Avrupa Birliği’ne üye ülkeler ve Türkiye’nin mutluluk düzeylerinin alternatif yöntemler ile sıralanması ve karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Mutluluk düzeylerinin ölçümü için Dünya Mutluluk Endeksi Raporu 2022’de Dünya Mutluluk Endeksi verileri kullanılmaktadır. Analizler için endeks değişkenleri; kişi başına gayrisafi yurt içi hasıla, sosyal destek, sağlıklı yaşam beklentisi, yaşam seçimleri yapma özgürlüğü, cömartlik ve yolsuzluk algısı alınmaktadır. Alternatif yöntemler olarak ise Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden TOPSİS ve ARAS yöntemleri, çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemi olarak ise Temel Bileşenler Analizi (TBA) ile Kümeleme Analizi kullanılmaktadır. Uygulamada ilk olarak 6 değişken Shannon’ın Entropisinin kullanıldığı entropi yöntemi ile ağırlıklandırılarak ardından bu kriter ağırlıklarının kullanıldığı ÇKKV yöntemleri ile ülkelerin mutluluk düzeyleri sıralaması elde edilmektedir. Ayrıca değişkenlerin skor değerleri kullanılarak TBA ile de ülkelerin mutluluk düzeyi sıralamaları elde edilmekte ve ÇKKV yöntemleri sonuçları ile karşılaştırılmaktadır. Kümeleme analizi ile ise ülkeler mutluluk düzeylerine göre 3 gruba ayrılmaktadır. Kümeleme Analizi sonuçlarına göre Avusturya, Danimarka, Finlandiya, Estonya, Almanya, İrlanda, Lüksemburg, Hollanda ve İsveç’in yüksek mutluluk düzeyine sahipken; İtalya, Yunanistan, Kıbrıs ve Türkiye’nin düşük seviyede diğer AB ülkeleri ise orta seviyede yer almaktadır. Ayrıca TOPSİS, ARAS ve TBA sonucunda elde edilen sıralamaların ülkeler bazında birbirine yakın değerler aldığı ve kümeleme analizindeki gruplarla büyük ölçüde uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca üç yöntemle elde edilen sıralamalar, Dünya Mutluluk Endeksi’ndeki ülkelerin mutluluk endeksi skorlarının AB üyesi ülkeler ve Türkiye için sıralamaları ile de karşılaştırılarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Shannon’ın Entropisi; Entropi ile Ağırlıklandırma; TBA; Kümeleme Analizi; Avrupa Birliği; Türkiye

ALTERNATİF BİR DOĞRUSAL OLMAYAN EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ ÖNERİSİ**Hoşeng Bülbül^{1*}**¹*Ekonometri Bölümü/ İktisat Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Türkiye***(hoseng.bulbul@marmara.edu.tr) Corresponding author***Özet**

Eşbütünleşme analizi, son çeyrek yüzyılda zaman serileri ekonometrisindeki en önemli gelişmelerden biri olarak kabul edilmekte ve makroekonomik çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu analizdeki istatistiksel süreçler, ilk kez Engle ve Granger (1987) tarafından ortaya atılmış ve yapmış oldukları bu katkı sayesinde 2003 yılında Nobel Ekonomi Ödülü'nü kazanmışlardır. Bu analizlerde, ekonomik değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiler karmaşık ve doğrusal olmayan bir yapıda olabilir. Güvenilir sonuçların elde edilmesi, eşbütünleşme analizlerinde gerçek dinamiklerin doğru bir şekilde modellenmesine bağlıdır. Ancak doğrusal olmayan dinamiklerin varlığında geleneksel eşbütünleşme testlerinin kullanılması, temel hipotezin reddedilememesi yönünde yanlış sonuçların elde edilmesine neden olabilir. Bu doğrultuda, çalışmada Üstel Yumuşak Geçişli Otoregresif (ESTAR) sürecine sahip yeni bir eşbütünleşme testi önerilmiştir. Bu test, Hu ve Chen (2006) birim kök testine dayanmakta ve Engle ve Granger (1987) eşbütünleşme testinin doğrusal olmayan bir uzantısı olarak iki aşamalı bir prosedür izlemektedir. Eşbütünleşme yok temel hipotezine karşı, belirli bir zaman diliminde eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı, ancak tüm zaman dilimlerinde doğrusal olmayan ESTAR sürecine sahip eşbütünleşme ilişkisinin olduğu alternatif hipotez test edilmektedir. Çalışmada testin asimptotik dağılımı elde edilmiş ve test süreci tutarlılık, sapmasızlık ve en güçlü test kriterleri kapsamında incelenmiştir. Monte Carlo simülasyon sonuçlarına göre, önerilen yeni eşbütünleşme testinin KSS (2006) eşbütünleşme testine kıyasla daha yüksek bir güce sahip olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: eşbütünleşme; doğrusal olmama; ESTAR; Monte Carlo simülasyonu.

Not: Bu çalışma Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Bilim Dalı'nda, Prof. Dr. Ebru Çağlayan Akay danışmanlığında, Hoşeng Bülbül tarafından hazırlanmakta olan doktora tezinden türetilmiştir.

**AN EVALUATION OF TECHNICAL EFFICIENCY IN TURKISH STATISTICAL
INSTITUTE: THE CASE OF 26 REGIONAL OFFICES**

Nevra Alhas-Eroglu^{1}, Nuri Er¹*

¹Turkish Statistical Institute, Regional Office, Samsun, Türkiye

**(nevra.alhas@tuik.gov.tr) Corresponding author*

Abstract

The efficiency problem and input-output relation has extensively been explored in different sectors. Nevertheless, technical efficiency of governmental organizations was rarely investigated. The objective of this study was to estimate technical efficiency of 26 Regional Offices of Turkish Statistical Institute and explore the determinants of inefficiency. Data Envelopment Analysis was used to determine technical efficiency scores whereas the impact of age and education level of employee and geographical size of office on technical efficiency was explored via Truncated Tobit model. The results of the model revealed that mean technical efficiency of 26 Regional Offices was 0.54. Besides, mean technical efficiency of only 15% of offices were higher than 0.90. The results showed that technical inefficiency was increased by rise of age whereas decreased by higher education of employee. Regional offices should revise resource management and usage of field staff and vehicle should be improved.

Keywords: TurkStat; technical efficiency; Data Envelopment Analysis; Truncated Tobit

DRAFT VERSION

AUXILIARY VARIABLE EFFECT IN CALIBRATION ESTIMATOR*Cenker Burak Metin^{1*}, Duygu Kılıç¹**¹Methodology Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye***(cenker.metin@tuik.gov.tr) Corresponding author***Abstract**

Target population should be represented in the best way for the related characteristics in the sample surveys. Design weights are used when selection probabilities are unequal to ensure representativeness. Some adjustments are made to reduce the negative impact of problems such as non-response and out-of-scope on design weights. Defining design weights and these adjustment processes together constitute the weighting processes. The reason for adjusting in the design weights is to reduce the negative effects of non-response and out-of-scope problems and to increase the quality of the estimates. The calibration approach also makes appropriate adjustments to known population values using auxiliary information and is used in the weighting stage. The calibration estimator uses knowledge of the auxiliary variable(s) to improve the efficiency of the estimates and requires knowing the population totals for one or more auxiliary variables. The effectiveness of this estimator depends on how well the auxiliary variable or variables can explain the target variable. The aim of this study is to show the effect of the correlation structure of auxiliary variables on the effectiveness of calibration estimators. The GREG estimator was used because all of the calibration estimators asymptotically converged to the GREG estimator. For this purpose, synthetic data was created and R studio was used in all analyses.

Keywords: auxiliary variable; calibration estimator; sampling; GREG; weighting.

AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNDE TEMEL GELİR SORGULAMASINDA ÇOKLU UYUM ANALİZİ KULLANIMI

Zehra Zeynep Şahinbaşoğlu^{1}*

¹Statistics / Yıldız Technical University Graduate School of Science and Engineering, Türkiye

**(zeynepsahinbasoglu@gmail.com) sorumlu yazar*

Özet

Çok değişkenli istatistiksel analizlerde çok sayıda değişken söz konusudur. Bu değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkileri ve etkileşimlerini açıklamak için çok değişkenli istatistiksel yöntemlere ihtiyaç duyulur. Bu yöntemde tek değişkenli istatistiksel analizlerde veri olarak kabul edilen birçok faktörün çok değişkenli analizlerde birer değişken olarak sisteme dahil edilmesidir. Böylece daha iyi, açıklayıcı ve detaylı sonuçlar elde edilebilmektedir. Çoklu uyum analizi özellikle kategorik verilerin analizinde uygundur. Analizin grafik çıktısı karar verme için kullanılabilir, zengin bilgiye sahiptir. Değişkenler arası yakınlıkları bir harita üzerinde resmederek, tablolarda anlatılamayan ilişkileri, görsel olarak sunar.

Uygulaması gerçekleştirilen veri <https://www.kaggle.com/daliaresearch/basic-income-survey-european-dataset> linkinden elde edilmiş olup, Dalia Research tarafından 2016 senesinde Avrupa Birliğine üye ülkelere anket çalışması yapılarak elde edilmiştir. Bu ankette Avrupa genelinde halka “Temel Gelir” fikrine nasıl baktıkları, eğer sandığa gidilirse bu fikre oy verip vermeyecekleri sorulmuştur. Temel Gelir, kişilerin diğer gelir kaynakları ya da çalışıp çalışmadıklarına bakılmaksızın hükümet tarafından her bir bireye koşulsuz olarak ödenen bir gelirdir. Diğer sosyal güvenlik edemelerinin yerini alır ve tüm ihtiyaçları karşılayacak kadar yüksek olduğu düşünülmüştür. Bu çalışmadaki amaç, bu sistemi destekleyen katılımcıların tüm değişkenlere göre hangi kategorilerde yer aldığı araştırılmasıdır. Bu araştırmaya 28 Avrupa Birliğine üye devlet katılmıştır. Katılımcılar 14 – 65 yaş aralığında, kadın ve erkeklerden oluşmaktadır ve 9649 kişiye uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre katılımcıların üçte biri bu sistemi desteklemektedir. Bunun yanı sıra bu fikre oy vermeyecek kişilerin konu hakkında yeterli bilgisi olmayan ve kırsal kesimde yaşayan kişiler ile birlikte yüksek gelire ve eğitime sahip kişiler olduğu görülmüştür.

Keywords: Çoklu Uyum Analizi; Avrupa Birliği; Temel Gelir Anketi

BACKCASTING PROCESS OF HOUSEHOLD LABOURFORCE SURVEY*Osman Sert*^{1*}¹*Turkish Statistical Institute, Turkey***(osman.sert@tuik.gov.tr) Corresponding author***Abstract**

Turkish Statistical Institute (TUIK) compiles detailed and timely information about the labor force indicators regularly with the Household Labor Force Survey (LFS) which is the main data source on the supply side of the labor force. The definitions of employment and unemployment determined by the International Labor Organization (ILO) has been using in LFS since 1988. In 2013, the definitions and standards for the measurement of employment and unemployment were updated at the 19th International Conference of Labor Statisticians (ICLS) held by ILO. Eurostat has decided to use the new definitions determined in the 19th ICLS in 2021. For this reason, LFS time series were backcasted to prevent time breaks in the series caused by definition changes.

There are three basic approaches in the literature for the backward estimation of economic time series (UNSTAT, 2018)². These are: "Micro Approach", "Macro Approach" and "Hybrid Approach". Hybrid approach is used in the backcasting process of LFS series and analysis was carried out in four stages. At the end of this process, LFS series, which were previously published according to 3-month moving averages, were converted into monthly frequency and some analysis were carried out to measure the effects of the relevant changes on the estimations. As a result of the studies, comparable time series were calculated retrospectively with statistical and econometric method.

Keywords: Household Labour Force Statistics; Backcasting; Hybrid Approach.

Note: The views expressed in this paper are those of the authors and do not necessarily reflect the policies of Turkish Statistical Institute.

**BANKACILIK RİSKİNDE KURAL ÇIKARMA: NEDENSEL ÇİZGELERİN DİL
MODELLERİYLE BÜTÜNLEŞTİRİLMESİ***Murat Öztürkmen^{1*}**¹Baş Veri Bilimci / Gtech, İstanbul, Türkiye***(murat.ozturkmen42@mail.com) Corresponding author***Özet**

Modern bankacılık ve finans dünyasında risk modellemesi, kurumların karar alma süreçlerinin kalbinde yer alır. Geleneksel yaklaşımların sunduğu sınırlılıkların ötesine geçerek, bu çalışmamızda causal graph yapıları ve Bayesyen networklerle bankacılıkla ilgili risk modelleri için değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerini detaylı olarak ele alıyoruz. Elde edilen nedensellik ilişkileri, büyük dil modellerinin gücü ile birleştirilerek, nedensellik temelli promptlar oluşturuldu. Bu promptlar, düşünce zinciri yaklaşımı ile bankacılığın karmaşık yapılarındaki riskleri çözümlenmek ve bu risklere yönelik aksiyon önerileri sunmak için kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek, bankacılık ve finans kurumlarına dinamik, esnek ve zamanında kural çıkarımı ve aksiyon önerisi sunma potansiyeli taşımaktadır. Bu çalışmanın özgünlüğü, nedensellik temelli yaklaşımın, bankacılık sektöründeki risklerin daha derinlemesine anlaşılmasını sağlayarak, daha isabetli stratejik kararların alınmasına olanak tanınmasıdır. Geleneksel risk modelleme yöntemleriyle elde edilemeyen bu öngörü ve esneklik, bankacılık ve finans kurumları için değerli ve dönüştürücü olabilir. Sonuç olarak, bu çalışma, bankacılık ve finans sektöründe risk analizi ve yönetimi konusunda yeni son moda bir yaklaşım sunmaktadır. Nedensel çizgeler ve büyük dil modellerinin birleştirilmesiyle oluşturulan bu yeni yaklaşım, sektörün karşılaştığı zorluklara yenilikçi çözümler sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bayesyen Ağlar; Nedensel Çıkarım; Büyük Dil Modelleri; Finansal Risk Modellemesi

**BAŞLICA İNGUİNAL KANAL PATOLOJİLERİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ
ALGORİTMALARI İLE TAHMİN EDİLMESİ**

Alihan Yılmaz^{1}, Selmahan Selim², Emrah Aydın³*

¹ *Matematik / Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul*

² *Matematik / Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul*

³ *Çocuk Cerrahisi / Tıp Fakültesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ*

**(alihan.yilmaz@std.yildiz.edu.tr) Corresponding author*

ÖZET

Hamileliğin son 2 ayında salgılanan hormon ve faktörlerin etkisiyle, embriyolojik dönemde karın içinde oluşan testisler, kasıklarda bulunan açıklıklardan geçerek doğumdan hemen önce yumurtalık kesesine yerleşmekte ve sonrasında da bu kanallar kapanmaktadır. Kimi olgularda sebebi net olarak açıklanamamakla birlikte testislerin inişlerini tamamlayamayarak kanallarda veya karın içinde kalabilmesi halinde “İnmemiş Testis”, bu açık kanallara karın içi sıvısının dolması halinde “Hidrosetel”, karın için organlarından bazılarının veya bağırsağın bir bölümünün dolması halinde de “İnguinal Herni” hastalığı ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada; başlıca inguinal kanal patolojilerine sahip hastalardan alınan tam kan sayımı ölçümleri ile ‘İnmemiş Testis’, ‘İnguinal Herni’ ve ‘Hidrosetel’ hastalarının sınıflandırılması amaçlanmaktadır. Etik kurul onayını takiben tek merkeze, 2014-2023 yılları arasında başvuran ve yaşları ortalamaları 4,89±3,7 olan 2640 hastanın klinik radyoloji ve laboratuvar verileri incelendi. Veriler sağlıklı ve hasta olarak gruplandırıldı. Hasta grubu kendi içinde İnmemiş Testis, İnguinal Herni, Hidrosetel olarak alt grupta incelendi. Olguların tam kan sayımı değerleri ile hastalığı tahmin etme başarıları tabloda gösterilmiştir.

Eğitilmiş algoritmaların test datalarıyla başarı oranlarına baktığımızda, tanıların kategorilenme şekilleri "Herbiri" şeklinde olduğunda Kernel Naive Bayes Algoritmasının, "Hastalıklar Kendi İçinde" şeklinde olduğunda Gaussian Naive Bayes Algoritmasının, "Sağlıklı ve Hasta" şeklinde olduğunda Kernel Naive Bayes Algoritmasının diğer algoritmalara göre daha başarılı öngöründe buldukları gözlemlenmektedir.

Tanıların Kategorilenmesine Göre Algoritmaların Başarı Oranları (%)						
Kullanılan Algoritmalar	Tanıların Kategorilenme Şekilleri					
	Herbiri	Herbiri Test	Hastalıklar Kendi İçinde	Hastalıklar Kendi İçinde Test	Sağlıklı Hasta	Sağlıklı Hasta Test
Fine Tree	58,2	59,2	49,4	50,5	60,4	65,8
Medium Tree	61,5	60,3	51,8	50,5	60,8	64,3
Coarse Tree	62,5	58,8	54,6	56,9	61,3	63,1
Linear Discriminant	60,3	60,3	56,2	63,3	62,2	63,1
Gaussian Naive Bayes	46,7	55,0	56,1	68,8	59,3	71,1
Kernel Naive Bayes	56,1	61,8*	56,8	64,2	61,4	73,8*
Linear SVM	62,9	58,8	58,0	59,6	62,6	63,9
Quadratic SVM	62,7	60,7	56,8	51,4	62,4	63,9
Cubic SVM	54,3	51,5	50,3	56,9	60,9	63,5
Fine Gaussian SVM	58,1	58,4	52,4	59,6	57,9	59,7
Medium Gaussian SVM	63,1	61,1	58,4	64,2	63,6	68,8
Coarse Gaussian SVM	60,6	60,3	59,2	66,1	63,2	63,1

Veri sayısının artırılması ve klinik verilerin dahil edilmesi ile algoritmaların daha başarılı öngöründe bulunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnguinal Herni, İnmemiş Testis, Hidrosel

**BAYESIAN PARAMETER ESTIMATION FOR GEOMETRIC PROCESS WITH THE
INVERSE RAYLEIGH DISTRIBUTION**

Asuman YILMAZ^{1,},*

*¹Van Yüziüncü Yıl University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of
Econometrics, 65080 Van*

**(asumanduvar@yyu.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

The main purpose of this study is to determine the best estimators for the geometric process, when the distribution of the first occurrence time of an event is assumed to be inverse Rayleigh with parameters λ . For this purpose, both the maximum likelihood and Bayesian methods are used. The asymptotic distributions are also constructed based on the maximum likelihood. These features are very useful for practitioners. Bayesian estimators under two different based on square error loss function are considered. In Bayesian computation, the Markov chain Monte Carlo approximation is taken into consideration. Then, the performances of these methods are compared with respect to bias and mean square error values through an extensive simulation study.

Keywords: geometric process; maximum likelihood; Bayesian parameter estimation; simulation study

DRAFT VERSION

BERNSTEIN WINDOW INTERPOLATION PROBLEMS*Tuba Şekerci^{1*}, Mehmet Gürcan¹**¹Statistics / Faculty of Science, Fırat University, Turkey***(tsekerci@firat.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

The interpolation problem is more practical than the regression equation. Linear models used to avoid the high variance problem do not reduce the amount of error as much as desired. Instead, the interpolation process used can provide better fit and the high variance problem does not arise because it is not attributed to the entire data. However, in this case, we may need to transfer the intermediate value problem from a single variable to more dimensions. In this case, we can develop a useful method such as the "windowed interpolation method". Since we will basically do this with Bernstein type polynomials, let's call the method "BW" for short. The basic BW function will be defined as follows,

$$BW = a(1 - t_1)(1 - t_2) + b(1 - t_1)t_2 + ct_1(1 - t_2) + dt_1t_2, \quad 0 \leq t_1, t_2 \leq 1$$

Here, the coefficients are the observation values at the corner points of the window. We will explain in detail how to apply this method in our study.

Keywords: Intermediate value estimate; parzen window; Bernstein polynomial; b-spline.

DRAFT VERSION

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON ELECTRICITY CONSUMPTION**Şenol Çelik^{1*}**¹ *Biometry Genetics Unit, Department of Animal Science / Agricultural Faculty, Bingöl University, Turkey***(senolcelik@bingol.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

This paper aims to determine the position of electric consumption studies in the energy literature and provide a panoramic perspective of the social and intellectual structures of electric consumption studies in energy. Bibliometric methods have been used to analyze 701 studies, 2568 authors, and 167 sources published from 1993–2023. Descriptive, network, and cluster analyses were applied in the R statistics program. In this case, the Web of Science Core Collection database was scanned under the heading "electric consumption", and bibliometric information was gathered. Effective researchers preferred using "electricity" and "carbon dioxide" as keywords. According to the findings, Environmental Science and Pollution Research International, The Science of the Total Environment, and Journal of Environmental Management are the journals that publish the most papers on "electric consumption". The most published authors are Wang Y, Li Y, Liu and Wang Z, respectively. The expressions electricity, carbon dioxide, economic development are related within themselves, the expressions waste water, disposal, fluid and sewage are related within themselves, and the topics environment, greenhouse gases, refuse disposal, waste management, water, global warming, animal and life cycle stages are also related within themselves has been in a relationship. As a result, the perform in bibliometrics research can make a significant contribution by acting as a springboard for research on electric and energy.

Keywords: bibliometric analysis; literature review; electricity; journal.

BITCOIN İLE DOLAR, ALTIN VE BIST 100 ENDEKSİ ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ**Hakan Kaya ^{1*}, Batuhan Özkan ²**¹*İktisat Bölümü / İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bitlis Eren Üniversitesi, Türkiye*²*İstatistik Bölümü / Fen Edebiyat Fakültesi, Bitlis Eren Üniversitesi, Türkiye***(hkaya@beu.edu.tr) Corresponding author***Özet**

Bu çalışmanın amacı Bitcoin ile Dolar (USD), Altın ve BIST 100 Endeksi arasındaki nedensellik ilişkisini incelemektir. Bu doğrultuda Bitcoin ve alternatif yatırım araçları olarak tanımlanan Dolar, Altın ve BIST 100 Endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi ortalamada ve volatilitede yayılma etkisinin incelenmesine olanak sağlayan Hong (2001) varyansta nedensellik testi ile incelenmiştir. Buna ek olarak çalışmada Bitcoin fiyatlarından alternatif yatırım araçlarına geçişkenlik ilişkisi Hatemi-J simetrik ve asimetric nedensellik testleri ile araştırılmıştır. Veri analizi için 17 Eylül 2014 ile 13 Ekim 2023 tarihleri arasında günlük veriler kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar Bitcoin'den BIST100 ve Dolar'a doğru tek yönlü ortalamada nedensellik ilişkisi olduğuna işaret etmektedir. Varyansta nedensellik test sonuçları ise Bitcoin ile Dolar, Altın ve BIST 100 Endeksi arasında çift yönlü oynaklık yayılım etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan Hatemi-J simetrik nedensellik test sonuçlarına göre Bitcoin'den Dolar'a doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Hatemi-j asimetric nedensellik test sonuçları Bitcon'in pozitif şoklarından BIST100 ve Altın'ın negatif şoklarına doğru tek yönlü, Dolar'ın negatif şoklarına doğru ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada ayrıca Bitcon'in negatif şoklarından Altın'ın pozitif şoklarına doğru çift yönlü, negatif şoklarına doğru ise tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu, bununla birlikte Bitcon'in negatif şoklarından Dolar'ın negatif şoklarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulunmuştur. Bitcoin'in giderek daha fazla bir finansal varlık olarak kabul edildiği günümüzde, kripto para biriminin geleneksel finans piyasalarıyla olan etkileşimini anlamamıza yardımcı olabilir. Ayrıca, yatırımcılar ve analistler için bu varlıklar arasındaki ilişkilerin anlaşılması, daha iyi yatırım stratejileri geliştirmelerine katkı sağlayabilir. Sonuç olarak, bu çalışma, Bitcoin'in Dolar ile olan

nedensellik ilişkisini vurgulayarak, kripto para birimlerinin finansal piyasalardaki rolünü daha iyi anlamamıza katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Hong Nedensellik Testi, Hatemi-J Nedensellik Testi, Bitcoin, US Dolar, Altın, Bist 100 Endeksi

DRAFT VERSION

CALCULATION OF HOUSEHOLD-BASED SOCIOECONOMIC STATUS IN TÜRKİYE

İbrahim Demir^{1}, Furkan Metin², Metin Aytaç³, Turgay Altun⁴, Mehmet Şaban Ucar⁵, Onur Şentürk⁶*

¹ *Turkish Statistical Institute, Türkiye*

² *Turkish Statistical Institute, Türkiye*

³ *Demographic Statistics Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye*

⁴ *Social Statistics Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye*

⁵ *Demographic Statistics Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye*

⁶ *Social Statistics Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye*

**(ibrahim.demir@tuik.gov.tr) Corresponding author*

Abstract

The determination of the socioeconomic status of the households is of great importance especially for many studies conducted in the academic field. It is used extensively especially for market and advertising research. Different methods are utilized for calculating SES scores based on education, income and occupation data at household level. The data obtained are record-level real data, not survey data. Variables are rated according to the score scale from 0 to 100.

The data of the education variable is scaled according to the educational attainment of individuals and rankings of university departments, the occupation variable is scaled according to the civil servant coefficient and the number of persons employed, and finally the income variable is scaled according to median income value. All 26 million households in Türkiye were included in this study. According to the findings, the SES scores of the households were grouped into seven groups: A+, A, B, C1, C2, D, and E. While 16.4 percent of the households were in the lowest SES group, the proportion of households in the highest SES group was 1.4 percent. This article is the first evidence-based study that sheds light on SES scores covering all households in Türkiye. Besides, in this study, the SES value of an individual or household without a socioeconomic status score can be calculated by using the multivariate regression model

Keywords: socioeconomic status, population characteristics, household statistics, Türkiye

CİNSİYETE GÖRE YAŞAM BEKLENTİSİNİN ŞEKİLLENMESİNDE ETKİLİ FAKTÖRLER: OECD DAHA İYİ YAŞAM İNDEKSİ ANALİZİ

Mert Veznikli ^{1*}

^{1*} *Biyoistatistik Bölümü, Koç Üniversitesi, Türkiye*

(mveznikli@ku.edu.tr) Corresponding author

Özet

Yaşam beklentisi, toplumun sağlık hizmetleri, yaşam kalitesi ve genel refah düzeyi hakkında kritik bir göstergedir. Cinsiyet, yaşam beklentisi üzerinde etkili olan birçok faktörün temelini oluşturan bir sosyal değişkendir. Son yıllarda, cinsiyet ve yaşam beklentisi arasındaki ilişki, pek çok araştırmamanın odak noktası olmuştur.

Cinsiyete dayalı yaşam beklentisi farklılıklarını anlamak, toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin anlaşılmasına katkıda bulunabilir. Genellikle kadınların erkeklere kıyasla daha uzun yaşam beklentisine sahip olduğu gözlenir. Bu farkın nedenleri karmaşıktır; kadınlar genellikle daha sağlıklı yaşam tarzları benimserler, bu da sigara içme ve alışkanlığı, dengeli beslenme ve düzenli tıbbi muayeneler gibi faktörlere dayalı daha sağlıklı yaşam biçimlerini içerir.

Ancak, yaşam beklentisi sadece kişisel sağlık davranışlarına dayalı bir olgu değildir. Cinsiyet rolleri, kadınların ve erkeklerin sosyal ve ekonomik hayattaki farklılıkları nedeniyle yaşam beklentisini etkileyebilir. Bu çalışmanın temel amacı, yaşam beklentisinin cinsiyete göre farklılaşmasına etki eden sosyal ve ekonomik faktörleri incelemek ve bu faktörler arasındaki ilişkileri açıklamaktır. Böylece cinsiyet eşitsizliği konusunda bilimsel bir katkı sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda, OECD'nin "Daha İyi Yaşam" verileri kullanılarak Yapısal Eşitlik Modellemesi (PLS-SEM) yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada, cinsiyetin yaşam beklentisi üzerindeki etkileri çeşitli değişkenler aracılığıyla analiz edilmiş, bu değişkenler arasındaki ilişkiler ve etkiler incelenmiştir. Araştırma, yaşam beklentisi ve cinsiyet arasındaki karmaşık ilişkileri anlama amacı taşımaktadır.

Elde edilen sonuçlar, kadınlar arasındaki cinayet oranı erkeklere kıyasla daha düşük olduğundan, bu durum yaşam beklentisini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ancak, kadınlar içinde çalışma oranının erkeklere kıyasla daha düşük olması, kadın bireylerin yaşam memnuniyetinin

daha düşük olmasına ve yaşam beklentisinin kısalmasına yol açmaktadır. Ayrıca, kadınların gece sokakta tek başına dolaşırken kendilerini daha güvensiz hissetmeleri, yaşam beklentisini olumsuz etkileyen diğer bir faktördür.

Bu çalışmanın sonuçları, cinsiyet farklılıklarının yaşam beklentisi üzerindeki karmaşık etkilerini anlaşılmasında faydalı olabilir.

Anahtar kelimeler: cinsiyet eşitsizliği, yaşam beklentisi, OECD, daha iyi yaşam

DRAFT VERSION

**CLASSICAL METHODS FOR ESTIMATION OF CONSTANT STRESS
ACCELERATED LIFE TEST UNDER EXPONENTIATED PARETO DISTRIBUTION***Fatma Gül Akgül***¹Department of Computer Sciences, Karadeniz Technical University, Türkiye***(fakgul@fen.ktu.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Accelerated life testing is used to measure the lifetime of the highly reliable products. It is obvious that these products can work for a long time under normal use conditions, however the producers want to know lifetime of them before marketing. In order to accelerate the lifetime of a product, the high stress is applied. In this study, we assumed that the lifetime of a product at constant stress level follows exponentiated Pareto distribution. To estimate the parameters of the model, the maximum likelihood, the least squares, the weighted least squares, the maximum product of spacing and the minimum distance methods, namely the Cramer von Mises, the Anderson-Darling and right-tail Anderson-Darling methods are used. The performances of the proposed estimates are compared via Monte-Carlo simulation study. A real data set is analysed for illustrative purposes.

Keywords: Accelerated life testing; Exponentiated Pareto; Efficiency; Monte-Carlo simulation study.

DRAFT VERSION

**CLASSIFICATION OF TURKISH ONLINE COMPLAINTS OF AN AIRLINE
COMPANY WITH TEXT MINING***Furkan Yeter^{1*}, Gülder Kemalbay²**¹Department of Statistics, Yıldız Technical University, Turkey**²Department of Statistics, Yıldız Technical University, Turkey***(furkan.yeter@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Consumers want to benefit from the best product or service by taking into account the comments and recommendations of other users in the digital environment. Sikayetvar.com is a website that serves in this direction and establishes the connection between customers and brands. By sharing user experiences and brand solutions, it helps customers to make decisions in their shopping. The aim of this study is to build a machine learning-based text classification model using Turkish Natural Language Processing techniques for Turkish language online complaint data about a company operating in the airline passenger transportation industry. Since English natural language processing techniques are not successful for Turkish text data, there are very few studies in the literature on text classification with Turkish data. In this study, text data will be converted into numerical features by TF-IDF method and the ones that provide information extraction among the features will be selected by Chi-Square method. The complaint data will be classified with Naive Bayes, Logistic Regression, Random Forest, XGBoost, BERT methods from machine learning techniques on the training dataset and the performance of the model will be evaluated with accuracy, precision, F-score and sensitivity metrics on the test dataset. In the study, the most successful method is the Naive Bayes model, which achieved at least 90% in all metrics. As a result of this study, the developed model is expected to provide a quick solution to online complaints and minimize future customer loss. This study was supported by TUBITAK 2209-B University Students Industry-Oriented Research Projects Support Program under the project number 1139B412200695.

Keywords: text mining, Turkish natural language processing, text classification, machine learning

COMPARISON OF BETA REGRESSION AND LINEAR REGRESSION IN TERMS OF ASYMPTOTIC EFFICIENCY OF RSQUARES*Suay Erees^{1*}**¹Department of Finance, Banking and Insurance, Yaşar University, Türkiye***(suay.erees@yasar.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

In regression analysis, dependent variable may fit normal distribution as well as be in the form of percentages or proportions that are continuous and bounded by 0 and 1. In this case, analysts can use both linear regression and beta regression analysis. Therefore, comparing the consequences of these analyses at some levels is important. In this study, the comparison of beta regression and linear regression in terms of asymptotic efficiency of R-square values has been investigated. Since R-square is the first widely used criterion for making inferences about models, finding the more efficient one can help us to choose the correct method of analysis. Extensive simulations using bootstrap method with a real data set have been presented. The dataset on body fat was used and the dependent variable was regressed on the sixteen predictors using both analyses. After finding the best subset of variables, to examine the asymptotic efficiencies of R-square statistics, bootstrap study on the data has been performed. Results show that R-square in linear regression is asymptotically more efficient relative to pseudo-R square in beta regression.

Keywords: beta regression; linear regression; asymptotic efficiency; R-square.

DRAFT VERSION

CONDITIONAL RANDOMIZATION TEST FOR CONFORMAL ROBUST NEURAL NETWORKS IN OUTLIER DETECTION

Mehmet Ali Kaygusuz¹ and Vilda Purucuođlu^{2}*

¹Department of Economics, Anadolu University, TURKIYE

²Department of Statistics, Middle East Technical University, TURKIYE

**(vpurutcu@metu.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

Robust feed-forward neural network is one of the recent network structures that is based on the combination of the classical robust regression and the deep neural network. Moreover, the conditional randomization test (CRT) is another well-known approach that is based on the comparison of the known conditional distribution with the distribution of the data and it has not been applied yet within the deep neural networks. Hence, in this study, we combine both approaches to detect outlier observations in large data sets in such a way that we can get a conformal estimation to provide valid inference for machine learning models, including deep neural networks. In general, the conformal prediction method has not been applied yet for robust feed-forward neural networks for regression, except, it has been used to compute an upper bound for conformal prediction of classical deep neural network. In our analyses, we perform CRT for robust feed-forward network in order to get a conformal estimation while detecting outliers and assess the performance of underlying procedures with different number of observations and the number of parameters.

Keywords: Robust regression, Conditional independence testing, Deep neural networks

Note: Vilda Purucuođlu would like to thank to Huawei Turkey R&D Center for their support.

CONSTACYCLIC CODES WITH LOCALITY AT MOST 2 AND DIMENSION 2***Rabia Zengin***^{1*}, ***Mehmet Emin Köroğlu***²¹*Department of Mathematics, İstanbul Bilgi University, Türkiye*²*Department of Mathematics, Yıldız Technical University, Türkiye***(rabia.zengin@bilgi.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Locally recoverable codes (for short LRCs) are codes such that a symbol in any coordinate of a codeword can be repaired by accessing the symbols in at most r other coordinates. The distributed storage systems by Microsoft Azure and Hadoop uses such codes since they can recover a failed node by accessing the minimum number of the surviving nodes. Constacyclic codes have a wide range of uses in consumer electronics because of their most-effective encoding and decoding procedures. Here, we have obtained constacyclic LRCs with dimension 2 and locality at most 2. We have proved a necessary and sufficient condition for constacyclic codes with locality 1 which is minimum. Then we have generalized the construction for constacyclic LRCs with any dimension and locality.

Keywords: locally recoverable codes, constacyclic codes.

Note: This research is supported by Yıldız Technical University Scientific Research Projects Coordination Department with Project Number FYL-2023-5605.

DRAFT VERSION

**CONTROL OF STANDARD ERROR OF SURVIVAL DATA WITH AVERAGE
TREATMENT EFFECT***Mehmet Ali Kaygusuz^{1*}, Vilda Purutcuoğlu²**¹Department of Economics, Anadolu University, TURKEY**²Department of Statistics, Middle East Technical University, TURKEY**(vpurutcu@metu.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Average treatment effect has a very important role to measure the differences in mean outcomes between units assigned to the treatment and units assigned to the control and it has applications in different scientific domains such as molecular biology, econometrics, machine learning. Accordingly, from previous studies in biological networks, it has been shown that the estimation in survival analysis with average treatment effect produces more accurate results. However, when we work with clustered censored data, in particular while the number of parameter (p) exceeds the number of observation (n), the estimation of heterogeneous effect with survival outcomes can be computationally challenging. In this study, we propose to solve the underlying problem by reducing the standard error of average treatment effect with the help of random forest algorithm and feed-forward neural networks. We examine the suggested algorithm with different p and n where $p > n$.

Keywords: Average treatment effect; survival models; random forest algorithm; deep neural networks.

DRAFT VERSION

**DEEP LEARNING-BASED BI-RADS CLASSIFICATION FOR MAMMOGRAPHY
IMAGE ANALYSIS**

Boran Toktay¹, Arda Tekin¹, Harun Yazgan¹, Ahmet Can Günay², Ozan Kocadağlı³

¹ Department of Computer Science and Engineering/ Istanbul Kultur University, Turkey

² Department of Electrical & Electronics Engineering / Istanbul Kultur University, Turkey

³ Department of Statistics, Faculty of Science and Letters / Mimar Sinan Fine Arts University, Turkey

**(ozan.kocadagli@msgsu.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

Breast cancer screening is a critical component of women's healthcare, with mammography serving as a fundamental tool for early detection. The Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) categorization system plays a pivotal role in the interpretation of mammography images, facilitating standardized reporting and data analysis. In the relentless pursuit of improving the accuracy and efficiency of breast cancer diagnosis, an innovative solution has emerged, harnessing the capabilities of deep learning within the realms of radiology and image processing. As a result of the tests, an accuracy rate of 85 percent was achieved specifically for BI-RADS classification. The accuracy rate is also supported by ROC curve and Confusion Matrix. The study shows that a fusion model built with more images and data science research will visibly increase accuracy rates in the future.

The amalgamation of mammography, breast cancer screening, BI-RADS, deep learning, radiology, and image processing in this system represents a groundbreaking advancement in the medical field. Deep learning algorithms, armed with their unmatched ability to identify intricate patterns and anomalies within images, hold significant promise in improving the accuracy of breast cancer diagnoses. By supporting radiologists in their assessments, this method could have a profound impact on the clinical decision-making process.

In a clinical setting, the incorporation of this deep learning-based system has the potential to transform the role of radiologists, minimizing the risk of oversights and false negatives. It serves as a valuable second opinion, strengthening the diagnostic process. Ultimately, it empowers

healthcare professionals to make more informed decisions regarding patient care and treatment options.

In summary, the seamless integration of deep learning-based image analysis into the framework of BI-RADS and mammography represents a transformative shift in breast cancer screening. This innovation not only enhances the capabilities of radiologists but also contributes to the early detection of breast cancer, potentially saving lives and improving patient outcomes. As research in this area advances, the synergy of deep learning, mammography, and BI-RADS promises to be an invaluable asset in the ongoing fight against breast cancer, potentially revolutionizing the way we approach breast cancer screening and diagnosis.

Keywords: Mammography, Breast Cancer Screening, BI-RADS, Deep Learning, Radiology, Image Processing.

DRAFT VERSION

**DEMAND PREDICTION MODELS FOR TERM DEPOSIT SUPPLY WITH AN
AUTOMATIC MACHINE LEARNING METHOD (DATABLENDER) IN BANKING***Gizem Aydın^{1*}, Mehmet Yalçın²**¹R&D / ERETEAM, Türkiye**²Statistics / Graduate School Of Science And Engineering, Yildiz Technical University, Türkiye***(gaydin@ereteam.com) Corresponding author***Abstract**

In today's world, it is becoming increasingly important for companies to reach the right people from their customer pool to market their products and services. This is also true for banking and financial institutions, as it can be a costly and time-consuming process to reach the right people from a large customer base. In line with this, institutions have increased their machine learning-based models using demographic and financial data of customers who have purchased products and services. The interest in this technology has increased as these models have both successfully identified the right people and reduced the time and cost of money. Machine learning-based models are frequently used in this direction.

In this study, machine learning prediction models have been established on whether customers who prefer the financial institution in Portugal will take a term deposit. Thus, the institution will identify existing customers who are more likely to subscribe to a term deposit and focus on these customers with marketing efforts. In the study, the data set containing the information of whether the financial institution in Portugal wants a term deposit account by calling its customers was used. The modeling processes were performed automatically with data preprocessing steps and the DataBlender automatic machine learning tool was used for this. As a result of the study, the Lightgbm model was the most successful model among the models. As a result of the results, it was observed that the success criteria of tree-based models are close to each other. The effective variables on customers' term deposit taking behavior were found as a result of the model, and the customer's features were ranked by impact.

Keywords: Automatic Machine Learning; DataBlender; Boosting; Term Deposit.

**DENGESİZ VERİ SETLERİNDE HİBRİT ÖZNİTELİK SEÇİMİ SONRASI MAKİNE
ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE SINIFLANDIRMA***Meryem Pulat^{1*}, Ipek Deveci Kocakoç²**¹Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İzmir, Türkiye.**²Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İzmir, Türkiye.***(meryem.pulat@deu.edu.tr) Corresponding author***Özet**

Elde edilen geçmiş deneyimlerin kullanılmasıyla bir model oluşturulan makine öğrenmesi, veriler arasındaki ilişkileri keşfetme ve geleceğe yönelik kestirimde bulunulmaktadır. Bu çalışmanın odak noktası, sınıflandırma problemlerini çözmek için kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarının performansını artırmaktır. Bu algoritmaların performansı, kullanılan veri setindeki özniteliklerin yeterli ve uygun olup olmadığına bağlıdır. Bu nedenle sınıflandırma işlemi yapılmadan önce öznitelik seçimi yapılmıştır. Öznitelik seçimi, filtreleme ve sarmal yöntemlerin birleştirildiği bir hibrit yaklaşım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu hibrit yaklaşım, sadece filtreleme yöntemlerinin kullanıldığı duruma göre sınıflandırma doğruluğunu artırmanın yanı sıra sadece sarmal yöntemlerin kullanıldığı durumdaki işlem süresini de azaltabilmektedir. Öznitelik seçimi için filtreleme adımında Ki-Kare, Bilgi Kazancı, Kazanç Oranı, Simetrik Belirsizlik Katsayısı, Korelasyon Tabanlı Öznitelik Seçimi ve RELIEF yöntemleri kullanılırken; sarmal yöntem olarak Övünlemeli Öznitelik Eliminasyonu, Genetik Algoritma, Tavlama Benzetimi ve BORUTA kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi K En Yakın Komşu, Lojistik Regresyon, Naive Bayes, Destek Vektör Makinaları, Doğrusal Diskriminant Analizi, Karar Ağaçları, Rasgele Orman, Bagging, Boosting, Rotasyon Ormanı ve Yığınlama algoritmaları kullanılarak yapılmış ve model başarımleri ölçütleri kullanılarak performansları kıyaslanmıştır. Hibrit öznitelik seçimi yaklaşımı kullanıldığında genel olarak algoritmaların performansı iyileşmiştir. Yapılan çalışmada, UCI Machine Learning Repository veri tabanındaki veri setlerinden “Taiwanese Bankruptcy” ve “Statlog (German Credit Data)” veri seti kullanılmıştır. İlk veri seti, 95 tanımlayıcı öznitelik ve çıktı değişkeni (iflas eden ve iflas etmeyen firmalar) olmak üzere toplam 96 öznitelik, 6819 örnekten oluşmaktadır. 6819 verinin sınıf dağılımı ise 220 iflas etmiş, 6.599'u iflas etmeyen

firmalar olmak üzere örnek iki küme içermektedir. İkinci veri seti 20 tanımlayıcı öznelik ve çıktı değişkeni (good ve bad) olmak üzere toplam 21 öznelik, 1000 örnekten oluşmaktadır. 1000 verinin sınıf dağılımı ise 700 iyi, 300 kötü olmak üzere iki küme içermektedir. Veri setleri dengesiz dağılmaktadır. Dengesiz dağılım dikkate alınarak veri ön işleme yapılmalıdır ya da performans ölçütü olarak doğruluk değeri dışında dengesiz veri setlerinde sıklıkla kullanılan performans ölçütleri dikkate alınabilir. Veri setindeki dengesiz dağılım dikkate alındıktan sonra (aşırı örnekleme (oversampling) ve eksik örnekleme (undersampling) yapıldıktan sonra) öznelik seçimi ardından da sınıflandırma işlemi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makine öğrenmesi; Topluluk Öğrenmesi; Sınıflandırma; Öznelik Seçimi; Dengesiz Veri Seti.

DRAFT VERSION

**DERİN ÖĞRENMEDE TEKRARLAYAN SINIR AĞLARI YAKLAŞIMI İLE HİSSE
SENEDİ FİYAT TAHMİNİ**

Güldeniz Canatan^{1}, Güzin Yüksel²*

¹Anadolu Anonim Türk Sigorta Şirketi, İstanbul, Türkiye

²İstatistik, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye

**(guldenizcanatan3@gmail.com) Sorumlu Yazar*

Özet

Derin Öğrenmede Tekrarlayan Sinir Ağları Yaklaşımı ile Hisse Senedi Fiyat Tahmini çalışması, finans sektöründeki dijital dönüşümün ve Fintech'in önemini göz önünde bulundurarak, yapay zeka uygulamalarının finansal verilerin analizi ve tahmininde kullanılmasını hedeflemektedir.

Zaman serisi tahmini, özellikle hisse senedi fiyat tahmini gibi finansal uygulamalarda önemli bir yer tutmaktadır. Geleneksel istatistiksel yöntemler, zaman serisi tahminlemelerde sıklıkla kullanılan AR, MA, ARIMA, SARIMA gibi modelleri içerir. Ancak son yıllarda, finansal tahminlemede tekrarlayan sinir ağlarının (RNN) kullanımı önemli bir ilgi görmektedir. Bu yöntem, karmaşık ilişkileri ele alabilme ve veri ön işleme aşamalarıyla başa çıkabilme gibi avantajlar sunmaktadır. Bu çalışma, Anadolu Anonim Türk Sigorta Şirketi'nin İstanbul Borsasında işlem gören hisse senedi verileriyle ANSGR yapılan analizde, tekrarlayan sinir ağları ve geleneksel istatistiksel modeller arasındaki etkinliği karşılaştırmaktadır. Ayrıca sinir ağlarının finansal veriler üzerindeki etkinliği ve bu teknolojinin finansal tahminleme süreçlerinde nasıl kullanılabileceği incelenmiştir. Bu bağlamda geleneksel yöntemler ve sinir ağları mimarileriyle veri setiyle bir çok model kurulumu, model geliştirme, performans, model kullanımı gibi bir çok açıdan sonuçlar değerlendirilmiştir. Yapılan araştırma, sinir ağlarının finansal zaman serisi verileri üzerinde klasik istatistiksel metodolojilerle karşılaştırıldığında daha yüksek performans gösterdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, bu yöntemin karmaşıklığı ve sinir ağlarının doğasındaki açıklanabilirlik zorlukları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışma, şirketlerin portföy optimizasyonu, yıllık bütçe çalışmaları ve yatırım gelirlerinin yönetimi gibi konularda önemli kararlar almalarına yardımcı olabilecek önemli bir adımdır. Aynı zamanda bireysel yatırımcılar için de kârlılık süreçlerinde kullanabilecekleri yeni yöntemler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: derin öğrenme; tekrarlayan sinir ağları; zaman serisi

DETECTING THE ANOMALIES ON WEBSITE SESSION COUNTS WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS*Furkan Alver^{1*}, Erhan Çene²**¹Department of Statistics, Graduate School of Science and Engineering, Yildiz Technical University, Turkiye**²Department of Statistics, Faculty of Arts & Science, Yildiz Technical University, Turkey***(furkanalver@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Monitoring and detecting the anomalies on a website is crucial to security, performance, and user experience. It protects against security breaches, maintains high-quality website performance, and ensures a positive user experience. In this study, it is aimed to model the number of sessions occurring every five minutes on a company's website as a time series and to detect the anomalies that occur. In this way, an alarm mechanism can be created for companies that will detect situations that may negatively affect search engine optimization (SEO) activities and user experiences and enable rapid action to be taken. The number of sessions on the website was considered as a time series and trained with XGBoost and Prophet models. Lagged variables of the number of sessions and datetime variables such as minutes, hours and days were added to the models as features. Differences between predicted and actual values were fitted to a normal distribution, and values outside 3σ range were labelled as anomalies. Root Mean Square Percentage Root Error (RMSPE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) were selected as model performance metrics and were calculated in the ranges of 19%-29% and 10%-41% in the models, respectively. As a result of the study, the number of sessions on the website was successfully modelled and applicable results were obtained. In future studies, filtering the sessions on the website according to their source (organic, paid, nonpaid, etc.) may yield more successful results as it will exclude groups that do not have a specific pattern.

Keywords: time series; anomaly detection; machine learning

**DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL CLASSIFICATION FOR OFFICIAL
STATISTICS: ICVAC**

*Salim Gürbüz^{*1}, Ayhan Doğan¹, Şenol Deniz¹*

¹Metadata Systems and Classifications Department, Turkish Statistical Institute, Türkiye

^{}(salim.gurbuz@tuik.gov.tr) Corresponding author*

Abstract

Classifications are a common language used in the collection, compilation, presentation, and dissemination of data. One of the major obstacles to the production of internationally comparable data is the lack of common classification. The lack of internationally comparable data on acts of violence against children is one of the most important examples of this. Understanding the concept of violence against children in the same way throughout the world requires a challenging and multi-stakeholder study due to social, cultural, and legal differences. The main purpose of the international collaboration, including our country, for the development of the International Statistical Classification on Violence Against Children (ICVAC) under the leadership of the United Nations Children's Fund (UNICEF) is to provide a standard that will enable the production of comparative official statistics on acts of violence against children from various data sources (administrative records, criminal records, statistical research, etc.) ICVAC will also contribute to enhancing consistency and comparability among national institutions and will increase decision-makers' capacity to understand various aspects of violence against children, enabling evidence-based policy development and evaluation of their long-term effects. Türkiye made significant contributions to the preparation phase of ICVAC and became one of the eight countries in the world that conducted a pilot study. Within the scope of the pilot study carried out in cooperation with various institutions, universities, and non-governmental organisations in our country, it made a significant contribution to the applicability of the draft classification that will guide the international classification. This article provides details about the process of creating an international classification of official statistics, the challenges encountered, and the proposed solutions.

Keywords: ICVAC, statistical classification, violence against children.

**DURAĞAN STOKASTİK ZAMAN SERİLERİ İÇİN MODEL SEÇİM KRİTERLERİNİN
SİMÜLASYON ÇALIŞMASIYLA KARŞILAŞTIRILMASI**

Pinar Göktaş^{1}*

¹ *Yöntem Araştırmaları Daire Başkanlığı / Türkiye İstatistik Kurumu, Turkey*

**(pinar.goktas@tuik.gov.tr) sorumlu yazar*

Özet

Çalışmada zaman serileri modellemelerinde sıklıkla karşılaştığımız Düzeltilmiş R^2 , log-olabilirlik, Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SIC), Hannan-Quinn (HQ) Bilgi Kriteri ve Ortalama Hata Kareler (MSE) gibi model seçim kriterlerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, toplamsal bir zaman serisi için, trend mevsimsel ve düzensiz bileşeni içeren (17) farklı durağan stokastik süreçten $n=30$ 'dan $n=500$ 'e kadar farklı örneklem büyüklüklerinde veri üretilmiştir. Her bir üretim 10000 kez tekrarlanarak kriterler hesaplatılmıştır.

Çok büyük örneklem uzunluklarında HQ bilgi kriteri en iyi sonuçları verirken, MSE ve SIC'nin uygun modelleri yakalamakta başarısız kaldığı gözlenmiştir. Log-olabilirlik ise hemen hemen modellerin tamamında kötü bir performans sergilemiştir. Örneklem büyüklüğü 120'den küçük modeller için "Düzeltilmiş R^2 "nin daha büyük örneklem büyüklükleri için ise "AIC" kriterinin doğru modeli seçmek için en iyi seçenek olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Durağan Stokastik Süreç; Model Seçim; Veri Üretim Süreci.

**ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CONSUMER
CONFIDENCE INDEX AND MACROECONOMIC VARIABLES**

Tuncay Morali^{1}, Eda Yalçın Kayacan², Serkan Akogul²*

¹Turkish Statistical Institute Denizli Regional Office, Türkiye

²Department of Statistics, Faculty of Science, Pamukkale University, Türkiye

**(tuncay.morali@tuik.gov.tr) Corresponding author*

Abstract

The Consumer Confidence Index, which is announced by Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) every month, aims to measure consumers' spending and saving tendencies by focusing on their individual financial situations and future expectations. The main motivation of this study was to reveal the relationship between loan interest rate, inflation, USD exchange rate variables and consumer confidence index, which are thought to be decisive for consumers, and to examine how the determinant variables affect consumer confidence.

The study aimed to test a long-term significant relationship between the consumer confidence index and consumer loans, housing loans, vehicle loans, inflation and exchange rates, and monthly data for the periods 2012:M5-2023:M9 were used. For this purpose, the relationship between the variables was tested with the Gregory-Hansen Cointegration Test, which considers the structural break. After detecting significant relationships, long-term coefficients of the variables were estimated using Fully Modified Least Squares (FMOLS), Dynamic Least Squares (DOLS) and Canonical Cointegration Regression (CCR) methods. In addition, the relationships between the consumer confidence index and its sub-indices and consumer loans, housing loans, vehicle loans, inflation and exchange rates were examined by correlation analysis, and the relationships between the indicators were evaluated in detail both statistical and econometric.

Keywords: Consumer Confidence Index, Behavioral Finance, Gregory-Hansen Cointegration Test, Fully Modified and Dynamic Least Squares, Canonical Cointegration Regression.

Note: The findings and opinions expressed in this study are entirely those of the authors and cannot be associated with the Turkish Statistical Institute.

EĞİTİMDE ZORBALIĞI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN SÜPER ÖĞRENME YAKLAŞIMI İLE MODELLENMESİ

Özer Depren^{1*}

^{1*}Müşteri Deneyimi Araştırma Laboratuvarı / Yapı Kredi Bankası, Türkiye

Özet

Zorbalık, öğrencileri hem akademik hem de psikolojik olarak etkileyen, öğrencilerin eğitim süreçlerindeki formasyon yıllarında okul ortamını etkileyen ciddi bir kodu olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, karar alıcılar, eğitimciler ve paydaşlar, zorbalığın eğitim çıktılar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için kanıta dayalı müdahaleler ve stratejiler oluşturmalıdır. Özellikle ülkenin eğitim ortamına uygun görüşler ve öneriler sunabilmek, zorbalığı azaltarak hedeflenen müdahalelerin ve politikaların geliştirilmesini kolaylaştırılmaktadır. Bu çalışma ile, Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) verilerini kullanarak eğitim sistemlerinin ve toplumsal dinamiklerin değişen doğasını da hesaba katarak, zorbalığı etkileyen faktörler hakkında güncel bir çıkarım sunulmaya çalışılmıştır. PISA veri kümesinin, OECD veri tabanından ulaşılmış olup, zorbalığın çeşitli faktörler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Detaylı olarak, veriseti zorbalık olaylarının varlığı veya yokluğuna göre iki grup halinde kategorize edilmiş ve karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. Zorbalığı etkileyen faktörleri belirlemek için ise farklı makine öğrenme algoritmaları kullanılmış, bulgularını etkili bir şekilde inceleyebilmek için ise süper öğrenme metodolojisi çalıştırılmıştır. Ayrıca, en etkili modeller dikkate alınıp zorbalığa katkıda bulunan en etkili faktörler değişken önem analizi ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, zorbalığı etkili bir şekilde azaltmak için dört temel strateji belirlenmiştir. İlk olarak, pedagojik uzmanların rehberliğinde öğrenciler veya sınıflar arasında ilişkilerin geliştirilmesi vurgulanmıştır. İkinci olarak, özellikle eğitim geçmişleri ve duygusal destek sağlama konusunda ebeveyn desteği öne çıkmıştır. Üçüncü olarak, sosyoekonomik durumun rolü açıkça ortaya konulmuştur. Ayrıca, eğitim kaynaklarını ve mali yardımı içeren hükümet desteğinin, ailelerin sosyoekonomik koşullarını da iyileştirebileceği görülmüştür. Son olarak, öğretmen eğitimi aracılığıyla oluşturulan olumlu bir okul ve sınıf atmosferi, zorbalığı önlemede ve aidiyet duygusu geliştirmede kilit bir rol oynamaktadır.

Keywords: zorbalık; eğitimde ölçme ve değerlendirme; makine öğrenimi; PISA; super öğrenme algoritması

E-TİCARETTE ALTERNATİF METİN KÜMELEME YÖNTEMLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA**Emre Rıdvan Muratlar^{1*}, Doğan Yıldız²**¹İstatistik Bölümü/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye²İstatistik Bölümü/ Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

*(emremuratlar@gmail.com) Sorumlu Yazar

Özet

E-ticaret siteleri özellikle COVID-19 hastalığı sonrasında hayatımıza büyük bir önem kazanmıştır. Bu siteler kalabalıklara karışmadan alışveriş yapabilmek konforunun yanında, ürünlere diğer kullanıcıların yaptıkları değerlendirme ve yorumları da inceleyebilme, bu sayede satın alınan ürünün kalitesi hakkında daha iyi bilgi sahibi olabilme özelliğini de hayatımıza katmıştır. Yapılan bu yorumlar aynı zamanda büyük bir metin verisi birikimi de oluşturmaktadır. Verinin ve veri analizinin sektörlerde rakiplere karşı avantaj sağladığı bilinen bir gerçektir. E-ticaret sitelerinde de biriken verinin analiz edilmesi oldukça önemli olacaktır.

Metin verileri dijital dünyadaki verilerin büyük bir kısmını kapsasa da yapısal veri olmaması sebebiyle işlemesi oldukça zor ve maliyetlidir. Yeni nesil algoritmalar ve bu algoritmaları çalıştıracak işlemcilerin gelişmesiyle metin madenciliği gün geçtikçe daha da popüler hale gelmekte ve farklı araştırmalara konu olmaktadır. Özellikle sınıflandırma problemleri için birçok araştırma varken metin verisinin kümelemesinde yapılan araştırmalar sınırlı kalmaktadır. Veri sayısı arttıkça verileri etiketlemek giderek zor bir hal almaktadır. Bu noktada kümeleme algoritmaları giderek önem kazanacaktır. Bu çalışmada Python programlama dili ile bir e-ticaret sitesinin ürün yorumları kümelere ayrılmış ve kümelerin ayrıştırıcılıkları analiz edilmiştir. Çalışmada 4,923 adet yorum analiz edilmiştir. Öncelikle verilerin standardizasyonu gerçekleştirilmiş ve veri kökleri tespit edilmiştir. Sonrasında anlamsız kelimeler değişken listesinden çıkarılmıştır. Bu aşamadan sonra veriler TF-IDF yöntemi ile sayısallaştırılmış ve kümelemeye hazır hale getirilmiştir. Hazır veri seti öncelikle k-means, Mini-Batch k-means ve küresel k-means algoritmaları ile kümelendi, sonrasında algoritmalar çalışma süreleri, hata kareleri toplamı ve silüet katsayısı performans kriterleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kümeleme; k-means; küresel k-means; mini-batch k-means; e-ticaret

**EVALUATION OF LOCAL AUTHORITIES IN OECD COUNTRIES WITH CRTIC
AND EATWIOS APPROACHES**

Mustafa Çanakçıoğlu^{1}, Ömer Faruk Görçün²*

¹*Electronic Commerce and Management, University of Gelisim, Turkey*

²*Department of Business Administration, Kadir Has University, Turkey*

**(mcanakcioglu@gelisim.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

After the Second World War, significant increases were recorded in urban populations due to the rapid development of industry and the increase in migration and birth rates from rural areas to urban areas. This process has led to a review of the importance and duties of local governments by central governments both in many developed countries and Turkey. In our country, local governments restructured with the Public Financial Management and Control Law No. 5018, were gathered under two main headings: extraordinary provincial administrations and municipalities. The "Metropolitan Municipality" concept, which started with the provinces of Ankara, Istanbul and Izmir for the first time in Turkey in 1984, covered 30 provinces in 2020. As of 2020, there are 519 district municipalities in 30 metropolitan cities and 922 districts with non-metropolitan districts.

Apart from the central government, local authorities are formed to meet the common needs of a local community, whose decision-making bodies are directly elected by the people, have an autonomous administration structure and are defined as a local organization and management model. Within the on-site management approach framework, they optimize the cultural, social, environmental and economic welfare levels of the society by obtaining better information about the common needs and preferences of people and with the correct and quality services provided to them thanks to this information.

The concept of autonomy, one of the mandatory elements of local governments, has three dimensions. These are the administrative dimension, the financial dimension, and the audit dimension. What needs to be understood from the financial dimension is the process of preparing the budget that determines the financial resources of local governments and the use of these resources. This study aims to examine the budget performances of local governments of 38

countries affiliated with the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), to which Turkey is also affiliated. For this purpose, the total income, expenditures and investments, considered the basic budget concepts and their per capita amounts, will be discussed.

Accordingly, in this study, a decision-making model consisting of CRITIC and EATWOS methods is proposed to evaluate the performance of countries. While the CRITIC (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation) method is used to determine the criterion weights, the EATWOS approach is used to evaluate the alternatives' performance and rank them according to their performance scores. The proposed model has many valuable theoretical contributions. First, it achieves results with a small number of easily applicable calculations. At the same time, it provides highly reliable results for solving real-life decision-making problems. In addition, the proposed model provides a reliable decision-making environment for decision makers as it is resistant to possible changes. In addition, there are many extremely valuable managerial implications of the study. First, it can be considered a practical roadmap for local authorities to evaluate their performance and increase their effectiveness. At the same time, managers can evaluate their overall performance by applying the proposed model and comparing it with the performance of different local methods. In addition, by taking into account the results and implications of this study, different industries and investors can make their investments more logically and rationally in geographies where local methods with higher performance are available. Finally, public authorities and international organizations can consider this study's outcomes when determining the level of funding and support they will provide for local governments.

Keywords: Local Governments, OECD countries, Multi-Criteria Decision-Making Methods, CRITIC, EATWOS.

**EXISTENCE OF POSITIVE SOLUTIONS FOR A WEIGHTED QUASILINEAR
ELLIPTIC SYSTEM**

Hamzaoui Yamina^{1*}

¹*Department of mathematics / Higher School of Management, Tlemcen*

**(yamina_hamzaoui@yahoo.fr) Corresponding author*

Abstract

This presentation deals with the existence of solutions for the weighted quasilinear elliptic system involving two critical Sobolev exponents on a bounded domain in \mathbb{R}^N . By means of variational methods we prove the existence of positive solutions which depend on the behavior of the weights q_1, q_2 near their minima and the dimension N .

Keywords: Quasilinear elliptic system; Critical Sobolev exponents; Palais-Smale condition.

DRAFT VERSION

**FISHING AND VESSEL INCIDENTS IN TURKEY: A STATISTICAL APPROACH
BASED ON EXTREME WEATHER CONDITIONS EFFECTS**

Kaan Ünlügençoğlu^{1}*

*¹ Department of Marine Engineering Operations/ Naval Architecture and Maritime Faculty/
Yıldız Technical University/ Türkiye*

** (kunlu@yildiz.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

Fishing is one of the oldest and well-established business sectors in the world, but it is also one of the most dangerous occupations in the world when the frequency of fatal accidents is considered. There is a large literature on fishing accidents and different risk factors associated with accidents. Basically, the factors that have a high correlation with these accidents include bad weather conditions, the size and stability of the vessel in which the fishing activity is carried out, and inadequate safety equipment. This study presents the results of statistical analyses of fishing accidents data from Turkey waters, to identify effective factors that are associated with weather related accidents and could be used as risk indicators. Accident and weather data are combined and different regression models such as Poisson, Zero-Inflated Poisson, Negative Binomial and Zero-Inflated Negative Binomial regression are constructed to investigate how weather conditions affect the severity level of accidents related with fishing vessel. Regression results show that sea surface temperature, wind speed and darkness are the most related factors of accidents frequencies.

Keywords: extreme weather conditions; count regression models; fishing vessel incidents

DRAFT VERSION

FORECASTING CATTLE POPULATION IN TÜRKİYE***Fethi Şaban Özbek^{1*}, Semih Ergişi², İbrahim Demir³****¹Turkish Statistical Institute, Türkiye**²Department of Biostatistics, Ankara University, Türkiye**³ Turkish Statistical Institute, Türkiye**(fethiozbek@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Cattle breeding in Türkiye is of critical importance in meeting the animal protein needs of the increasing population due to its significant contribution to meat and milk production, which are the main animal protein sources. In addition, since Türkiye ranks 19th in the world and first in Europe in terms of cattle population, cattle breeding has an important potential for both the agricultural economy and the general economy in terms of production and export of value-added agricultural goods and processed products. In order to maximize these and similar benefits, to evaluate the structural problems in the livestock sector and to implement effective policies to increase the cattle population to optimum levels, it is of great importance to make data-based decisions and therefore produce sufficient and necessary data. Achieving this will be possible not only with existing data, but also by making forward projections with strong scientific methods and estimating the necessary data to plan the future now. The purpose of this research is to estimate the number of cattle for the next 10 years, using Turkey's cattle number at the beginning of the year for the years 1930-2023. Box-Jenkins method was used in estimations. According to the research results, the ARIMA (1,1,0) model was determined to be the most appropriate model for the data, and it was estimated that the number of cattle at the beginning of the year will increase in the next 10 years, reaching 17.309.146 head in 2024 and 17.317.161 head in 2033.

Keywords: cattle population; forecasting; time series; ARIMA; Türkiye**Note:** The opinions and contents of the article remains the responsibility of the authors, not of the Turkish Statistical Institute.

GAGE R&R STUDY UNDER NON-NORMAL DISTRIBUTED PARTS*Sümeyra Sert^{1*}, Coşkun Kuş¹**¹Department of Statistics / Selçuk University, Turkey***(sumeyra.sert@selcuk.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Gage R&R is a most popular tool in measurement system analysis. It can be applied in both mixture and random model scenarios. The existing literature has considered scenarios where errors follow both normal and non-normal distributions in these models. To the best of our knowledge, it has been traditionally assumed that the component related to the part in the model follows a normal distribution. In this study, we discuss the point estimates and bootstrap confidence intervals for repeatability, reproducibility, and other measurement system parameters in a random two-factor design when the parts exhibit non-normal behavior. We evaluated the performance of the proposed methodologies through a simulation study. The simulation study demonstrates that the proposed methods work effectively regardless of the distribution of the parts. In addition, we provide a numerical example to demonstrate the discussed methods.

Keywords: bootstrap; gauge capability; repeatability; reproducibility; variance components.

DRAFT VERSION

GERÇEK YAŞAM TEMELLİ MATEMATİK ETKİNLİKLERİNE KATILAN DEZAVANTAJLI ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİN MATEMATİĞE YÖNELİK BAKIŞ AÇILARININ İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Elif Bahadır¹, Şevval Gökçen^{1}, Elif Tuna², Mehmet Şamil Güneş²*

¹Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi / Eğitim Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

² İstatistik Bölümü / Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

**(sgokcen@yildiz.edu.tr) Sorumlu Yazar*

Özet

Bu çalışma, sosyal hizmetler himayesinde bulunan dezavantajlı öğrencilerin gerçek yaşam durumlarına yönelik, çevrelerinde olan matematik hakkındaki farkındalıklarını ve bilgilerini artırmaya odaklanmıştır. TÜBİTAK 4004- Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları Destekleme Programı kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmada, öğrencilerin matematiksel anlayışlarının gelişmesine katkı sağlamak, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmek, matematik yapma yönünde etkin katılım isteği kazanmalarını sağlamak ve biriktirilmiş öğrenmenin gelişmesini sağlamak amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini İstanbul ilinde Avrupa yakasında 4 farklı Çocuk Evleri Koordinasyon Merkezi (ÇEKOM)'nden katılan 30 öğrenci (5, 6. ve 7. Sınıflar) oluşturmaktadır. Dezavantajlı öğrencilerle yapılan bu çalışma, öğrencilerin akademik becerilerini geliştirmenin yanında sosyalleşme bağlamında da önemli görülmüştür. Gerçek yaşam temelli matematik etkinliklerinin uygulandığı projede, verilerin toplanması amacıyla anket tekniğinden faydalanılmıştır. Bu bağlamda farklı ölçekler kullanılmıştır. Matematik ve Ben, Matematiksel Motivasyon Ölçeği ve Ortaokul Matematik Okuryazarlık-Öz yeterlilik Ölçeği kullanılmıştır. Ölçeklerden elde edilen veriler, SPSS 18 istatistiksel veri analizi paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu ölçeklerle, öğrencilerin matematiksel etkinliklere katılımları sonucu düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca cinsiyet ve sınıf düzeyi gibi demografik özelliklere göre gruplar arasında anlamlı farklar olup olmadığı incelenmiştir. Öne çıkan sonuçlarda, 6. ve 7. Sınıf öğrencilerinin matematiğe karşı olumlu tutumlar sergilediği görülür. Cinsiyet özelliğinin uygulanan ölçekler ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Ancak sınıf düzeyi ile ortaokul matematik okuryazarlık-öz yeterlilik ölçeği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: dezavantajlı öğrenciler; yaşamdaki matematiğin farkındayım; matematiksel etkinlik.

IDENTIFICATION OF EPILEPTIC PATTERNS USING TIME-FREQUENCY ANALYSIS AND DEEP LEARNING CLASSIFIERS OVER EEG SIGNALS

Ezgi Özer^{1}, Ozan Kocadağlı², Arnaldo G. Batista³*

¹ *Department of Computer Engineering, İstinye University, Turkey*

² *Department of Statistics, Mimar Sinan Fine Arts University, Turkey*

³ *Electrical Engineering, Nova Lisbon University, Portugal*

**(ezgi.ozer@istinye.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

Epilepsy is one of the most common neurological diseases, which affects the brain and brings out frequent seizures. These seizures may result in serious physical injuries or death. Pre-ictal phase is the time interval before the seizure occurs and can be considered a period of interest for seizure detection and prediction. This phase carries some important features related to seizures which can be found before seizure onset. This study introduces an efficient hybrid training procedure for deep learning (DL) classifiers that are able to classify Electroencephalogram (EEG) signals for the accurate detection of the preictal phase. The proposed approach consists of two stages: feature extraction and model estimation with feature selection. In this approach, while the feature extraction is executed by using wavelet transform, the model estimation is performed by hybrid DL classifiers. This approach integrates the training mechanism with a novel feature subset and model selection procedure based on the Information Complexity Criteria (ICOMP). For preictal phase detection application, the CHB-MIT Scalp EEG dataset was analyzed by both the proposed and traditional approaches. From the analysis results, it can be concluded that the hybrid DL classifiers not only produce robust models in the context of model information complexity but also provide superior performance outputs than the classical approaches with respect to validity and reliability, over test datasets.

Keywords: Epilepsy, Feature Extraction, Time-Frequency Analysis, Deep Learning Classifiers, ICOMP.

**IMPROVED MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATORS FOR GENERALIZED
NORMAL DISTRIBUTION***Hasan Hüseyin Gül^{1*}, Fatma Zehra Doğru¹**¹Statistics / Faculty of Arts and Science, Giresun University, Turkey***(hasan.huseyin@giresun.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

The generalized normal (GN) distribution was developed as an extension of the normal, Laplace, and uniform distributions. This distribution has several applications areas such as medicine, telecommunication, finance, artificial intelligence, information systems, engineering, chemistry, reliability, and risk. When estimating parameters for any probability distribution, the choice of estimation method is critical. The maximum likelihood (ML) estimation method is the most popular estimation method due to its desirable properties especially consistency, asymptotically unbiasedness, and asymptotically efficiency. However, it is well-known that these properties, particularly unbiasedness, are dependent on a high sample size requirement. The ML estimator is frequently biased for small or moderate sample sizes. Therefore, it is essential to derive nearly unbiased estimators for the parameters of various distributions. To get nearly unbiased estimators, two methods are employed in this study for the parameters of the GN distribution: Coxx-Snell analytical methodology and bootstrap-based bias-adjusted based on Efron's bootstrap technique. To compare the performance of the offered approaches, a Monte-Carlo simulation study is performed.

Keywords: generalized normal distribution; bias reduction; parametric bootstrap; Monte-Carlo simulation.

INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE STRUCTURES OF BRICS COUNTRIES' STOCK MARKETS BEFORE AND AFTER COVID-19 PANDEMIC

Tugay Karadağ^{1}, Gülhayat Gölbaşı Şimşek¹*

¹Department of Statistics, Yıldız Technical University, Türkiye

**(karadagt@yildiz.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

In early 2020, the World Health Organization declared a global health emergency in response to the rapid spread of the coronavirus, named COVID-19, which was officially labeled a global pandemic in March, 2020. The resulting fear and uncertainty had far-reaching effects, not only on people's lives but also on the global economy. COVID-19 affected investors' behavior and this caused fluctuations in stock prices and stock markets, especially in emerging countries' stock markets. To investigate the changes in the dependence structures of emerging countries' stock markets indices, BRICS countries, which consists of five emerging countries namely Brazil, Russia, India, China, and South Africa, was chosen as the main object of this study. Time-varying flexy copula approach was applied the dataset that was split into two periods as before COVID-19 and after COVID-19. The findings revealed shifts in stock market interdependence after the pandemic declaration, especially the dependence coefficients of India with other BRICS countries were found to increase in the after COVID-19 period compared to the before COVID-19 period. Furthermore, certain pairs such as Russia-India, Russia-South Africa, Brazil-India, Brazil-China, Brazil-South Africa, and India-South Africa were found to display higher lower tail dependence coefficients compared to the before COVID-19 period, indicating increased dependency during negative shocks. Similarly, it was determined that the upper tail dependence values of the Brazil-Russia, Brazil-India, Brazil-China, Brazil-South Africa, Russia-South Africa, and India-China pairs were higher in the after COVID-19 period than in the before COVID-19 period. This means that these countries were more interdependent in the presence of positive shocks in the after COVID-19 period than in the before COVID-19 period. In essence, the dependence structures of BRICS countries' stock markets experienced significant changes following the COVID-19 pandemic. Despite the potential permanence of this correlation increase, investors and portfolio managers should remain cautious.

Keywords: BRICS; copula; emerging markets; stock markets; time-varying copula

İSTATİSTİKSEL ANALİZDE ORTAK ENTROPİ UYGULAMASI*Nida Oruç^{1*}, Doğan Yıldız²**¹İstatistik / Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye**²İstatistik / Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye***(nida_oruc@hotmail.com) Corresponding author***Özet**

Son zamanlarda, entropi kavramı akademik çalışmalarda giderek artan bir ilgi görmektedir. Bu artan ilginin temeli, günümüzde bilgi teorisinin öneminin artmış olmasıdır. Bilgi teorisine olan ilginin artması entropi alanındaki çalışmaların önemini daha da belirgin hale getirmiştir.

Böylelikle entropinin uygulama alanlarındaki önemi de aynı oranda artmıştır. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı entropi kavramının araştırmalarda alternatif bir yol olabileceğini ve nasıl kullanılabilirliğinin anlatımı hedeflemiştir.

İlk olarak bu çalışmadaki amaç, istatistiksel analizde soyut indirgeme yönteminin sonucuna entropi kullanarak ulaşmaktır. Bu amaçla, bu çalışmada entropinin bir çeşidi olan ortak entropi uygulanacaktır. Çalışmanın odak noktası olan ortak entropi yöntemi istatistiksel analizlerdeki çalışmalarda oldukça sınırlı bir şekilde kullanılmıştır. Bu çerçevede bu araştırmanın öne çıkardığı ortak entropi kavramı, istatistiksel analizlerde nasıl uygulanabileceğini açıklayarak bu yöntemin potansiyel kullanımını uygulamaktadır.

Böylelikle, bu çalışmanın alan üzerindeki en büyük katkısı, istatistiksel analizlerde geleneksel yaklaşımlardan ziyade alternatif yeni bir bakış açısı sunmaktır. Buna bağlı olarak, özellikle entropi temelli yöntemlerin kullanımını akademik alana katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Ortak Entropi, Entropi, Bilgi Teorisi

KADINA YÖNELİK ŞİDDET İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Aslı Aşık Yavuz^{1}*

¹*Türkiye İstatistik Kurumu, Türkiye*

**(asliasik@tuik.gov.tr) sorumlu yazar*

Özet

Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi, 25 Eylül 2015 tarihinde Birleşmiş Milletler'in (BM) 193 üye ülkesi tarafından kabul edilmiş olup, 17 hedef ve 169 hedeften oluşan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG'ler), uluslara sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek için bir çerçeve sağlamaktadır. 2030 Gündeminin kimseyi geride bırakmama taahhüdü ile uyumlu olarak cinsiyet eşitliği tüm hedefleri çapraz kesen merkezi bir öneme sahiptir. Gündem metninde de belirtildiği gibi kadınların insan haklarından ve fırsatlarından mahrum kalması söz konusu olduğunda, tam insan potansiyeline ve sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmak mümkün olamayacaktır. Toplumsal cinsiyete dayalı eşitsizlikler ağırlıklı olarak kadınları etkilemektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanmasını ve kadınların güçlendirilmesini sağlamak, kadınların tüm potansiyelerini ortaya çıkarmalarının desteklenmesi ile mümkündür. Dolayısıyla, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasında doğrudan veya dolaylı olarak kadınlara ve kız çocuklarına yönelik şiddet önlemeyi ve azaltmayı amaçlayan birçok hedef mevcuttur.

Çalışmanın amacı, kadına yönelik şiddetin ortadan kaldırılmasına ilişkin Sürdürülebilir kalkınma amaç ve hedeflerini özetlemek ve toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması ve kadınların ve kız çocuklarının güçlendirilmesi yoluyla bu hedeflere ulaşmaya yönelik çerçeveyi açıklamaktır. Cinsiyet eşitliğini sağlayan ve sonunda kadınlara ve kız çocuklarına yönelik şiddeti etkileyen sosyal ve politik etkenler SDG göstergeleri kapsamında ele alınarak bu etkenlerin hangilerinin kadına yönelik şiddetin azaltılmasında kolaylaştırıcı olarak kullanılabileceği incelenecektir. Öncelikle, kadına yönelik şiddet göstergesi ile diğer sürdürülebilir kalkınma göstergelerinin arasındaki ilişki regresyon analizi ile incelenecek ve ardından SDG'lerin kadına yönelik şiddet göstergesini tahmin etmede ne düzeyde kullanılabileceği ele alınacaktır. Böylelikle SDG'lerinde kat edilen iyileşmelere paralel olarak kadına yönelik şiddet göstergesinde gerçekleşebilecek iyileşmenin boyutları tahmin edilmeye çalışılacaktır. Örneğin, gelir eşitsizliği ve yoksulluk,

çevresel sürdürülebilirlik, eğitim, sağlık, şehirleşme ve altyapı ve sosyal yardım göstergeleri gibi sürdürülebilir kalkınma göstergelerinde katedilecek olası ilerlemelerin kadına yönelik şiddete yansımaları coğrafyalara göre değerlendirilecektir. Çalışmada, bölgesel ülke gruplarına göre (örneğin UNECE, UNESCAP ülkeleri gibi) UN-SDGs veri tabanındaki veriler kullanılacaktır. Kadına yönelik şiddetin önlenmesinin çok sektörlü programlarla mümkün olduğu bilinmektedir. Çalışmanın bulgularının iyileştirme çalışmalarına yönelik politikalar geliştirilirken önceliklerin saptanmasına katkı vermesi beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Kadına yönelik şiddet; cinsiyet eşitliği; sürdürülebilir kalkınma göstergeleri.

DRAFT VERSION

KEDİ CİNSLERİNİN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE KÜMELENMESİ**Özgür Eren Altın^{1*}, Münevver Turanlı¹**¹*İstatistik/ İnsan ve Toplum Bilimleri, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Türkiye***(ozgurerenaltin@gmail.com) sorumlu yazar***Özet**

Kediler, yıllardır gerek evlerimizde gerekse ilkel çağlarda yaşadığımız vahşi doğada bizleri yalnız bırakmamıştır. Vahşi doğada bizleri korumuş, bizim için avlanmış, tanıdık alanlarımızı kemirgenlerden kurtarmış ve günümüzde evcil hayvanlarımız olarak gündelik yaşantımızda bize eşlik etmeye başlamışlardır. Antik Mısır'da, kedilere karşı duyulan sevgi ve saygı, onları tanısallaştırmıştı. Mezarlarının yanlarına evcil kedilerinin mezarlarını yaptıracak kadar sevilmişlerdi. Haklarında oldukça batıl inanç ve fabl ortaya çıktı. Satanizm gibi bir inançta bile kedilere dair bir bölüm vardı.

Bütün varlıklar ve canlılar gibi evrime uğrayan ilkel yaşantılarındaki hallerini şu an anımsatmayan ancak içgüdüsel olarak bizlere yaşatan ve her daim köpekler ile birlikte insanların en iyi dostları olan kedilerin karakteristik özelliklerini belirlemek, tanımlamak ve onları anlamak oldukça basitse? Mesela kedi sahiplerine, evcil kedileri hakkında yapılan bir anketin, kediler için tasarlanan karakteristik özellik tasarımı kullanarak faktörlerini belirledikten sonra, kümeleme analizi ise kedi cinslerinin benzerliklerini ortaya çıkararak bunları tanımlayabilirsek nasıl bir sonuç ortaya çıkardı? Üstüne bir de kedilerin karakteristik özelliklerini belirlemek için kullanılan tasarım insanların tasarısıyla oldukça benzer bir tasarım ise bu bize kendimizi anlamamızı da sağlar mıydı?

Anahtar Kelimeler: Faktör Analizi, Kümeleme Analizi, Kedi Beşlisi, Kedi

**KİRALIK KONUT FİYATLARININ HEDONİK FİYAT TEORİSİ YAKLAŞIMINA
GÖRE SEMİPARAMETRİK YÖNTEM İLE TAHMİNİ: İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ****Zeynep Şengül^{1*}**¹*Ekonometri Bölümü/ Sosyal Bilimler Enstitüsü/Marmara Üniversitesi***(zzeynepsengul@gmail.com) sorumlu yazar***Özet**

Bu çalışmada konut fiyatlarını belirlemede kullanılan Hedonik Fiyat Teorisi'nden (HFT) faydalanarak İstanbul'un 39 ilçesi için konut özelliklerinin konut fiyatlarını etkilediği yön ve derecesi araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, konutun bulunduğu mekân dikkate alınarak İstanbul Konut piyasasının talebi hakkında bilgi sahibi olmaktır. Konutların kira fiyatlarının belirlenmesi için kullanılan değişkenler; konutun baktığı cephe, site içerisinde olma durumu, gördüğü manzara, enlem, boylam ve ilçelerin sosyo-ekonomik kademesi olarak belirlenmiştir. Model tahmini için semiparametrik model tercih edilmiştir. Bunun sebebi değişkenlerin bir kısmı parametrik forma sahipken bir kısmı nonparametrik forma sahiptir. Semiparametrik yöntem, hem parametrik hem de parametrik olmayan kısmı sayesinde bu değişkenleri tek modelde barındırabilmektedir. Tahmin sonuçlarına göre, konut kira fiyatları sırasıyla; güney, doğu, kuzey, batı cephesi sağlamaktadır. Konutun manzarası incelendiğinde sınırsızla; havuz, park ve yeşil alan konut fiyatlarında artış sağlarken şehir manzarasının fiyatları düşürücü etkisi olduğu görülmüştür. Konutun site içerisinde olması ve sosyo-ekonomik kademesi iyi olan ilçede yer alması konut fiyatlarını artırıcı etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Enlem ve boylam değişkenleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı ve nonparametrik forma sahip oldukları görülmüştür. İstanbul konut piyasasının talep yönüne ilişkin bilgi sahibi olmak açısından enlem ve boylam bilgileri önem arz ettiği sonucuna varılmıştır. Konutun fiziksel özelliklerinin dışında bulunduğu mekân konut fiyatları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. İstanbul'da uç kısımlarda yer alan Avcılar, Arnavutköy, Beylikdüzü, Büyükçekmece, Çatalca, Pendik, Silivri, Şile ve Tuzla ilçeleri en az konut kira bedeline sahipken merkezi noktalarda yer alan Beşiktaş, Kadıköy, Bakırköy, Şişli ve Üsküdar ilçeleri en fazla konut kira bedeline sahip olduğu belirlenmiştir. Bu ilçelerin ortak özellikleri raylı sistemlere ulaşım, eğlence merkezine yakınlık ve nüfus artış hızı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma, enlem ve boylam değişkenleri ile mekânsallığı barındırarak konut kira fiyatları üzerindeki talebi göstermesi

sayesinde bütçelerine göre konut kiralayacak ve yatırım için ev alacak bireylere ön bilgi sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Hedonik Fiyat Teorisi, Semiparametrik Tahmin, Konut Piyasası, İstanbul

DRAFT VERSION

K-MEANS CLUSTERING ANALYSIS OF EUROPEAN HEALTH STATUS PRE-COVID-19

Ummu Sahin Sener^{1}, Ersin Sener¹*

¹ Department of Mathematics, Faculty of Art & Science, Kırklareli University, Kırklareli, Türkiye

**(ummusahin@klu.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

For a healthy and long-lasting life, the impact of genetic factors as well as the living environment and consumption habits of individuals are very important. The consumption of products harmful to human health (alcohol, cigarettes, etc.) and the emergence of diseases such as obesity and diabetes after unhealthy nutrition are inevitable. The aim of this study is to conduct a cluster analysis according to individual health criteria to observe the level of readiness of Europe for a pandemic with data from the period just before the Covid-19 pandemic, which was announced on a global basis in March 2020. According to the global health report published by the World Health Organization (WHO) in November 2021, data on the pre-Covid-19 health status of individuals living in Europe are examined. In the European Health Status assessment, countries are analysed under four main groups and clustered using the k -means method. 1-group; demographic characteristics, 2-group; alcohol per capita and tobacco prevalence, 3-group; probability of dying from any of cardiovascular disease (CVD), cancer, diabetes, chronic respiratory disease (CRD) and 4-group; the prevalence of diabetes, tuberculosis, systolic blood pressure (SBP) & diastolic blood pressure (DBP) and obesity. According to the health report data, the data of 38 countries with no missing observations are analysed. Countries are divided into 2 clusters using cluster dendrogram, Calinski-Harabasz Index and elbow method. Overall, there are 15 countries in cluster 1 and 23 countries in cluster 2. The ward method and Euclidean distance are used in clustering. k -means method is used to calculate the confusing matrix by bootstrap for 2 clusters. Accurate prediction is achieved with 94.04% success for cluster 1 and 91.7% success for cluster 2.

Keywords: Calinski-Harabasz index, clustering algorithm, health status, k -means, prevalence.

KURUMSAL SOSYAL SORUMLULUĞUN PİSAGOR BULANIK ENTROPİ TEKNİĞİ İLE İNCELENMESİ

Abdulkadir Keskin^{1}, Nilüfer Kıracı Leblebicioğlu², Burak Leblebicioğlu³, Abdurrahman Keskin⁴*

¹*Faculty of Political Science / İstanbul Medeniyet University, Türkiye*

²*Social Sciences Institute / Marmara University, Türkiye*

³*Faculty of Political Science / İstanbul Medeniyet University, Türkiye*

⁴*Social Sciences Institute/ İstanbul University, Türkiye*

**(abdulkadir.keskin@gmail.com) Corresponding author*

Özet

Tarihsel perspektifte önemi günden güne artarak daha da ağırlık hâle gelen Kurumsal Sosyal Sorumluluk kavramı günümüzde gerek işletmeler için bir öz denetim mekanizması, gerekse tüketicilerin işletmeleri değerlendirmesinde bütüncül bir paradigma sunan fonksiyonel bir araçtır. Toplumu ilgilendiren ve sosyal olarak tartışılması mümkün olan her konu gibi Kurumsal Sosyal sorumluk kavramı da taşıdığı değer itibarıyla ahlaki ve etik değerlendirmelere konu olur. Gerek toplum gerekse işletmeler açısından, bütün paydaşların sorumluluğunu kucaklamak temelde zor ve çok bilinmeyenli bir denklemdir. Doğası itibari ile birbirinden farklı bu çıkarları içinde barındıran ve işletmelerin üstlenmesi beklenen bu sorumlulukları Carroll (1991) bütüncül bir yapıda birleştirerek Kurumsal Sosyal sorumluluk piramidini öne sürmüştü ve piramit günümüze değin birçok araştırmaya konu edilmiştir.

Bu araştırmada Kurumsal sosyal sorumluluk kavramı Carroll'un Kurumsal Sosyal Sorumluluk piramidi bağlamında ele alınmış ve konuya ilişkin tüketicilerin bakış açısı uzmanların gözünden keşfedilmeye çalışılmıştır. Uzmanlar ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler "Pisagor Bulanık Entropi" yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar; uzmanların Türk tüketiciler için işletmelerin en önemli sorumluluğunun; "Ekonomik sorumluluk", "Hayırsever sorumluluk" ve az bir farkla "Etik sorumluluk" son olarak da "Yasal sorumluluk" şeklinde sıralandığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal Sosyal Sorumluluk; Carroll Kurumsal Sosyal Sorumluluk Piramidi; Pisagor Bulanık Entropi

LINEAR SPLINES WITH KNOTS YIELD BETTER EFFECT SIZE COMPARED TO REPEATED MEASURES ANOVA*Olcay Dilken^{1*}, Serpil Kılıç Depren¹**¹Department of Statistics, Yıldız Technical University, Turkey***(olcaydilken@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Repeated Measures-Analysis of Variance (RM-ANOVA) is frequently used to analyse observational studies in biostatistics. However, it has strong assumptions that are unlikely to be met in real-life data and may not fully reveal the treatment effect. Herein, it is simulated an observational study and analyze it initially with RM-ANOVA and then with linear splines with knots which is more appropriate for non-linear data. Afterwards, a factual analysis of 8 patients is performed. In the single group observational simulated study a drug infusion that purportedly reduces the outcome of interest is given to all 1000 patients at timepoint-1 until timepoint-2. Afterwards, infusion is stopped and all patients have a follow-up from timepoint-2 to timepoint-4 in which the researcher expects rebound and an increase in the outcome. Values have autoregressive correlation structure with $\rho = 0.5$. When RM-ANOVA is performed, it is revealed that the effect of the drug is statistically significant but clinically insignificant. When a single knot linear spline analysis is performed, the effect of the drug is clearly seen during the initial interval. Additionally, the rebound effect is well defined.

In the factual analysis 8 patients have undergone blood purification from timepoint-1 to timepoint-2 to reduce toxins in plasma due to rhabdomyolysis. Afterwards, they are followed-up until timepoint-3 without purifier. In this real-life data, RM-ANOVA results are both statistically and clinically insignificant. When single knot linear spline analysis is performed, initial downward slope in the plasma toxins is well defined but statistically insignificant. However, when blood purification therapy is stopped, plasma toxins increased sharply and the upward slope is significant. The initial insignificance is possibly due to the ongoing damage suppressed by blood purification. Consequently, it is shown that linear splines with prespecified knots has less strong assumptions and yields more statistical power to analyse such longitudinal data.

Keywords: repeated measures; longitudinal data; spline; knot; ANOVA.

LONG-SHORT TERM MEMORY (LSTM) MODELING OF MILK PRODUCTION IN TÜRKİYE*Ersin Sener^{1*}, İbrahim Demir²**¹ Department of Mathematics, Faculty of Art & Science, Kırklareli University, Kırklareli, Türkiye**² Turkish Statistical Institute, Ankara, Turkey***(ersinsener@klu.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Milk production is important for the safe provision of the basic needs of every individual from 7 to 70 in a society that continues its healthy development. On the other hand, adequate milk production in terms of food supply security will ensure that the supply-demand balance is in a healthy balance. From this perspective, a dataset of 156 monthly milk production quantities from January 2010 to December 2022 is considered. The monthly tons of milk production are predicted using the Long-short Term Memory (LSTM) method. LSTM method is a very successful method in time series prediction. The data set with 12-month periods, which contains a seasonality in its structure, is predicted by LSTM with 12 lags. In the prediction, double-layer LSTM modeling is performed by using sequential models. ReLu activation, adam optimizer and 50 epoch value layered LSTM are run. RMSE and MAPE values were considered as evaluation metrics for the LSTM method in milk production time series forecasting. Accordingly, RMSE= 23966.9389 (Tons), MAPE= 2.45%, F2 score for perfect model is 0.77.

Keywords: milk production; LSTM; deep assessment; prediction.

DRAFT VERSION

MACHINE LEARNING BASED TURKISH SENTIMENT ANALYSIS FOR PRODUCT REVIEWS ON AN E-COMMERCE WEBSITE

Barış Ulusoy^{1}, Gülder Kemalbay¹*

¹Department of Statistics, Yıldız Technical University, Turkey

**(barissulusoy@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

With the rapid acceleration in the e-commerce sector thanks to the technology that has developed in recent years, there has been a significant increase in the number of e-commerce sites. The most important factor that users get support in deciding on the right and appropriate product among a large number of products is the comments of the users who have purchased the product, sharing their opinions and feelings about the product. The aim of the study is to classify user comments by performing a sentiment analysis with star scores for product reviews in Turkish language on an e-commerce site using machine learning algorithms. The dataset of the study consists of 30,000 comments on women's clothing category products and the stars of the related comments. Product reviews will be labeled as 1 negative, 2-3-4 neutral and 5 positives according to the star score of the review. Product reviews in text format will be preprocessed with Turkish Natural Language Processing techniques. The preprocessed text data will be vectorized with TF-IDF and BERT methods. The data vectorized by TF-IDF will be classified by machine learning algorithms such as Random Forests, Naive Bayes, Support Vector Machines and Voting Classification method which is a combination of these three algorithms. The data vectorized with BERT will be classified with the BERT model pre-trained for the Turkish language using Ktrain, one of the deep learning libraries. The performance of the model built on the training data set was measured by accuracy, precision, F-score and sensitivity on the test data set. According to the results obtained in this study, the most successful prediction model is the Ktrain algorithm with an accuracy of 72% and an F-score of 70%.

Keywords: Sentiment Analysis, Turkish Natural Language Processing, Machine Learning, Multiclass Classification.

Note: This study was supported by TUBITAK 2209-B University Students Industry-Oriented Research Projects Support Program under the project number 1139B412200682.

MACHINE LEARNING PROJECT ON DIABETES

Eren Demir^{1*}

¹*Statistics, faculty of science and letters, Yıldız Technical University, Türkiye*

**(eren.demir@std.yildiz.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

The study employs machine learning to predict diabetes in Indian women. Using data from the National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, it focuses on diagnosing diabetes. The dataset comprises independent predictor variables and a single target variable, with 768 records and 9 columns. All patients are females, at least 21 years old and of Pima Indian heritage. Our findings suggest a link between high pregnancy counts and diabetes, along with age's influence. This research underscores the essential role of data science and machine learning in healthcare.

Keywords: Machine Learning; Diabetes; Classification Algorithms; Data Analysis

DRAFT VERSION

MAKİNE ÖĞRENİMİ VE DERİN ÖĞRENME MODELLERİ İLE HİSSE SENEDİ FİYAT TAHMİNİ: KARŞILAŞTIRMA VE İNCELEME

Melike Yalçın Düzgün^{1}, Uğur Karabey²*

¹*Actuarial Science, Graduate School Of Science And Engineering, Kırıkkale University, Türkiye*

²*Actuarial Science, Graduate School Of Science And Engineering, Hacettepe University, Türkiye*

**(melikeyalcin@kku.edu.tr) sorumlu yazar*

Özet

Günümüzde yapay zekanın gelişmesiyle birlikte işlem kolaylığı, zaman tasarrufu ve maliyet azaltma imkanları sunan makine öğrenimi ve derin öğrenme birçok alanda kullanılmaktadır. Geçmiş dönemlerden bu zamana kadar yapılan çalışmalarda geleneksel yöntemlere kıyasla makine öğrenimi ve derin öğrenme yöntemlerinin daha başarılı sonuçlar elde edildiğini saptanmıştır. Birçok değişkenin etken olduğu finansal piyasalar, fiyat tahmini ve risk yönetimi gibi finansal analiz uygulamalarında etkili sonuçlar elde edilmesiyle makine öğrenimi ve derin öğrenmenin en popüler uygulama alanlarından biri haline gelmiştir. Bu çalışmada, geçmiş verilere dayalı olarak 1501 güne ait 05/09/2017-01/09/2023 tarihleri arasında BİST30 Endeksi'nde işlem gören 4 farklı şirketin tarih, kapanış, açılış, yüksek, düşük ve hacim değişkenlerinin bulunduğu veri setine ek olarak her bir şirketin günlük getirileri, 50, 50 ve 200 günlük hareketli ortalamaları hesaplanarak bu değişkenler veri setine dahil edilmiştir. 4 şirket için makine öğrenimi yöntemlerinden olan Rastgele Ormanlar ve derin öğrenme yöntemlerinden olan Uzun-Kısa Süreli Bellek Ağlarının hiperparametreleri belirlenerek hisse senetlerinin gelecek fiyat tahmini yapılmıştır. Daha sonra Rastgele Ormanlar ve Uzun-Kısa Süreli Bellek Ağları yöntemleriyle elde edilen tahmin sonuçları, hata metriklerinden hata kareler ortalaması, ortalama mutlak hata ve ortalama mutlak yüzde hata ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Rastgele Ormanlar yöntemi, Uzun-Kısa Süreli Bellek Ağları yöntemine göre daha yüksek tahmin performansı göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Fiyat Tahmini; Makine Öğrenimi; Rastgele Ormanlar; Yapay Sinir Ağları; Uzun-Kısa Süreli Bellek Ağları.

**MAKİNE ÖĞRENME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ZAMAN SERİSİ
VERİLERİNİN ANALİZİ**

Yasemin Günter^{1}, Fatma Noyan Tekeli²*

¹Bilişim Güvenliği Teknolojisi, Atlas Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

²İstatistik Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**(yasemin.gunter@atlas.edu.tr) Sorumlu Yazar*

Özet

Kriptopara birimleri yaygın erişebilirlikleri ve kullanıcı dostu yatırım platformları ile dünya çapında önemli finansal varlıklar halini almıştır. Bu finansal varlıklar içerisinde Bitcoin (BTC) büyük önem kazanan ilk dijital para birimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda Bitcoin, işlemleri güvence altına almak, ek birimlerin oluşturulmasını kontrol etmek ve varlıkların transferini doğrulamak için kriptografi kullanan bir değişim aracı olarak çalışmak üzere tasarlanmıştır. Son yıllarda finans piyasalarında dijital para birimlerinin zaman serisi tahminlemesi çeşitli makine öğrenmesi (machine learning, ML) tekniklerinin de gelişmesiyle beraber literatürde önemli yer tutmaktadır. Bu çalışmanın ana amacı Bitcoin getirilerinin yüksek volatilité ortamında tahmin etmek için üç farklı makine öğrenmesi yönteminin performanslarını çeşitli model değerlendirme kriterleri kullanarak (R^2 , RMSE, MAE vb.) karşılaştırmaktır. Bu yöntemler sırasıyla destek vektör makinesi (Support Vector Machine-SVM), LSTM (Long Short-Term Memory) ve Randomforest (RF) algoritmalarıdır. Çalışmada veri aralığı 01.04.2018 – 01.04.2023 (veri kaynağı: yahoo finance veritabanı) yılları arasındaki günlük USD Bitcoin kapanış fiyatlarından oluşmaktadır. Bitcoin getirileri için yapılan karşılaştırılmalı analizlerden SVM modelinin fiyat tahmin performansının diğer modellere göre daha yüksek performans verdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zaman Serisi Modellemesi; Makine Öğrenmesi; Kriptopara; Bitcoin; Destek Vektör Makinesi.

MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARIYLA LGS BAŞARISI TAHMİNİ*Bilge Serdarer Kuzu^{1*}, Selay Giray Yakut²**¹İstatistik Bilim Dalı Doktora Öğrencisi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, Türkiye**²Ekonometri Bölümü/İktisat Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Türkiye***(bilgeserdarer@gmail.com) Sorumlu yazar***Özet**

Eğitim programları yenilendikçe buna paralel olarak ölçme ve değerlendirme sistemleri de değişmektedir. Ülkemizde bu durumun yansımaları en belirgin şekilde merkezî sınavlarda görülmektedir. Ortaöğretime geçiş için 2018’den bu yana uygulanan Liselere Geçiş Sistemi (LGS) bu sınav sistemlerinden beşincisidir.

Söz konusu eğitim olduğunda başarıyı etkileyen faktörler ve başarıyı tahmin etme eğitimin tüm paydaşları açısından her zaman ilgi ve merak konusu olmuştur. Yapılan literatür taramalarında görece yeni bir sınav sistemi olan LGS’deki başarıyı irdeleyen sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Bu sebeplerden ötürü bu çalışmada, makine öğrenmesi algoritmalarıyla sekizinci sınıf öğrencilerinin LGS başarısını tahminleyen modellerin kurulması amaçlanmıştır. Farklı algoritmalar denenerek algoritmaların performansları karşılaştırılmış ve öznitelik seçimi algoritmalarıyla LGS başarısındaki önemli rol oynayan öznitelikler belirlenmiştir. Veri seti olarak gerekli izinler alınarak elde edilen birincil veri seti kullanılmıştır. Veri toplamada kişisel bilgi formu, Algılanan Anne-Baba Katılım Ölçeği, Akademik Özyeterlik Ölçeği ve Maslach Tükenmişlik Envanteri kullanılmıştır. Model tahmininde makine öğrenmesi algoritmalarından Naive Bayes, Destek Vektör Makineleri, Karar Ağacı ve Lojistik Regresyon kullanılmıştır.

Kişisel bilgileri formundan elde edilen veriler ile yapılan analizler sonucunda hem k-katlı çapraz geçiş yöntemi ile hem de hold-out yöntemi ile ortalama olarak en yüksek doğru sınıflandırma performansını gösteren algoritmalar Destek Vektör Makineleri ve Karar Ağacı olmuştur. Sadece ölçek toplam puanlarından oluşan veri setiyle yapılan analizler sonucunda ise hem k-katlı çapraz geçiş yöntemi ile hem de hold-out yöntemi ile ortalama olarak en yüksek doğru sınıflandırma performansını gösteren algoritma Lojistik Regresyon olmuştur. Öznitelik seçimi algoritmalarıyla yapılan analizler sonucunda seçilen önemli öznitelikler ile sınıflandırma algoritmalarının

performansları yeniden incelenmiş ve ortalama olarak önemli bir değişim olmadığı görülmüştür. Öznitelik seçimi algoritmalarıyla LGS başarısı üzerinde etkisi olduğu bulunan en önemli 3 öz niteliğin Günlük LGS çalışma süresi, LGS için herhangi bir destek alınması, LGS için özel ders alınması olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi, LGS Başarısı, Eğitimde Veri Madenciliği

Not: Bu çalışma Bilge Serdarer Kuzu'nun "Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile LGS Başarısı Tahmin Modelleri Kurulması" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

DRAFT VERSION

MAKROEKONOMİK GÖSTERGELERİN ANALİZİNDE KONJONKTÜREL DALGALANMALARIN ÖNEMİ

Muhammed Fatih Tüzen^{1}*

¹*Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye*

**(fatih.tuzen@tuik.gov.tr) sorumlu yazar*

Özet

Zaman serisi, bir değişkenin yıllık, üç aylık, aylık, günlük gibi düzenli bir zaman aralığında yapılan ardışık ölçümlerinin bir kümesidir. Bir zaman serisi mevsimsel, trend, konjonktür ve düzensiz bileşen olmak üzere dört bileşenden oluşur. Trend, çok uzun sürelerde gözlemlenebilen ve serinin evrimsel gelişimini temsil eden bileşen olarak tanımlanır. Konjonktür bileşeni ise trend etrafında periyodik olmayan ve birbirini izleyen genişlemeler ve daralmalar biçiminde ortaya çıkan dalgalanmalardır. Bu dalgalanmaların trendin aşağısında sürekli aşağı yönlü bir dalgalanma durumunda olması daralma olarak tanımlanırken, trendin yukarısında sürekli yukarı yönlü bir dalgalanma durumunda olması genişleme olarak tanımlanmaktadır. Konjonktür, ekonomik büyüme ve daralma dönemlerini içerir ve belirli ekonomik göstergelerde (GSYİH, İşsizlik Oranı, Sanayi Üretimi) dalgalanmalara yol açar. Bu dalgalanmalar, tüketici harcamaları, yatırımlar, istihdam ve üretimde değişikliklere neden olabilir. Konjonktürel dalgalanmalar, ekonominin zaman içindeki büyüme ve daralma hareketleri gibi dönüm noktalarını yakından izlemesi sebebiyle, ekonomik kararlar almak ve riskleri yönetmek için önemlidir.

Bu bildiriye, makro ekonomik bir gösterge kullanılarak ekonominin dönüm noktalarının tespit edilmesi ve yorumlanması hususları ele alınmıştır. Bu doğrultuda GSYİH zaman serileri kullanılarak Türkiye ekonomisindeki konjonktürel dalgalanmaların temel özellikleri incelenmiştir. Ayrıca TÜİK'te bu konularda yapılan çalışmalara da yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zaman Serisi; Konjonktürel Dalgalanmalar; Bry ve Boschan Prosedürü; İş Çevrimleri.

Not: Bu çalışmada ifade edilen görüşler tamamen yazarın kendisine aittir ve Türkiye İstatistik Kurumu'nu bağlamaz.

MARSHALL-OLKIN POWER GARIMA DISTRIBUTION: PROPERTIES AND APPLICATIONS

Mine Doğan^{1}, Ayşe Metin Karakaş²*

¹Statistics / Fırat University, Turkey

²Statistics / Bitlis Eren University, Turkey

**(mined685@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

This paper aims to estimation of the parameters and reliability characteristics for Marshall-Olkin Power Garima distribution. We use the maximum likelihood estimation (MLE) to estimate the parameters of the proposed distribution. Some properties, including the quantile function, survival and hazard rate functions, moments, skewness, kurtosis and order statistics are derived. The efficiency and importance of the newly generated family are examined through real data sets. Finally, real-world data was used to demonstrate the superiority of the Marshall-Olkin Power Garima distribution over other well-known distributions.

Keywords: Power Garima distribution, Order statistics, Maximum likelihood estimation, Generalized family, Characterization.

DRAFT VERSION

MEASURING SCHOOL LIFE EXPECTANCY AT NUTS III LEVEL*Derya Tuncer^{1*}, Turgay Altun¹, Furkan Metin¹**¹Turkish Statistical Institute, Türkiye***(derya.tuncer@tuik.gov.tr) Corresponding author***Abstract**

School life expectancy (SLE), the estimation of the expected education life of a person of school-entry age for within the specified level of education, plays significant role as a development indicator. As an international education indicator, it is produced by the Unesco Institute of Statistics (UIS) and published with a comprehensive database, covering a wide range of countries SLE. Besides, it is used in the calculation of Human Development Index, Gender Development Index and Multidimensional Poverty Index calculated by the United Nations Development Programme (UNDP). Although the measurement and projection of school life expectancy is a challenging issue particularly at NUTS III level, SLE was produced for the first time at NUTS III level in Türkiye with this study. Thus, the methodological approach of this study was applied for the first time at the provincial level in order to contribute to Türkiye's national policies. In this study, SLE was produced as the sum of the age specific enrolment rates, which was calculated by using number of non-foreign students and population based on single years of ages in levels of Türkiye and provinces (NUTS III), including pre-primary, primary to upper secondary and primary to tertiary levels for 2018-2022 period. Considering the presence of students enrolled in open and distance education, calculations were made by based on the province of the student's residence, instead of the location of the higher education institution. As a result, for ISCED 1-8, SLE was 18,2 years in 2022 in Turkey. It was increased between 2018-2020 and decreased in 2021 and 2022. In the provincial level, with the highest SLE was in İstanbul with 20.3 years, whereas the lowest SLE was in Şanlıurfa and Muş with 15.2 years. Gender parity index (GPI) increased in favour of females in 5 years.

Keywords: school life expectancy, expected years of schooling, enrolment rates, gender parity indeks (GPI).

META-ANALYSIS ON THE EFFECTS OF COVID-19 ON THYROID DISORDERS*İpek Dağdeviren^{1*}, Meliha Melin Uygur², Elif Çiğdem Keleş³**¹Data Science / Graduate School of Natural and Applied Sciences, Yeditepe University, Turkey**²Department of Internal Medicine / Faculty of Medicine, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey**³Department of Biostatistics and Medical Informatics / Faculty of Medicine, Yeditepe University, Turkey***(ipekdagdeviren@hotmail.com) Corresponding author***Abstract**

Millions of people were affected both by COVID-19 and thyroid diseases across the world but previous works are limited to identify the effects of COVID-19 on thyroid disorders. Thyroid holds a critical role to regulate numerous metabolic processes throughout the body, a few changes in it, may have affect on other systems on the human body. During the pandemic, thyroid disorders get increased and those disorders are usually interpreted as autoimmune mechanisms. Present meta-analyses are completed with limited parameters and just focus on a particular topic which prevents to act in a holistic approach. In total 16 meta-analyses are completed and aim to improve the evidence level of the studies related to thyroid disorders and COVID-19 which will contribute to the medical sciences. 4260 studies were reviewed from PubMed and Science Direct search engines, and after applying the exclusion criteria, 13 studies with a sample group of 2829 individuals were included in the meta-analyses. PRISMA 2020 Checklist flows were tracked, for statistical calculation by using the RevMan and MedCalc software. All in all, thyroid dysfunction patients tend to undergo more severe COVID-19. The relation between thyroid disorders and COVID-19 was expressed with meta-analyses by using many parameters, aiming to increase the reliability level of the related studies.

Keywords: Thyroid dysfunction; COVID-19; COVID-19 severity; mortality.

**METaverse, BLOCKCHAIN AND NFT KNOWLEDGE AND AWARENESS
RESEARCH**

Adnan Karaibrahimoğlu^{1}, Pınar Gökteş²*

¹Biostatistics and Medical Informatics, Medical School, Süleyman Demirel University, Türkiye

²Human Resources, Administrative Faculty, Süleyman Demirel University, Türkiye

**(adnankaraibrahim@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

In recent years, the term "metaverse" has gained increasing popularity, especially among those interested in emerging technologies like blockchain and NFTs. This concept has become more tangible with the growth of blockchain technology and NFTs (non fungible tokens) which allow for unique and verifiable ownership of digital assets. The aim of this study is to determine the level of knowledge and awareness of entrepreneurs operating in the IT sector about Metaverse, Blockchain, and NFT concepts. There was a total of 276 participants enrolled in the study from different IT platforms after approval of the ethical committee of SDÜ between the dates of 01/02/2023 and 30/03/2023. A Metaverse scale was developed by Süleymenoğulları et al. (2022) and it was started to be used as a scale consisting of 15 items and 4 dimensions. In this study, a survey application was created by adding 17 items about blockchain and NFT along with this scale. The new scale was reliable (Cronbach's Alpha=0.813) and had 8 dimensions. The dimensions were titled Blockchain Technology, Blockchain Crypto, Metaverse Virtuality, Metaverse Technology, Social, Negative Effect, Virtuality, and Digitalization. The scale score was found as 106.56±12.29 (min-maks: 32-140). According to the results, the male participants were more likely to have awareness than females; the participants, who have a knowledge of metaverse, blockchain, and NFT, had higher scale scores; the participants, who work in the private sector, were more likely to have awareness than ones in official and trading sectors, and the participants whose age less than 35 were more likely to have knowledge of crypto and virtuality than older ones. The metaverse, blockchain, and NFTs are all emerging technologies that have the potential to transform the way we interact with each other and with digital assets. While there are risks associated with these technologies, there are also opportunities for businesses, creators, and investors.

Keywords: metaverse; blockchain; NFT; awareness.

MULTIVARIABLE STOCK PRICE FORECASTING WITH DEEP NEURAL NETWORKS*Selim Serin^{1*}, Gülder Kemalbay²**¹Graduate School of Science and Engineering, Yıldız Technical University, Türkiye**²Department of Statistics, Yıldız Technical University, Türkiye***(selim.serin96@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

The complexity and dynamism of financial markets make forecasting future price movements an incredibly challenging task. Traditional financial forecasting methods may fail to capture this complexity, often yielding inadequate results. This is where deep learning comes into play. Deep learning stands out with its ability to process vast amounts of financial data. This study aims to forecast the one-day-ahead price of a stock traded in the Turkish stock market between 2007-07-30 and 2023-10-11 using multivariable inputs, including the closing price of XU030 index, Brent oil price, gold price per ounce, and the ratio of the short-term moving average to the long-term moving average. All price-based variables are determined in dollars with TRY/USD parity. With this multivariate data set, a deep neural network structure will be created using Vanilla Long-Short Term Memory (LSTM), Convolutional Neural Network (CNN), Bidirectional LSTM, and Stacked LSTM algorithms to predict the next day stock price with lag variables up to 5-days. It has been observed that the studies in the literature often focus on univariate stock price or stock market index price forecasting, and that there is a minority of studies that create a deep neural network structure with multivariate time series. As a result, Vanilla LSTM is the most successful deep network structure for one-day-ahead price forecasting based on Root Mean Square Error (RMSE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) metrics.

Keywords: financial time series, deep learning; stock price forecast; neural networks.

MUTLULUK ENDEKSİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ YAKLAŞIMLARIYLA ANALİZİ**Kadriye Nurdanay Öztürk^{1*}, Öyküm Esra Yiğit²**¹*İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri / Fen Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye*²*İstatistik / Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye***(kadriyenur28@hotmail.com) Corresponding author***Özet**

Türk asıllı büyük düşünür Farabi (872) mutluluğu erdemli bir toplum tarafından elde edilmeye çalışılan en yüksek değer olduğunu belirtmiştir. Politika yapıcıların bireylerin mutluluğunu ve dolayısıyla toplumun refahını arttırmaya yönelik alacağı kararları belirlemek ve bu kararları etkin bir biçimde uygulaması yolunda var olan mutluluk seviyesinin etkin bir şekilde ölçülmesi önem arz etmektedir. Bu amaç doğrultusunda belki de en önemlisi, ölçümede kullanılan göstergelerin doğru bir şekilde tespit edilmesidir. Bu göstergelerin belirlenmesinde toplanan veriye dayalı bir analitik model aramak ve belirlenen uygun modelin geçerliliğini ortaya koyarak politika yapıcılara yol göstermek, veri bilimi ile uğraşan araştırmacıların en temel görevlerinden biridir. Bu çalışmanın amacı, 2022 yılına ait Dünya Mutluluk Raporu veri seti üzerinde mutluluk endeksine ilişkin etkili değişkenleri saptamak ve makine öğrenmesi modelleri ile bir sınıflandırma uygulaması yapmaktır. Uygulamanın ilk aşamasında en uygun sayıda ve nitelikte değişkenlerin alt kümesinin belirlenmesi amacıyla sarmal teknikler ailesinde yer alan yinelemeli öznelik eleme yönteminde açgözlü arama (greedy search) kullanılmış ve böylece model performansını optimize etmek amaçlanmıştır. Etkili ve optimal sayıda değişkenlerin yer aldığı değişken altkümesi, lojistik regresyon, rasgele orman, destek vektör makinesi, gradian boosting ve k-NN gibi farklı denetimli öğrenme metodları kullanılarak modellenmiştir. Çalışmada kullanılan makine öğrenmesi modellerinin kendine has parametreleri bulunmaktadır ve modellere ait aşırı uyum (overfitting) ve az uyum (underfitting) dengesini sağlamak amacıyla hiperparametre optimizasyonu yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları arasında sosyal destek değişkeninin mutluluk skoru için en kritik gösterge olduğu tespit edilmiştir. Farklı performans metrikleri kullanılarak kıyaslanan makine öğrenmesi modellerinden en yüksek performansın ise destek vektör makineleri olduğu söylenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: mutluluk endeksi; dünya mutluluk raporu; değişken seçme; sınıflandırma

NEW URBAN-RURAL CLASSIFICATION OF TÜRKİYE*Selin Ertürk^{1*}, Birkan Ergüç¹, Sümeyye Derici²**¹Metadata Systems and Classifications Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye**² Methodology Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye***(selin.tekin@tuik.gov.tr) Corresponding author***Abstract**

In the statistics published by TurkStat on the urban-rural distinction, an urban-rural definition based on population size and defined in 1982 has been used till 2014. Over time, this urban-rural classification faced significant challenges stemming from changing administrative divisions as a result of legal regulations. Consequently, it became evident that this long-standing definition no longer captured the urban-rural structure of Türkiye accurately. Therefore, there arose a pressing need to devise a new definition suitable for statistical production. In response, a new definition was developed based on the "Degree of Urbanisation (DEURBA)" methodology put forward by the European Statistical Office. In this methodology, 1 km² population grids derived from integration of Address Based Population Registration System (ABPRS) and Spatial Address Registration System (SARS) are used. Under this classification system quarters and villages categorized as "densely populated, intermediate-density and thinly populated." Densely populated areas were defined as localities that have at least 50% of their population resided within urban centre grids, while thinly populated areas are localities that have more than 50% of their population living in rural grid cells. Intermediate density areas encompassed localities apart from the criteria of densely populated areas and thinly populated areas. The study results revealed that 67.9% of Türkiye's population resided in densely populated localities 14.8% in the intermediate-density localities and 17.3% in the thinly populated localities.

This study assumes paramount significance in offering a sustainable and more accurate reflection of Türkiye's urban-rural structure. Furthermore, this redefinition enables the production of statistics at the urban-rural level that conforms to international standards and fosters comparability and relevance in the global context.

Keywords: Address Based Population Registration System, Degree of Urbanisation, Population Grid, Spatial Address Registration System, Urban-Rural

**ON A MODIFIED UNIT DISTRIBUTION WITH THE ASSOCIATED QUANTILE
REGRESSION MODEL**

Mustafa Ç. Korkmaz^{1}, Berrin Gültay²*

¹ *Department of Statistics / Graduate Education Institute, Artvin Çoruh University, Türkiye*

² *Department of Statistics / Çanakkale 18 March University, Türkiye*

**(mustafacagataykorkmaz@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

The paper deals with a modified version of a continuous distribution defined on $(0, 1)$ interval. After defining the modified distribution, its quantile regression model has been proposed for the unit response. The maximum likelihood estimation method has been given in order to estimate the parameters of the quantile regression model. We assess the limit performances of the maximum likelihood estimations based on the simulation studies with different scenarios. Based on the unit median response modeling, a real data application has been presented. Application results show that the proposed regression model has explained the relation between unit median response and covariates in a statistically significant way as well as in a better way than some competitive models under some criteria.

Keywords: Unit distribution; unit quantile regression; residuals; median.

DRAFT VERSION

**ON PARAMETER ESTIMATION OF THE GENERALIZED MARSHALL-OLKIN
EXPONENTIATED EXPONENTIAL DISTRIBUTION***Egemen Özkan^{1*}, Gülhayat Gölbaşı Şimşek¹**¹Department of Statistics, Yıldız Technical University, Türkiye***(eoalkan@yildiz.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

In this study, we introduce the generalized Marshall-Olkin exponentiated exponential distribution, which represents a flexible lifetime distribution in four-parameter for data modeling. The distribution is a submodel of mixture based generalized Marshall-Olkin distribution. After some statistical properties related to the distribution are given, parameter estimations are obtained using various estimation methods, and a Monte Carlo simulation study is conducted for randomly selected parameters. The performances of the estimation methods are evaluated in terms of mean bias and mean squared error values obtained from the simulation study. Furthermore, to demonstrate the flexibility of the proposed lifetime distribution in modeling, some real data applications are performed.

Keywords: Estimation of parameter, Marshall-Olkin distribution, exponentiated exponential distribution, real data applications.

DRAFT VERSION

OPTIMAL CONSTACYCLIC LOCALLY RECOVERABLE CODES WITH MINIMUM DISTANCE 2 AND CONSTACYCLIC CODES WITH MINIMUM LOCALITY1

Rabia Zengin^{1*}, Mehmet Emin Köroğlu²

¹Department of Mathematics, İstanbul Bilgi University, Türkiye

²Department of Mathematics, Yildiz Technical University, Türkiye

**(rabia.zengin@bilgi.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

A locally recoverable code (for brevity LRC) is a code such that a symbol in any coordinate of a codeword can be repaired by using the symbols in at most r other positions. These codes are used in distributed storage systems by Microsoft Azure and Hadoop since they can repair a failed node by accessing the minimum number of the surviving nodes. An LRC which achieves Singleton-type bound is called an optimal LRC. Constacyclic codes are very significant codes because of their efficient encoding and decoding procedures. In this study, we will obtain constacyclic LRCs with minimum locality and optimal constacyclic LRCs with minimum distance 2 from their parity-check polynomial.

Keywords: locally recoverable codes; constacyclic codes; optimality.

Note: This research is supported by Yildiz Technical University Scientific Research Projects Coordination Department with Project Number FYL-2023-5605.

DRAFT VERSION

**OPTIMIZATION OF OPERATING CONDITIONS OF BETA-TYPE STIRLING
ENGINE WITH REGENERATOR USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND
RESPONSE SURFACE METHOD**

Berna Yazıcı¹, Yasar Önder Özgören², Ece Özgören^{3}*

¹*Statistics / Faculty of Science, Eskisehir Technical University, Eskisehir*

²*Automotive Engineering / Faculty of Technology, Afyon Kocatepe University, Afyon*

³*Statistics / Postgraduate Education Institute, Eskisehir Technical University, Eskisehir*

**(eeozgoren@ogr.eskisehir.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

Energy demand is steadily increasing worldwide, with the majority of it being met by the use of fossil fuels. However, fossil fuels not only result in greenhouse gas emissions and the release of carbon dioxide but also pose significant threats to both the environment and human health. Stirling engines are systems that can operate using existing clean energy sources available globally and it is crucial to focus on the development and enhanced accessibility of these systems. Furthermore, statistical methods like Artificial Neural Network (ANN) and Response Surface Method (RSM) find applications in various fields, including technology and automotive industries. This study aims to determine the factor levels that influence the optimal operating conditions of a beta-type Stirling engine. The factors selected for their impact on the Stirling engine's operational performance include engine speed (rpm), pressure (bar) and temperature (°C). An experimental design will be created by varying these selected factors at different levels. Using this experimental design, motor tests will be conducted, yielding engine power values through various combinations of factors and their levels. Additionally, the experiments will be conducted on a beta-type Stirling engine with regenerator, which has not been previously studied in the literature. The obtained experimental results will be analyzed using ANN and RSM, and optimization will be achieved based on these analyses. Ultimately, another goal to determine the maximum operational capacity of the beta-type Stirling engine and also to compare the performance of these two methods in achieving this objective.

Keywords: artificial neural network; response surface method; optimization; beta-type stirling engine.

**PERMÜTASYONEL ÇOK DEĞİŞKENLİ VARYANS ANALİZİNİN EĞİTİM
ALANINDA BİR UYGULAMASI*****Barış Atakişil^{1*}, Doğan Yıldız²****¹İstatistik / Fen-Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye**²İstatistik / Fen-Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye*** (baris.atakisi@std.yildiz.edu.tr) Sorumlu yazar***Özet**

Çok değişkenli varyans analizi (MANOVA)'nın çoklu normal dağılım, varyans-kovaryans matrislerinin homojenliği, aykırı değerler, doğrusallık, çoklu bağımlılık ve teklik varsayımları bulunmaktadır. Birçok araştırmada bu varsayımların sağlanmadığı ve tek değişkenli analiz yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu araştırmalarda 1. tip hata yapma olasılığı artmakta ve analiz sonuçlarının güvenilirliği azalmaktadır. Bu problemi çözümlenebilecek yöntemlerden biri permütasyonel çok değişkenli varyans analizi PERMANOVA'dır. Son yıllarda uygulaması sağlık ve ekoloji alanlarında artmış olsa da eğitim gibi farklı alanlarda kullanımı yaygın değildir. PERMANOVA, uzaklık ölçüleri ve permütasyon yöntemlerini kullanarak en az iki bağımlı değişkenin bir veya daha fazla bağımsız değişken tarafından nasıl etkilendiğini ortaya koyan parametrik olmayan bir yöntemdir. Verilerin dağılımı ile ilgili bir varsayımı yoktur. MANOVA'nın varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda 1. tip hata yapma olasılığını azaltmak ve daha güvenilir sonuçlar elde etmek açısından PERMANOVA yönteminin kullanılması oldukça önemlidir. Bu çalışmada PERMANOVA yönteminin özellikleri tanıtılmış ve bir eğitim araştırmasına ait veri seti kullanılarak uygulama yapılmıştır. Çalışmada bilgi ve iletişim teknolojilerine (BİT) olan ilgi, algılanan BİT yeterliliği, algılanan BİT özerkliği ve sosyal etkileşim amaçlı BİT kullanımının çeşitli değişkenlere göre değişim gösterip göstermediği PERMANOVA yöntemi ile incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: permanova; manova; çok değişkenli varyans analizi; Permütasyon

PREDICTION OF SOLAR POWER PLANT PRODUCTION WITH METAHEURISTIC OPTIMIZATION TECHNIQUE*Yaren Korkmaz^{1*}, Gülder Kemalbay¹**¹Department of Statistics, Yıldız Technical University, Turkey***(yarkorkmz@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Global climate and environmental challenges are worsening due to the decrease in fossil fuels and the increase in greenhouse gas emissions. Renewable energy sources are essential for producing environmentally friendly and cost-effective electricity while reducing energy dependence. Solar power plants generate electricity from solar energy and have both lower operating costs and easier maintenance compared to other energy facilities. This study aims to predict solar power plant production with a metaheuristic optimization technique using daily 15-minute data from İkitelli Solar Power Plant in Istanbul in August 2018. Support Vector Regression (SVR) with hyperparameters tuned by Particle Swarm Optimization (PSO) model, shortly called PSO-SVR, will be used for prediction on training data set. The performance of the model will be evaluated using Mean Square Error (MSE), Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE) metrics on the test data set. SVR is a machine learning algorithm specifically designed for regression analysis. In this study, the impact of optimizing Support Vector Regression hyperparameters using a metaheuristic optimization technique on the prediction performance of the model will be investigated. According to the research findings, the classical SVR prediction model has an error rate of 7.268% based on the MAE criterion, while the PSO-SVR prediction model exhibits an error rate of only 0.013%. In comparison with the traditional SVR model, the prediction performance of the PSO-SVR model is significantly superior. Finally, it is hoped that the solar power plant electricity production prediction model developed in the study will contribute to the planning for increasing clean energy awareness and the economic contribution of renewable resources in energy production. This study was supported by TUBITAK 2209-A University Students Research Projects Support Program under project number 1919B012212368.

Keywords: renewable energy; solar power plant; support vector regression; metaheuristic optimization.

QUALITY IN OFFICIAL STATISTICS

Serdar Cihat GÖREN^{1}*

¹ *Methodology Department / Turkish Statistical Institute, Turkey*

**(scgoren@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

The Official Statistics Program (OSP) is prepared for five-year periods based on Turkish Statistics Law No. 5429. Official statistics refers to the information obtained by processing the data compiled by institutions and organizations that will produce statistics on the subjects included in the OSP in order to reveal the mass characteristics.

Quality is the level of satisfaction and meeting the needs of the users of the product or service offered. Quality is a point of excellence that is impossible to achieve, it is a phenomenon that can be improved with the aim of continuous improvement. As with many products and services, official statistics also have quality principles and standards. The quality of official statistics is determined by the satisfaction level of users and the level of meeting their needs.

Quality principles and standards of official statistics are the set of principles that must be followed in the statistical production process. Quality principles and standards ensure that official statistics are produced that are up-to-date, reliable, impartial, consistent, comparable, and timely. In this study, global quality principles and standards in official statistics are discussed, commonly applied quality principles are introduced, and how they are implemented is examined.

Keywords: official statistics; quality; continuous improvement

DRAFT VERSION

**RESEARCH OF DIGITAL PRIVACY AND DATA PROTECTION PERCEPTIONS
AMONG UNIVERSITY STUDENTS**

Adnan Karaibrahimoglu¹, Burak Basaran², Gulnihan Gunduz^{*3}

¹ Biostatistics & Medical Informatics / Medical Faculty, Suleyman Demirel University, Isparta/Türkiye

² Statistics / Art & Science Faculty, Suleyman Demirel University, Isparta/Türkiye

³ Statistics / Art & Science Faculty, Suleyman Demirel University, Isparta/Türkiye

**(gulgunduz1824@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

Digital privacy and data protection are critical issues in today's interconnected and data-driven world. They involve safeguarding individuals' personal information and ensuring that data is used and managed in a responsible and ethical manner. The aim of this study is to investigate the perception of digital privacy and data protection among undergraduate statistics department students. The study was completed using a scale prepared with a total of 20 items as a result of the participants' opinions. A total of 148 students participated in the study. In the Exploratory Factor Analysis performed for the scale items, it was seen that the most appropriate structure consisted of 14 items and a 3-dimensional structure. The reliability level Cronbach's alpha was found to be 0.898. The Spearman-Brown internal consistency coefficient was calculated as 0.918, the correlation between forms according to half-split method as 0.848 and it was decided that there was no response bias in the scale according to Hotelling's T^2 and Tukey's nonadditivity tests. While the dimensions called security (4 items), privacy (7 items) and personal data (3 items) showed significant differences according to gender and place of residence ($p < 0.05$), there were no significant differences according to the grade level of education and the time spent with technological devices. Digital privacy and data protection are ongoing concerns as technology continues to advance. Individuals, organizations, and governments must work together to strike a balance between the benefits of data-driven technologies and the need to protect individuals' privacy and data security. Violations of data protection laws can result in significant fines and damage to an organization's reputation, so compliance is crucial.

Keywords: digital privacy; data protection; scale; statistics students.

RESMİ İSTATİSTİKLER VE ETİK*Asila Koçak^{1*}**¹Yöntem Araştırmaları Daire Başkanlığı/Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye*** (asila.kocak@tuik.gov.tr) sorumlu yazar***Özet**

Resmi istatistik üretiminde öncelik, sadece araştırmanın amacına uygun olarak hazırlanan sorulara yanıt bulmak değildir. Resmi istatistik üretim süreci; iyi bir planlama ile veri toplanması, analiz edilmesi, yorumlanması, raporlanması ve yayımlanması gibi bir dizi yoğun çalışmayı gerektirmektedir. Bütün bu aşamalarda araştırmanın tasarımında yayımlanmasına kadar her bir süreçte etik ilkeler gözetilmelidir.

Resmi istatistikler; ele alınan konuların içeriği ve bu konuların genellikle yaşam alanlarından toplanması gibi nedenlerle, farklı etik risklerle karşı karşıya kalmaya oldukça müsait araştırma alanlarıdır. Bu riskler araştırmanın konusuna göre “daha az hassas” ya da “daha fazla hassas” hatta “yüksek riskli” olabilir. Etik riskler sadece teneşe dayalı laboratuvar araştırmaları ya da ameliyat gibi hayati konular ile ilgili değildir. Etik ilkelerin gözetilmesi için söz konusu risklerin sadece yaşamsal olmasına gerek yoktur. Bir riskin meydana gelmesi halinde araştırmacının kendisi ya da araştırmaya katılan(lar) da olmak üzere etkilenebilecek çok fazla insan ya da alan söz konusu olabilir.

Kuşkusuz insanın kendisi için iyi olana karar verme konusunda irade sahibi olması, başka bir ifadeyle kendi yararını üzerinde kontrol sahibi olması en doğal hakkıdır. Buna dayanarak araştırmaya dahil olan insanların bu haklarına nasıl saygı duyulur? İstatistikler mahrem alanları zorlar mı? Bu durum “araştırılmama hakkı” olarak yorumlanmaya kadar gidebilir mi? Resmi istatistik üretiminin öncesi ve sonrası dahil olmak üzere her aşamasında, zarar potansiyeli, bu zararların olasılığı ve boyutu ile ilgili ne gibi çalışmalar yapılmalıdır? Hangi önlemler alınmalıdır? Bu çalışma söz konusu soruların yanıtlarını arayan tartışmalar çerçevesinde resmi istatistik üretim sürecinde etik konusunu, özellikle hak ve menfaatlere saygı, zarar vermektan kaçınma ve mahremiyeti koruma konuları açısından detaylı olarak ele almayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Resmi istatistik; etik; etik ilkeler; araştırma etiği.

**RESMİ İSTATİSTİKLERDE MEVSİMSEL DÜZELTME VE TÜİK’TE
UYGULAMALARI****G. Merve GÖKÇİN^{1*}**¹*Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye***(merve.gokcin@tuik.gov.tr) sorumlu yazar***Özet**

Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) anasayfasında ekonomik, sosyal, kültürel, sağlık, çevre ve enerji gibi temel konularda yayımlanan toplam on yedi başlıkta toplulaştırılmış istatistik konuları bulunmaktadır. Tüm bu istatistikler resmi istatistik kapsamında olup birçoğu zaman serisi olarak TÜİK istatistik veri portalında konu başlıkları ile yayımlanmaktadır.

Genellikle zaman serileri trend, çevrim, mevsim, ve düzensiz bileşen olmak üzere dört temel bileşenin bir fonksiyonu olarak ifade edilir. Zaman serisinde bu bileşenlerden bazılarının ya da hepsinin seride bulunduğu varsayılır (Newbold, 2000). Mevsimsel bileşen ayrıca “mevsimsel etkiler” ve “takvim etkileri” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Zaman serisinin araştırmalarda kullanılabilmesi için zaman içerisinde karşılaştırılabilir olması gerekmektedir. Bu nedenle zaman serilerinin içerisinde barındırdığı mevsim ve takvim etkilerinden arındırılıp kullanılması daha doğru olacaktır. TÜİK, 2009 yılından bu yana mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmış verileri yayımlamaktadır. Verilerin bu etkilerden arındırılması aşamasında literatürde birçok yöntem bulunmaktadır. TÜİK tarafından mevsim ve takvim etkisinden arındırma işlemi için TRAMO/SEATS yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem Avrupa İstatistik Ofisi (EUROSTAT) tarafından resmi istatistiklerin mevsimsel düzeltilmesi için önerilen bir yöntemdir.

Bu bildiride mevsim ve takvim etkileri ile mevsimsel düzeltmenin ne anlama geldiği, TÜİK tarafından yayımlanan mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmış verilerin neler olduğu, bu verilerin nasıl yorumlanması gerektiği ile ilgili temel bilgiler aktarılıp, TRAMO/SEATS yöntemi ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Zaman Serisi; mevsimsel düzeltme; TRAMO/SEATS.

Not: Bu çalışmadaki, bulgular ve değerlendirmeler yazarın kişisel görüşleri olup, hiçbir şekilde TÜİK’i bağlamamaktadır.

**REVISION IN OFFICIAL STATISTICS AND THE IMPORTANCE OF REVISION
POLICY**

F. Aydan Kocacan Nuray^{1}*

¹*Turkish Statistical Institute (TURKSTAT), Türkiye*

**(aydan.kocacan@tuik.gov.tr) Corresponding author*

Abstract

The aim of this paper is to explain the basic principles and standards regarding the revisions of published statistical data and to provide information about the revision policy and revision vintage tables.

Revision means reviewing and correcting. Revisions in statistics are updates made later on any published statistical data, and are based on changes other than errors. The main goal is to improve previous predictions. The aim of the revision is timeliness, consistency, and accuracy. Revision is a recognized and vital part of the statistical business process. Revision is divided into two: routine revision and major revision. Reasons for routine revision; Seasonal adjustment, benchmarking, are caused by changes in the source data. Main revision refers to base year changes, classification, definition, and scope changes, changes in method, application and question structure, changes in source data, and updates resulting from legal regulations. Statistics produced by the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) are revised for various reasons.

Revision policy is supporting documentation covering general rules for revisions of published statistics, how users will be informed about possible reasons for revisions, types of revisions and all revision aspects. The reason why statistical offices establish a general revision policy is to follow the vision of the statistical system in which the publication, and revisions of statistical data are coordinated. It is also to provide maximum transparency for users through a clear presentation of revision policies and statistical applications.

A revision measurement table is a structure that lists revisions made to a statistic according to the date they were published. The revision of the time series at a given reference point can be defined as the change in revision value from previous revisions of the estimates in the revision measurement

table. The revision measurement table has three basic characteristics. The variable measurements to be analyzed for revision, the length of the revision date, and the length of the time series.

In this paper, information will be given about what is meant by revision, in which cases revision is made, and the basic principles and standards regarding revisions.

Keywords: revision; classification of revision; revision policy; vintage table.

Note: The conclusions and evaluations in this study are the personal opinions of the author and do not bind TurkStat in any way

DRAFT VERSION

RFM İLE MÜŞTERİ DEĞER SEGMENTASYONU VE PROFİL ÇIKARIMI*Zeyneb Hüsna Akbal^{1*}, Münevver Turanlı¹**¹İstatistik / İnsan ve Toplum Bilimleri, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Türkiye***(zeynephusnaakbal@gmail.com) sorumlu yazar***Özet**

Teknolojik ilerlemeler, veri toplama işlemini hemen hemen her sektörde yaygınlaştırmıştır. Ham verilerin doğrudan analizi yetersiz sonuçlara yol açmaktadır. Bu sorunu çözmek için, verilerin anlaşılması, analiz edilmesi ve gizli örüntülerin ortaya çıkarılması amacıyla istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Veri madenciliği, istatistikçiler için çalışmaların kalitesini artırır, sonuçların iş kullanıcılarına kolayca sunulmasını sağlar. Bu çalışmada anonim bir şirketin verileri kullanılarak portföydeki müşterilerin değer segmentasyonlarının çıkarılması ve kategorilere ayırma çalışması RFM (Recency Frequency Monetary) yöntemi ile yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, anonim şirketin gelecekteki çalışmalarını ve yeni ürünlerin hangi odak müşterilere yönlendireceğine dair önemli tespitler yapılmıştır. Zaman ve maddi kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayarak şirketin rekabet gücünü artırma potansiyeline sahiptir. Anonim şirket için temin edilen veri havuzunda, şube, müşteri numarası, hacim, gelir ve ilgili tarih bulunmaktadır. RFM analizi sırasında şube, müşteri numarası ve hacim, sıklık ve parasal değeri ifade ederken; gelir ise sadece parasal değeri ve tarihler gibi değişkenler ise müşteri davranışlarını daha anlamlı bir şekilde kavramak için kullanılmaktadır. Uygulamadaki çalışmalar, anonim şirketin müşterilerinin segmentlere ayrıldıktan sonra çoğunluğunun sadık müşteriler olduğunu ve en az müşteri grubunun yeni müşterilere ait olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, anonim şirkete en fazla parasal değeri sağlayan grubun sadık müşteriler olduğu ve en az parasal değeri sağlayan grubun yeni müşteriler olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, şirketlerin müşteri yönetimi stratejilerini daha etkili bir şekilde kullanmasını ve optimize etmesi açısından büyük fırsatlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veri madenciliği, Müşteri segmentasyonu, Müşteri kayıp yöntemi

RFM METRİKLERİNE DAYALI BİREYSEL MÜŞTERİ TERK ORANININ MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE TAHMİNİ*Ulaş Tabar^{1*}, Begüm Yağcı¹**¹İstatistik Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye***(vekiltabarr@gmail.com) sorumlu yazar***Özet**

Yaşadığımız çağda sektör ve ölçek fark etmeksizin her şirketin kendi pazarında zirvede olabilmesi için Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management - CRM) konusuna önem göstermesi zorunluluk haline gelmiştir. Müşteriler ile ilgili tüm faaliyetleri göz önünde bulundurarak yapılan doğru analizler sonucu alınan özel iş kararları muazzam kar getirisi sağlamaktadır. Bu doğrultuda yapılan çalışmada, Türkiye’de perakende sektöründeki bir şirketin müşteri verileri kullanılarak Yenilik, Sıklık, Parasal (Recency, Frequency, Monetary - RFM) segmentasyonu, Müşteri Yaşam Boyu Değeri (Customer Lifetime Value - CLTV) tahmini ve bu metrikler kullanılarak müşteri bazında müşteri terk oranı bulunmuş ve ilgili şirketin hangi segmentteki müşterilerine odaklanması gerektiği detaylandırılmaya çalışılmıştır. CLTV tahmini için BG/NBD ve Gamma Gamma Submodel kullanılmıştır. Segmentasyon için üretilen RFM metrikleri kullanılacak olan olasılıksal modellerin doğru parametre tahmini yapabilmesi için düzeltilmiştir. Müşteri terk oranı tahmini için Lojistik Regresyon, Rassal Orman, CART, LightGBM, CatBoost ve XGBoost modelleri eğitim veri setinde kurulmuştur. Kurulan makine öğrenmesi modelinde çoklu doğrusal bağlantı veya dengesiz veri problemlerinden kaçınılmıştır. Makine Öğrenmesi modellerinin başarıları değerlendirilmeleri ise çapraz doğrulama kullanılarak test veri setinde elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en başarılı model 0.997 doğruluk oranı, 0.994 duyarlılık oranı, 0.997 F1 skoru ve 0.999 AUC değeri ile Rassal Orman modelidir. Klasik RFM segmentasyonu ve CLTV tahmini üzerinden oluşturulan pazarlama stratejilerinde literatürde de yeri olan belirli segmentlere odaklanılır. Yapılan araştırma, RFM metrikleri kullanılarak tahmin edilen müşteri terk olasılıkları sayesinde, segmente edilerek bir nevi filtreleme yapılan müşterileri yanı sıra müşteri terk oranları ekseninde analiz etme ve bu sayede doğru müşteri gruplarına odaklanma imkanı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: müşteri segmentasyonu, makine öğrenmesi, müşteri terk oranı.

**ROBUST PARAMETER ESTIMATION FOR BAYESIAN EXTENDED POWER
REGRESSION MODEL USING DIFFERENT MARKOV CHAIN MONTE CARLO
SAMPLING ALGORITHMS**

Mutlu Altuntaş^{1}*

¹*Department of Statistics / Faculty of Arts and Science, Sinop University, Turkey*

**(mutlu.alt@gmail.com)* Corresponding author

Abstract

This study focuses on robust parameter estimation using different Markov Chain Monte Carlo (MCMC) sampling algorithms for Bayesian Extended Power regression model utilized the symmetric univariate and unimodal Extended Power (EP) distribution belonging to the elliptical distribution family, which is one of the location-scale distribution families. EP distribution falls into the category of the heavy-tailed distributions which are typically considered resistant to outliers. It is an alternative heavy-tailed distribution used especially in robust inferential procedures. Applications of the robust estimation procedure have largely been diverged from the Bayesian framework due to the view that Bayesian approaches are inherently robust as they encompass uncertainties within a common posterior probability distribution. However, every Bayesian treatment includes an examination of the sensitivity of the posterior distribution to the key components of Bayesian analysis which typically consist of the likelihood (or sampling model) and the prior specification. Traditional Bayesian regression modelling based on Normal errors is highly sensitive to deviations from Normality and outliers in the data. In this regard, Bayesian Extended Power regression model was constructed in this study, and it was demonstrated that this model provided robust parameter estimates unaffected by outliers. These robust estimates were then compared to the parameter estimates of traditional Bayesian regression model.

Keywords: Extended power; Robust parameter estimation; Location-scale families; MCMC.

**SAMPLING FRAME AND OFFICIAL STATISTICS: DELINEATING ENUMERATION
AREAS FOR TÜRKİYE***Cansu Öztürk^{1*}**¹Methodology Department / Turkish Statistical Institute, Türkiye***(cansu.ozturk@tuik.gov.tr) Corresponding author***Abstract**

The frame is the set of materials from which the survey sample is selected. A perfect sample frame is one that is complete, accurate and up-to-date however no frame is hundred percent perfect. In Türkiye, household address list is used a sample frame for household sample surveys. Although the sample frame is updated twice in a year yet, there is over coverage and under coverage problems. Beside, there is some operational problems in fieldwork since sample frame is constructed only using text data. Lately, Spatial Address Registration System (SARS) project has been conducted by Republic of Türkiye Ministry of Interior. Thanks to Spatial National Address Database, now geographical coordination of the buildings might be used while constructing frame. This is a huge opportunity to construct sample frame using both administrative register and geographical information. This study aims to constructing Enumeration Areas by using geographical coordination of households. By this way, it is expected to decrease the both sampling and non-sampling error in sample surveys and so increase the quality of statistics obtained from surveys and great impact on reducing the difficulties of fieldwork.

Keywords: official statistics; sample survey; sampling frame; spatial address registration system; enumeration areas

**SKALER-FONKSİYON LOJİSTİK REGRESYON MODELİNİN TAHMİNİ İÇİN
DİRENÇLİ BİR KESTİRİM YÖNTEMİ*****Berkay Aktürk^{1*}, Ufuk Beyaztaş²****¹İstatistik / Fen Bilimleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye**²İstatistik/ Fen Bilimleri, Marmara Üniversitesi, Türkiye*** (berkay.akturk@std.yildiz.edu.tr) Sorumlu yazar***Abstract**

Fonksiyonel lojistik regresyon modeli, yanıtın 0 ve 1 gibi ikili değerler aldığı ve açıklayıcı değişkenin rastgele eğrilerden oluştuğu durumlarda, ikili yanıt ve fonksiyonel açıklayıcı değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi modellemek için sıkça kullanılır. Bu modelde parametre tahmini için kullanılan yöntemlerin çoğu, aykırı değerlere karşı hassastır. Aykırı değerlerin varlığı, yanlış parametre tahminleri ve artan hatalı sınıflandırma olasılığını tetikleyebilir. Bu tezde, fonksiyonel lojistik regresyon modelinde parametre fonksiyonlarının aykırı değerlere karşı dirençli bir şekilde tahminlenmesi için yeni bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen yöntemde, fonksiyonel açıklayıcı değişken elemanları dirençli bir fonksiyonel temel bileşenler analizi ile sonlu boyutlu uzaya yakınsanır; bu sayede, aykırı değerlerin etkisi azaltılır. Böylece, model üzerinde olumsuz etki yaratabilecek aykırı değerlerin etkileri en aza indirilir. Sonrasında, ikili yanıt ve dirençli temel bileşen skorlarıyla kurulan lojistik regresyon modelinin parametreleri, M-tipi bir tahmin yöntemi kullanılarak tahmin edilir. Bu yaklaşım, bağımlı değişkendeki aykırı değerlerin etkisini hafifletir. Dolayısıyla, önerilen yöntem hem bağımlı hem de bağımsız değişkenlerdeki aykırı değerlerin etkilerini en aza indirilerek parametre fonksiyonu için dirençli tahminler sağlar. Önerilen yöntemin kestirim ve sınıflandırma performansı ile hesaplama hızı, Monte-Carlo denemeleri ve gerçek veri setleri üzerinde yapılan analizler ile kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Sonuçlar, mevcut dirençli ve dirençli olmayan yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, önerilen yöntemin aykırı değerlerin varlığında mevcut yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar sağladığını ve veri setinde aykırı gözlem bulunmadığında ise mevcut yöntemlerle rekabetçi performans sergilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel Veri Analizi, Fonksiyonel Lojistik Regresyon, Dirençli Fonksiyonel Temel Bileşen Regresyonu, Bianco ve Yohai tahmincisi, El Radyografisi veri seti

**STATISTICAL INFERENCE FOR ROC SURFACE ANALYSIS UNDER THE THREE-
CLASS PROBLEMS**

Ertan Akgeç^{1}, Coşkun Kuş¹*

¹Department of Statistics/ Institute of Sciences, Selcuk University, Türkiye

**(statistician.ertan@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

In this study, we perform ROC surface analysis for a three-class classification under the three-class problems. We employ the maximum likelihood methodology to estimate the volume under the ROC surface and the generalized Youden index. Additionally, we investigate interval estimation through both maximum likelihood and bootstrap methods. We utilize a Monte Carlo simulation to assess the accuracy of the proposed methodologies. Furthermore, we provide an illustrative example to demonstrate our findings.

Keywords: ROC surface; Three-class classification; VUS.

DRAFT VERSION

**STATISTICAL INFERENCE FOR LOGISTIC DISTRIBUTION-BASED GEOMETRIC
PROCESS BASED ON PARTIALLY OBSERVED DATA**

Coşkun Kuş^{1}, İrfan Şanlı¹*

^{1,2}Department of Statistics, Selçuk University, Türkiye

**(coskunkus@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

In this study, we discuss the point and interval estimation of process parameters in a logistic distribution-based geometric process under the scenario of partial observations. We employ Monte Carlo simulation to compare the estimators in terms of mean squared error, and we assess the confidence intervals concerning mean length and coverage probabilities. Additionally, we include a numerical example for illustration.

Keywords: geometric process, logistic distribution, confidence interval, Monte Carlo simulation

DRAFT VERSION

STATISTICS ETHICS AND RESEARCH SKILLS*Imane Zeryouh^{1*}, Latifa Belfakir¹, Mohammed Moubtassime¹**¹Faculty of Human and Education Sciences/ Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco***(zeryouhzeryouh@outlook.fr) Corresponding author***Abstract**

This study delves into the realm of ethics in statistics within higher education. While emphasizing the crucial importance of students and young researchers developing strong research skills, this study aims to explore the mounting concerns surrounding the ethical aspects of data collection, analysis, and interpretation; as well as acknowledging ethical research practice as a necessity for maintaining academic integrity and ensuring the creation of reliable, unbiased, and influential studies. Following a quantitative approach, this study assesses the fundamental research skills required for conducting ethical research, including data preprocessing, verbal reasoning, problem solving, logical reasoning, and attention to detail. The objective of this paper is to shed light on graduate students' skills and proficiency in these essential aspects of research practice. Furthermore, it highlights how individuals engaged in research activities within higher education have ethical responsibilities; and emphasizes the significance of promoting transparency, integrity, and fairness in research practices. In addition to that, this paper underscores the importance of meticulous data handling, unbiased data analysis, and ethical reporting. The research findings provide a comprehensive understanding of the participants' research skills, including weaknesses and ethical gaps. This can guide the creation of educational interventions, amendments, and ethical guidelines to enhance future research. This study contributes to the ongoing discussion on the importance of statistics ethics in upholding research integrity within academia. Ultimately, advocating for responsible and transparent research, and emphasizing the significance of enabling graduate students and young researchers in higher education to drive knowledge and progress their research competence.

Keywords: statistics ethics; research skills; academic integrity; assessment.

**TESTING THE VALIDITY OF ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE IN THE
CONTEXT OF GREEN GROWTH: EVIDENCE FROM PANEL QUANTILE
REGRESSION MODEL**

Ebru Çağlayan Akay^{1}, Merve Ertok Onurlu², Zamira Oskonbaeva^{3*}*

¹ *Department of Econometrics / Marmara University, Türkiye*

² *Department of Econometrics / Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye*

³ *Department of Economics / Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

**(zamira.oskonbaeva@manas.edu.kg) Corresponding author*

Abstract

The degradation of the environment has become a prominent global issue in contemporary times. Therefore, the matter of environmental degradation has attracted extensive interest among scholars and researchers. This study investigates the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis in the context of green growth by utilizing annual data from 17 transition countries spanning the period from 1995 to 2017. The study employs a panel quantile regression model, specifically the Method of Moments Quantile Regression (MM-QR) analysis, to assess the relationship between green growth and environmental degradation.

The research employs two key indicators as proxies for environmental degradation: a) carbon emissions and b) ecological footprint. Two distinct models are developed for the analysis. Notably, all explanatory variables in these models are found to be statistically significant. The key finding of this study is that the EKC hypothesis holds true in the context of transition countries. In other words, during the initial phase of green development, we observe a rise in environmental degradation, but once a specific threshold is reached, environmental degradation begins to decline. This conclusion is supported by the statistically significant relationship between green growth and reduced environmental degradation, as measured by carbon emissions and ecological footprint. Overall, the paper contributes valuable insights into the environmental consequences of green growth in transition countries and highlights the potential for green growth strategies to mitigate environmental degradation.

Keywords: green growth; Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis; MM-QR analysis; transition countries; ecological footprint

**THE PREDICTION OF DEFECTS FOR COTTON YARN USING MACHINE
LEARNING METHODS***Eda Yalçın Kayacan^{1*}**¹Statistics/ Faculty of Science, Pamukkale University, Turkey.***(eyalcin@pau.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Cotton is a natural plant fiber that is widely used especially in the textile, agricultural, chemical, oil and feed industries. It is clear that cotton fiber, used in different forms in different sectors, is a product of great demand and importance in world economies with the added value it creates. The textile sector is the sector where cotton is most widely used, and the properties of cotton fiber have a great impact on the quality of the yarn form in which the cotton fiber used in this sector is processed and converted. The aim of the study was to reveal the effect of cotton fiber properties on nep, fineness, and thickness values, which are defined as yarn defects. For this purpose, models regarding nep, fineness and thickness values were estimated by using data from a leading company in the field, considering the properties of cotton fiber such as micronaire, strength, length, evenness, brightness, and yellowness. Due to the complex and non-linear structure of the relationship between cotton fiber and yarn properties, it has been preferred to use machine learning-based methods in predicting yarn defects. In the study, Linear Regression, Ridge Regression, Lasso Regression, Elastic Regression, K-Nearest Neighbors Algorithm, Support Vector Regression, Multi-Layer Artificial Intelligence, Decision Tree Algorithm, Random Forest Algorithm, Adaptive Boosting Algorithm, Gradient Boosting Algorithm, Extreme Gradient Boosting Algorithm, Light Gradient Boosting Algorithm and Categorical Boosting Algorithm were used. It has been determined that the most successful method in predicting cotton yarn defects is the Adaptive Boosting Algorithm. The success of machine learning techniques in predicting cotton defects has been demonstrated in the study, and it is thought that these techniques will contribute to the literature in terms of encouraging their use in predicting important indicators in textile and other sectors.

Keywords: Cotton Fiber, Cotton Yarn Defects, Machine Learning, Adaptive Boosting Algorithm.

**THE STANDARD TWO-SIDED POWER DISTRIBUTION FOR MODELLING TYPE II
CENSORED DATA***İsmet Birbiçer^{1*}, Ali İ. Genç¹**¹ Department of Statistics, Cukurova University, Turkey***(ibirbicer@cu.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

The two-sided power distribution was defined by van Dorp and Kotz (2002) as a generalization of the triangular and power distributions. The non-standard form of the model in which the support is a bounded finite interval, has been shown to be a feasible alternative for the Laplace distribution. The focus of the study lies on the estimation of the model parameters for the doubly type II censored samples. We propose a three-step procedure without any convergence problem to obtain maximum likelihood estimates of the parameters. Afterward, we give a Bayesian estimation scheme for the shape parameter of the distribution. Then, the performance of the proposed estimation procedures is investigated by three different real data applications. The results show that the proposed estimators are superior to the iterative computer implemented methods which use starting points.

Keywords: two-sided power distribution; maximum likelihood estimation; type II censoring.

DRAFT VERSION

THE USAGE OF RECOMMENDATION SYSTEMS IN SPOTIFY*Zeynep Budak Yılmaz^{1*}, Necla Gündüz Tekin¹**¹Statistics / Science, Gazi University, Türkiye***(z.budak.zb@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Recommendation systems are software tools that offer users customized content based on their interests. These systems utilize complex algorithms and large datasets to understand user preferences and suggest content tailored to these preferences. This not only helps internet users manage the information overload they face today but also provides platform providers with the opportunity to enhance user loyalty and increase sales. Nowadays, recommendation systems enrich user experiences on various platforms. Such as e-commerce, e-health, social media, agriculture, and the music industry. This study thoroughly examines the music recommendation algorithm of Spotify, an online music streaming platform, through an application. In online music streaming platforms, understanding users' music preferences and recommending the most suitable songs are crucial. Through this study, we understand how the platform can enhance users' music experience and influence the dynamics of the music industry. Using a dataset containing audio features of thousands of songs and song data fetched through the Spotify API, the study aims to provide users with the most accurate song recommendations using an item-based collaborative filtering method. This demonstrates how recommendations are made to users based on the audio features of songs. Additionally, this study contributes significantly to research in this field by discussing statistical analysis and machine learning techniques used to develop recommendation systems. The accurate and effective functioning of recommendation systems relies on the ability to understand user preferences and predict future expectations. Therefore, in-depth analyses and applications in this field are of great importance both academically and industrially.

Keywords: Recommendation Systems; Collaborative Filtering; Machine Learning; Spotify

THE USE OF WS SIMILARITY MEASURE AND WEIGHTED RANK MEASURE OF CORRELATION IN COMPARISONS OF MCDM METHODS*Serkan Akogul¹***¹Department of Statistics, Faculty of Science, Pamukkale University, Denizli, Türkiye***(sakogul@pau.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Multi-criteria decision making (MCDM) methods are tools that aim to determine the best alternative by considering more than one criterion in the selection process. Their main goal is to create a ranking of alternatives where the best solution comes first and the worst solution comes last. However, the MCDM methods applied to the same decision-making problem may produce different alternative rankings. This paper describes the use of *WS* similarity measure of rankings (Sałabun and Urbaniak, 2020) and the weighted Spearman correlation r_w (Pinto da Costa and Soares, 2005) to compare the rank similarity of the MCDM methods. In this study, alternatives were ranked using TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), MOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis) and GRA (Grey Relationship Analysis) methods in real data sets. Comparative analysis was carried out using the relevant coefficients to compare the sequence similarities of these methods.

Keywords: MCDM; weighted rank measure; *WS* similarity measure.

DRAFT VERSION

TÜRKİYE'DE EKONOMİK GELİŞME PERSPEKTİFİNDE SANAYİ ÜRETİM ENDEKSİNİN MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARIYLA TAHMİN EDİLMESİ**Abdulkadir Keskin^{1*}, İrfan Ersin²**¹ Faculty of Political Science / İstanbul Medeniyet University, Türkiye² Social Sciences Vocational School / Istanbul Medipol University, Türkiye

* (abdulkadir.keskin@medeniyet.edu.tr) Corresponding author

Özet

Sanayi üretim endeksinin makine öğrenmesiyle tahmin edilmesi, ekonomik kararlar, yatırım stratejileri ve politika yapımı için daha hassas ve güvenilir verilere dayalı bilgiler sunarak ekonomik istikrarın korunmasına ve risklerin azaltılmasına yardımcı olur. Makine öğrenme modelleri, büyük veri setlerini hızlı bir şekilde analiz edip karmaşık işkileri çözebilme yeteneği sayesinde, ekonomik büyüme, istihdam ve gelir dağılımı gibi temel ekonomik göstergelerin daha etkili bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır. Bu araştırma, T.C. Merkez Bankası tarafından sağlanan verilere dayalı olarak, sanayi üretim endeksi ni makine öğrenmesi algoritmalarıyla tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Veri seti, 2007'den 2022 dönemlerine ait çeyreklik dönemlerden oluşmaktadır. Araştırma, sanayi üretim endeksini tahmin etmek için dikkate alınan bağımsız değişkenler olarak Dış Ticaret Hacmi, Tüketici Fiyat Endeksi, İstihdam, Yurtiçi Kredi Hacmi (Reel), Mevduat Ağırlıklı Ortalama Faiz Oranları (Akım %), Cari Açık, Borsa Endeksi, Reel Kesim Güven Endeksi, Ortalama Döviz Kurları ve Reel Bütçe Dengesi gibi ekonomik göstergeleri kullanmaktadır. Çalışma, farklı makine öğrenimi algoritmaları olan Destek Vektör Makineleri, Rastgele Orman, Lineer Regresyon ve Yapay Sinir Ağı yöntemlerini uygulamış ve her bir algoritmanın tahmin performansları değerlendirmiştir. Sonuçlar oldukça etkileyici olup, SVM ile elde edilen R-kare değeri 0,924, Random Forest ile elde edilen R-kare değeri 0,988, Lineer Regresyon ile elde edilen R-kare değeri 0,896 ve Yapay Sinir Ağı ile elde edilen R-kare değeri 0,601 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, makine öğrenimi yöntemlerinin sanayi üretim endeksini etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve bu tür analizlerin gelecekteki ekonomik planlama ve karar verme süreçlerine önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir. Araştırma, Türkiye'nin sanayi üretimini anlamak ve öngörmek için değerli bir araç sunmaktadır ve ekonomi ile ilgili karar alıcılarına rehberlik edebilir.

Keywords: Sanayi üretim endeksi; Makine öğrenmesi; Yapaysiniragları; Tahmin

TÜRKİYE'DE KAYIT DIŞI EKONOMİ ÜZERİNE EKONOMETRİK BİR ANALİZ**Zuhal Sarı^{1*}**¹*Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Ankara Bölge Müdürlüğü, Türkiye***(zuhal.gurel@tuik.gov.tr) sorumlu yazar***Özet**

Türkiye ekonomisinin 1985-2021 dönemi için basit parasal oran, elektrik tüketimi-üretimi ve MIMIC model yöntemleri kullanılarak kayıt dışı ekonomi tahmin edilmiştir. Basit parasal oran yöntemi tahmin sonuçlarına göre, kayıt dışı ekonominin yıllar itibarıyla %1,88 ile %51,27 arasında değiştiği görülmüştür. MIMIC model yöntemi tahmin sonuçlarına göre ise 1990-2021 yılları arasında kayıt dışı ekonomi %20,38 ile %38,76 arasında değişmektedir. Özellikle 1999 yılından sonra kayıt dışı ekonomi belirgin bir şekilde artmıştır. 2021 yılında ise %25,64 seviyesine düşmüştür. Reel ve cari GSYH değerleri kullanılarak yapılan basit elektrik tüketim ve üretim yöntemleri ile kayıt dışı ekonomi tahmin edilmiş ve bazı yıllarda negatif değerler elde edilmiştir. Negatif sonuçlar, söz konusu yıllarda kayıt dışı ekonominin düşük seviyelere gerilediğini göstermektedir. Daha sonra MIMIC model ve basit parasal oran yöntemleri kullanılarak tahmin edilen kayıt dışı ekonomi serilerine Harvey vd. (2008) ve Harvey ve Leybourne (2007) doğrusallık testleri uygulanmıştır. Basit parasal oran yöntemi ile elde edilen kayıt dışı ekonomi serisi için uygulanan Harvey vd. (2008) testi sonucu serinin doğrusal davranış sergilediğini gösterirken, Harvey ve Leybourne (2007) testi sonuçları, serinin doğrusal olmayan bir davranış sergilediğini göstermektedir. Öte yandan, MIMIC model ile elde edilen seri için her iki test sonucu da doğrusal davranışlar göstermektedir. Bu nedenle MIMIC model yöntemi ile tahmin edilen kayıt dışı ekonomiyi etkileyen mali, sosyal ve ekonomik değişkenler belirlenerek iki farklı ekonometrik model kurulmuş ve birinci modelin katsayıları Engle-Granger yöntemi ile ikinci modelin katsayıları da ARDL sınır testi yöntemi ile tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçlarına göre, büyüme oranı, enflasyon oranı, para arzı ve vergi yükü değişkenlerinin kayıt dışı ekonomi üzerinde artırıcı etkilerinin olduğu ve döviz kuru, mükellef sayısı, tasarruf oranı, sabit sermaye yatırımları/GSYH ve istihdam oranı değişkenlerinin de kayıt dışı ekonomi üzerinde azaltıcı etkilerinin olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Basit Parasal Oran yöntemi, MIMIC Model Yöntemi, Kayıt Dışı Ekonomi, Engle-Granger Yöntemi, ARDL Sınır Testi.

Not: Bu bildiri, Ankara HBVÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Ekonometri doktora programında Prof. Dr. Funda YURDAKUL'un danışmanlığında Zuhal Sarı tarafından hazırlanan "Kayıt Dışı Ekonomi Üzerine Ekonometrik Bir Analiz" adlı doktora tezinden yararlanılarak yazılmıştır. Çalışmanın herhangi bir yerinde TÜİK'in adı geçtiği takdirde, bulgular ve değerlendirmeler yazarın kişisel görüşleri olup, hiçbir şekilde TÜİK'i bağlamamaktadır.

DRAFT VERSION

TÜRKİYE'DEKİ ORMAN YANGINLARININ KÜMELEME ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Ayşenur Bayraktar^{1}, Münevver Turanlı¹*

¹İstatistik / İnsan ve Toplum Bilimleri, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Türkiye

**(anb.34@hotmail.com) sorumlu yazar*

Özet

Orman yangınları, ekolojik dengeye zarar veren ve insanlara büyük ekonomik, sosyal ve çevresel kayıplar yaşatan ciddi bir sorundur. Bu uygulamanın amacına bağlı olarak Bölge yangınlarının daha doğru bir şekilde tespit edilerek tedbirlerin alınması için, Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı bölgelerde meydana gelen yangın sayıları dikkate alınmalıdır. Bu veriler kullanılarak, her bölge için önceliklendirilmiş tedbirlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, 28 Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı bölgelerde meydana gelen yangın sayıları ele alınarak kümeleme analizi yapılmıştır. Yapılan kümeleme analizi sonucunda Bölge Müdürlükleri üç kümeye ayrılmıştır. Aynı küme içerisinde yer alan Orman Bölge Müdürlüklerinde meydana gelen yangın sayılarının birbirine yakın değerlere sahip olması küme ve homojenliğin ve kümeler arası heterojenliğin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçlarla yapılan kümeleme analizinin doğru ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak yapılan bu analizde veri noktalarının benzerlikleri ve farklılıkları dikkate alınarak doğru ve anlamlı gruplar oluşturulmuştur. Her bir küme, benzer yangın sayılarına sahip bölgeleri içermektedir. Bu kümeleme sonuçları, Orman Bölge Müdürlüklerinin yangın yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve yangın riski olan bölgelerin belirlenmesi gibi konularda önemli bir rol oynamaktadır.

Anahtar kelimeler: Orman Yangınları, Kümeleme Analizi, Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi, Dendogram Grafiği

TÜRKİYE'DE TEKNOLOJİK ÜRÜNLERİN HEDEF PAZARLARININ İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Aylin Uçan¹, Nuran Çakır Yıldız², Doğan Yıldız³

¹İstatistik Bölümü / Fen-Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

²Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü / Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Türkiye

³İstatistik Bölümü / Fen-Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

**(aylnucn@mail.com) Sorumlu yazar*

Özet

Günümüzde teknoloji alanında yaşanan büyük ve hızlı değişimler teknolojik ürünlerin çeşitliliğini artırıp kullanım alanlarını çeşitlendirmektedir. Teknoloji pazarında sektörde beyaz eşyadan klimaya, elektrikli ev aletlerinden telefona, bilgisayardan tablete kadar geniş bir ürün yelpazesi sunulmaktadır. Tüketiciler bu ürünleri satın alma da fiziksel mağazaları sorularına ayrıntılı ve net yanıtlar alabilmek için daha çok tercih etmektedir. Türkiye'de teknolojik ürün satan çok sayıda firma olması dolayısı ile artan rekabet sonucu firmalar satış rakamlarını ve stratejilerini gizli tutmaktadır. Ulusal literatür incelendiğinde, teknolojik ürün gruplarının satış performansına göre iller düzeyinde farklı olup olmadığını tespiti ve bu farklılaşmayı etkileyen faktörleri inceleyen çalışmaların sayısının yok denince kadar sınırlı sayıda kaldığı görülmektedir. Teknolojik ürünlerin iller düzeyinde ürün bazlı satış performanslarını etkileyen önemli makro değişkenleri (demografik, ekonomik, eğitim vb.) saptamak ve ürünlerin kendi içerisinde benzer ve farklı yönlerini belirleyerek pazar analizinin yapılması bu çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır. Saha çalışması, Türkiye'de teknolojik ürünler pazarında sektörü temsil edebilme özelliğine sahip ve önemli bir pazar payı olan büyük ölçekli bir işletme örneklemini üzerinden yapılmıştır. Çalışmada teknolojik ürünlerin iller düzeyinde satış performanslarını etkileyen önemli makro değişkenleri saptamak için diskriminant analizi, bunun yanı sıra iller ve ürünlerin satış performanslarındaki benzerlik ve farklılıklarını görsel olarak daha kolay anlaşılabilir hale getirmek amacıyla çok boyutlu ölçekleme analizi kullanılmıştır. Diskriminant analizi sonuçlarına göre seçili her bir ürün için makro çevresel değişkenlerin il düzeyinde satış performansını etkileyebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda diskriminant analizi ile oluşturulan fonksiyonların da anlamlı ve etkili bir ayırıştırma gücüne sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çok boyutlu ölçekleme analizi ise nüfus

sayısının ve satış adet performansının diğer illere göre yüksek olduğu bilindiği illerin dahil olduğu ve olmadığı şeklinde iki kere tekrarlanmış olup konumlanmada farklılık gösteren iller tespit edilmiştir. Ayrıca ürünler için yapılan çok boyutlu ölçekleme analizi sonuçlarında ise işlevsel açıdan birbirine benzeyen, tamamlayıcı ürün olarak da düşünülebilen, genelde beraber satın alınan ürünlerin konumlanmalarındaki yakınlık dikkat çekmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok boyutlu ölçekleme analizi, diskriminant analizi, satış performansı, teknolojik ürün pazarı, ürün

DRAFT VERSION

TÜRKİYEDE TURİZM TALEBİNİN İSTATİKSEL TEKNİKLERLE İNCELENMESİ

Ayşe Sarıkaya^{1}, Reşit Çelik², Hasan Aykut Karaboğa³*

¹*İstatistik / Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa, İstanbul, Türkiye*

²*İstatistik / Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa, İstanbul, Türkiye*

³*İstatistik / Fen Edebiyat Fakültesi, Amasya Üniversitesi, İpekköy, Amasya, Türkiye*

**(aysesariikaya@gmail.com) sorumlu yazar*

Özet

Turizm, tüm ülkeler için önemli bir gelir kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Uluslararası turizm ise dünya ülkelerinin en önemli gelir getirici sektörlerinden olmasının yanı sıra ilişki içinde olduğu diğer sektörlerle canlılık kazandırması, kazanılan döviz gelirlerinin ihracat ve GSMH içindeki payını artırması ve oluşturduğu istihdam olanaklarıyla turizme verilen önemin her geçen gün artmasını sağlamaktadır. 1980’li yıllardan itibaren teknolojik gelişmeler ve seyahat edilebilirlik olanaklarının artmasıyla birlikte Türkiye’de turizm sektörü ciddi bir önem kazanmış ve Türkiye’ye yönelik uluslararası turizm talebi ekonomiye etkileyen önemli değişkenlerden biri haline gelmiştir. Turizm gelirlerinin GSMH içindeki artan payı düşünüldüğünde, bu alanda yapılacak tahmin çalışmaları, faaliyetlerin planlı ve sistematik bir şekilde yürütülmesine büyük katkı sağlayacaktır. Turizmde kaynak planlamasının önemli dikkate alındığında, ülkeye gelmesi beklenen turist sayısının doğru tahmin edilmesi, istihdam edilecek işgücü sayısı ve yatak kapasitesinin belirlenmesi, konaklama, ulaşım gibi turizm faaliyetlerinin planlanması konularında yol gösterici olacaktır.

Bu çalışmada Türkiye’ye yönelik aylık dış turizm talebinin ölçüsü olarak ülkeye giriş yapan yabancı turist sayıları alınmış olup, çoklu doğrusal regresyon analizi ile modellemeler yapılmıştır. Bu modellerin tahmin doğrulukları karşılaştırılarak en yüksek doğruluğu sağlayan model belirlenmiş ve belirlenen model yardımıyla Türkiye’ye yönelik aylık turist sayısı tahminleri yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında en küçük kareler yöntemi ile model oluşturulmuş ancak verideki mevsimsellik, yüksek volatilité ve düzensizlik nedeniyle regresyon varsayımları sağlanamamıştır. Ayrıca eş varyanslılık varsayımının sağlanamadığı tespit edilmiştir. Değişen varyanslılık halinde, parametre tahmin edicilerinin etkinliği azalacağından bu problemin ortadan kaldırılması istatistiksel açıdan önemlidir. Bu nedenle çalışmanın ikinci aşamasında değişen

varyanslılığı düzelten WCEV ağırlıklandırma yöntemi ile model oluşturulmuştur. Elde edilen model ile hataların sapmasına neden olan değişen varyans sorunu ortadan kaldırılmıştır. Çalışma sonucunda WCEV ağırlıklandırma yöntemi ile oluşturulan model en küçük kareler yöntemine göre üstün performans göstermiştir. Buna bağlı olarak regresyon denkleminin daha doğru tahminde bulunması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Turizm Talebi; Değişen Varyans; WCEV Ağırlıklandırma Yöntemi; Tahmin

DRAFT VERSION

USER CHURN ANALYSIS AND PACKAGE RENEWAL PREDICTION*Tolga Kaplan^{1*}, Bekir Çetintav²**¹R & D Center, Arabam.com Internet and Information Services, Turkey**²Statistics, Mehmet Akif Ersoy University, Turkey***(tolga.kaplan@arabam.com) Corresponding author***Özet**

This study aims to predict user behaviours regarding the renewal of premium packages on platforms such as Arabam.com, which provide second-hand car listings. Users of the platform have the option to purchase premium packages such as standard, gold, and platinum to highlight their listings and enjoy additional privileges. The data used for analysis includes factors such as the exchange rate of the dollar to Turkish Lira (TL), package tenure, the number of views listings receive, and the frequency of package purchases. Data analysis investigates the impact of these factors on user decisions regarding package renewal. According to the study results, factors such as the dollar-TL exchange rate, package tenure, and the number of views received by listings have been identified as critical factors influencing user behaviour regarding the renewal of premium packages. Comparative analyses among machine learning algorithms revealed that the LightGBM algorithm achieved the best prediction performance. This study can be considered an important step towards understanding user behaviours on the platform and improving services. The findings may assist Arabam.com in allocating resources more effectively and better meeting user expectations.

Keywords: User Behaviour Analysis, Premium Packages, LightGBM, Prediction, Second-hand Car Market

**exDNNsurv: USING DEEP NEURAL NETWORK AS AN EXTENSION TO
TRADITIONAL SURVIVAL ANALYSIS***Sumaila Abubakari^{1*}, Filiz Karaman¹**¹Department of Statistics / Institute of Engineering, Yildiz Technical University, Türkiye***(abubakarismaila3@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Due to the presence of censoring in survival data, there has been a growing interest in using deep neural networks to deal with the complexities of survival datasets. Though a great number of deep neural network models have been proposed in recent times, these models usually require the development of special loss functions to deal with censoring in the data. In this article, we propose a simpler approach to achieving the same goal by using jackknife pseudo survival probabilities as a quantitative response variable that can be easily handled by a deep neural network model. This approach, thus reduces a complex problem to a traditional regression problem. Further, our model directly outputs the conditional probability of a subject surviving given that the subject earlier on survived. This can be a very desirable feature from a practical point of view. We name our model as exDeepsurv.

Keywords: jackknife, survival prospects, pseudo-values, neural network.

DRAFT VERSION

**UTILIZING A RESIDUAL-ENHANCED UNET FRAMEWORK FOR AUTOMATED
ULTRASOUND IMAGE SEGMENTATION OF THYROID NODULES***Neslihan Gökmen İnan^{1*}, Ozan Kocadağlı²**¹Computer Engineering/ College of Engineering, Koc University, Turkey**² Statistics, Faculty of Science and Letters, Mimar Sinan Fine Arts University, Turkey***(ninan@ku.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Accurate segmentation of thyroid nodules is crucial for effective diagnosis and treatment. Thyroid nodules can be broadly categorized into various types, including benign and malignant nodules. The risk of malignancy varies among different nodule types. Conventional diagnostic methods involving histology are costly and carry risks. To alleviate the challenges associated with thyroid nodule segmentation and reduce the likelihood of misdiagnosis, several AI-based decision support systems have been developed. These systems aim to enhance the precision and efficiency of segmenting thyroid nodules. In this study, an AI-based decision support system has been developed for the automated segmentation of the thyroid nodules. Our system utilizes a deep-learning approach that focuses on the task of automatic thyroid nodule segmentation. Within this framework, we employ U-Net architectures, specifically ResUNet and ResUNet++, which incorporate feature extraction and upsampling with dropout operations to mitigate overfitting considering some accurate classification criteria such as Intersection over Union (IOU), Dice coefficient, accuracy, precision, and recall. The primary objective here is to achieve precise and efficient segmentation of thyroid nodules, enhancing diagnostic capabilities in this context. Utilizing ultrasound images and demographic data of the patients having thyroid nodules, our experimental evaluations demonstrated the exceptional segmentation capabilities of ResUNet++. This model achieved impressive results, with a dice coefficient of 92.4% and a mean IOU of 89.7%. The introduced AI-driven decision support system significantly enhances the automated segmentation of thyroid nodules. Notably, it outperforms existing methods described in the literature in terms of accuracy, Jaccard, and DICE loss measures. The system exhibits remarkable promise for practical application in clinical settings, benefiting both radiologists and surgeons.

Keywords: Thyroid Nodule Segmentation; Deep Learning; UNets; ResNets

ÜRETİMDEKİ İŞLEMLER VE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ**Halit Alper Tayalı^{1*}**¹*İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi, Üretim Anabilim Dalı***(halper.tayali@istanbul.edu.tr) Sorumlu yazar***Özet**

20. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren, “harekât araştırması” terimine alternatif olarak literatüre giren “yöneylem araştırması”, iş yapma veya emek verme eylemlerinden türetilen “operasyon” kelimesinin karşılığı olan işlemler ile ilgilenen bir disiplindir. Bir iş, görev veya süreç gibi olgular içeren problemleri matematik ve istatistiksel teknikler ile inceleyen yöneylem araştırması, zaman zaman “daha iyinin bilimi” olarak da adlandırılır. İşletme ve ekonomi gibi uygulamalı disiplinler de bu alandaki sayısız teknikten faydalanarak gelişmektedir. Bu çalışma, işletmelerin üretim fonksiyonundaki operasyonların sınıflandırılması hakkında bilgileri sunarken literatürdeki kavramlara daha geniş bir perspektiften yaklaşmayı amaçlıyor. Üretim, finans ve pazarlama bir işletmenin üç temel, vazgeçilemez fonksiyonudur. Bir işletmenin, temel ya da tali, tüm fonksiyonları, birbirinden farklı, pek çok işlemler içerir. Üretim fonksiyonunu kapsayan bilimsel literatür; süreç, işlem ve tedarik zinciri gibi sırası ile birbirini kapsayan üç kavram ile ilgilenir. Bu kavramlara dair tanımlar, etkinlik ve verimlilik kavramları arasındaki benzerlik ve farklılıkların yanında yöneylem araştırması ile üretim ve işlemler yönetimi kavramları arasındaki benzerlik ve farklılıklara değinen çalışmalar ayrıca; gündelik hayatta sıklıkla karşılaştığımız “üretim ekonomisi” ya da “üretim işletmesi” gibi yanlış tanımlamalara da işaret etmektedir. Çalışmanın özgün taraflarından biri de kısaca, yöneylem, ekonomi ve operasyon kavramları arasındaki farklılıklar ile bu kavramların kullanımlarına ilişkin kültürel yansımaları aktarmasıdır. Bir işlem; bir süreç ile bu süreci gerçekleştirmek için kullanılan tüm üretim faktörlerine işaret eder. Bu çalışmada yöneylem araştırması teknikleri ile oluşturulan model ve çözümlerin toplam faktör verimliliğine olan etkisi hakkında yapılan çalışmalar derlenmekte, örnek bir veri seti ile özgün bir uygulama aktarılmaktadır. Operasyonlar ile toplam faktör verimliliği arasındaki etkileşim, Cobb- Douglas gibi çeşitli üretim fonksiyonları ve yatırılan sermayenin getirisi ölçütü ile incelemektedir.

Anahtar kelimeler: Üretim planlama, Üretim faktörleri, Üretim fonksiyonu, Yatırılan sermayenin Getirisi

**VADELİ MEVDUAT HESABI ABONELİĞİ TAHMİNİ MAKİNE ÖĞRENMESİ
YAKLAŞIMI**

Hikmet Selim Talu^{1}, Fatma Noyan Tekeli¹*

¹İstatistik / Fen Bilimleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

**(hikmetseimtalulu@gmail.com) sorumlu yazar*

Özet

Bankacılık sektörü, teknolojik gelişmelerle birlikte müşteri taleplerini daha iyi anlamaya ve finansal ürünlerini bu taleplere göre şekillendirme konusunda büyük bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu dönüşümün temelinde bankanın gelirlerini mevcut gelirlerin üstüne çıkarmak ve çeşitli istatistiksel ve makine öğrenmesi teknikleriyle müşterilerinin yararlanabileceği fırsatları önceden tahmin ederek onlara sunmak yer alır.

Bu çalışmada öncelikle bankanın en önemli gelir kalemlerinden olan vadeli mevduat hesabından ve bunların hem müşteri hem de banka üzerindeki etkilerinden bahsedilmiştir. Daha sonra makine öğrenmesi ve makine öğrenmesinin alt dalı olan derin öğrenme modeli kavramları üzerinde durulmuştur.

Uygulama bölümünde ise “UCR Machine Learning Repository” sitesinden alınan veri ile geliştirilen modelde vadeli mevduat hesabı alacak müşterileri makine öğrenmesi ve derin öğrenme kullanarak tahminleyen bir yapı oluşturulmuştur.

Python açık kaynak dilinin kullanıldığı uygulamada değişkenlerin türleri belirlenmiş, özet istatistikleri incelenmiş, özellik mühendisliği ile yeni bir değişken eklenmiş ve değişkenler ölçeklendirilip dummy değişkenler türetilerek model aşamasına geçilmiştir. Model aşamasında yaygınca kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları ile bir model havuzu oluşturulmuş ve içlerinden en başarılı sonucu veren 5 model geliştirilerek sonuçları kıyaslanmıştır.

Oluşturulan modellerde banka müşterilerinin vadeli mevduat hesabı alıp almayacakları müşterilerin demografik, banka kredi ve aranma verilerine bakarak tahminlenmektedir.

Çalışmada verinin %20’si test %80’i eğitim verisi olarak kullanılmıştır. Verinin genel yapısı ilk oluşturulan sonuç çıktılarına göre incelendiğinde verinin yanıt değişken bazında dengesiz bir

yapıda olması sebebiyle modeller dengesiz veri üzerine alınacak aksiyonlar ile de ayrıca ele alınmıştır.

Uygulama üzerinde yapılan veri analizi ve model sonuç çıktıları neticesinde en yüksek skorlu model %91'lik doğru tahminleme başarısı göstermiştir. Yüksek skor değerlendirmelerinin yanı sıra bankanın gelir gider dengesinde alacağı aksiyon kararlarına göre hata metriklerinin farklı bir şekilde de değerlendirilebileceği ve bu değerlendirme sonucunda diğer modellerin de tercih edilebileceği üzerine yorumlamalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makine öğrenmesi, derin öğrenme, bankacılık, vaden mevduat hesabı.

DRAFT VERSION

**VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ İLE ÇOCUK İSTİSMARI DAVALARI ÜZERİNE
BİR İNCELEME****S. Şule Aksakal^{1*}, Esin Avcı²**¹*Matematik Bölümü / Fen Edebiyat Fakültesi, Giresun Üniversitesi*²*İstatistik Bölümü / Fen Edebiyat Fakültesi, Giresun Üniversitesi,***(esin.avci@giresun.edu.tr) sorumlu yazar***Özet**

Günümüz bilişim teknolojisi bilimsel ve sosyal araştırma verilerini toplama ve depolamayı mümkün kılmaktadır. Veriler arasında var olan veya gizli ilişkilerin ortaya çıkarılmasında istatistikte yaygın olarak kullanılan lojistik regresyon vb. sınıflama yöntemleri, bu yöntemler için gerekli olan varsayımlar sağlandığında oldukça güvenilir sonuçlar vermektedir. Ancak gerçek yaşamdan derlenen verilerin bu varsayımları çoğu zaman sağlamaması nedeniyle daha az varsayım gerektiren esnek ve karmaşık veri setlerine uygulanabilir ve geleceğe dair öngörü için veri madenciliği yöntemi geliştirilmiştir. Veri madenciliği yöntemlerini kapsayan, verilerin işlenerek anlamlı bilgilerin üretilmesi için makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada makine öğrenmesi yöntemlerinden karar ağaçlarının bir uygulaması olan CHAID algoritması ve destek vektör makineleri teknikleri, lojistik regresyon analizi yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Çalışmanın örneklemini, UCİM Saadet Öğretmen Çocuk İstismarı ile Mücadele Derneğinin müdahale ettiği 61 çocuk istismarı davasının verileri oluşturmuştur. Çalışmanın bağımsız değişkenini dava sonunda sanığın ceza alması, bağımsız değişkenlerini ise mağdur çocuğun yaşı, adalete zamanında erişim durumu, çocuğun istismarı söylememe nedeni, sanığın mağdur çocukla yakınlığı, istismarın süresi, istismarın türü gibi kategorik 28 değişken oluşturmuştur. Hukuk uzmanlarının görüşlerinden yararlanarak 5 bağımsız değişken belirlenmiş, CHAID algoritması, lojistik regresyon ve destek vektör makineleri yöntemleri kullanılarak analizler yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, CHAID algoritmasının, diğer iki tekniğe göre daha doğru sınıflandırma yaptığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: lojistik regresyon; destek vektör makineleri; CHAID algoritması; çocuk istismarı davaları

**YOĞUN GÜNEŞ PLAZMASINDAN KAYNAKLI DÜNYA MANYETOSFERİK
BOZULMALARIN İSTATİSTİKSEL ÇALIŞMASI*****Hasan Şafak Erdağ^{1*}, Zehra Can²****¹Fizik Bölümü / Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye**²Fizik Bölümü / Fen ve Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye***(safak.erdag@std.yildiz.edu.tr) sorumlu yazar***Özet**

Güneşte her 11 yıllık çevrimlerde güneş olayları artıp azalmaktadır. Güneş yüzeyindeki olaylar ve süreçler uzaya saçılan plazma maddesi atılımlarına sebep olabilirler ve bir bölgesinden saçılan büyük atılımlara koranal kütle atılımı denilmektedir. Kütle atılımları uzayda hareket ederek dünyaya ulaştığında, dünya manyetik alanını etkiler ve jeomanyetik fırtına dediğimiz manyetik alanda yoğun karmaşaya sebep olur. Eğer güneşte arka arkaya atılan iki koranal kütle atılımı varsa ve dünyaya ulaşmadan önce ikisi birbiriyle birleşirse yamyam kütle atılımı haline gelir. Normal atılımdan farklı yoğunluk ve hızlara sahip bir plazma olarak dünyaya çarpar. Bu çalışmada, güncel güneş çevrimi olan 25. Güneş çevriminde oluşan bir yamyam atılımının parametrelerinin, dünya manyetik alanındaki bozulmayı açıklaması için çoklu doğrusal regresyon modeli oluşturulmuştur. Yamyam kütle atılımının uzaydaki hızı ve proton yoğunluğu bağımsız değişkenler olurken, manyetik alanın bozulma miktarını veren Dst (Disturbance Storm Time) indeksi ise bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Temel amaç, jeomanyetik fırtınaların temel faktörlerini veri bilimi yoluyla anlamaktır. Çünkü bu fırtınalar uydular, uzay görevleri ve Dünya'daki yaşam için önemli riskler oluşturabilir. Son olarak, regresyon modeli sonuçları ile astrofizik süreçlerinin tutarlılığı karşılaştırılarak fırtına analizinin gerçekliği tartışılmıştır.

Anahtar Kelime: Jeomanyetik Fırtınalar; Manyetosfer; Doğrusal Regresyon; Koranal Kütle Atılımı.

**YÜZ TANIMA TEKNOLOJİSİ İLE SOKAK RÖPORTAJLARINDA DUYGU ANALİZİ,
DEMOGRAFİK TAHMİNLER VE İŞSİZLİK ORANI KARŞILAŞTIRMASI****Muzaffer Göztaş^{1*}, Doğan Yıldız²**¹*İstatistik / Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye*²*İstatistik / Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye***(muzaffer.goztas@std.yildiz.edu.tr) Corresponding author***Özet**

Bu çalışma, Python tabanlı bir yüz tanıma teknolojisinin 2017 ve 2021 yılları arasında YouTube platformunda yayınlanan içeriklerde yer alan bireylerin yaş, cinsiyet ve duygu gibi değişkenlerin tahminlemesi üzerinedir. Özellikle ekonomik ve işsizlik temalarının ele alındığı YouTube sokak röportajlarındaki bireyler üzerinde bu teknolojinin kullanıldığı bir çalışma olarak öne çıkmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen yaş, cinsiyet gibi demografik özellikler, çok değişkenli bir analiz türü, değişkenler arasındaki ilişkileri ve kategorik bağımlı ilişkileri harita grafikleri kullanarak görselleştiren bir yöntem olan “correspondence” (uyum) analizi kullanılarak duygu değişkeni ile arasındaki uyum ve dağılım incelenmiştir. 2017-2021 yıllarından her sene ayrı ayrı elde edilen duygu değişkenine ait verilerin içerisinde mutsuzluk verileri çekilerek yüzdeler mutsuzluk oranları elde edilmiştir. Elde edilen mutsuzluk oranı ile yine aynı yıllara ait işsizlik oranları arasındaki ilişki sorgulanmıştır. Ayrıca araştırmanın bu bölümünde veri sayısının yetersiz olması ve dolayısıyla normallik testi uygulamaya uygun olmamasından kaynaklı olarak parametrik olmayan istatistiksel yöntemler uygulanması uygun bulunmuştur. Yüz tanıma teknolojilerinin duygu analizi ve demografik tahminlerdeki önemini vurgulayan bu çalışma ayrıca, işsizlik verileri ile duygusal tahminler arasındaki ilişkinin ekonomik değişimlerin insanların duygusal tepkilerine nasıl etki edebileceğinin ölçümünde de kullanılabilir. Sonuç olarak, veri analizi ve yapay zekâ alanındaki ilerlemelerin toplumsal sorunların daha iyi anlaşılmasına ve çözülmesine nasıl yardımcı olabileceğine dikkat çekmektedir. Dolayısıyla gelecekte yapılabilecek benzer çalışmalara ilham verebilir. Böylelikle pazarlama, ekonomi ve toplum bilimleri gibi birçok alanda önemli faydalar sunabilir ve veri analizi ile yapay zekâ konularındaki gelişmelere ışık tutabilir.

Anahtar Kelimeler: Yüz Tanıma, Sokak Röportajı, Demografik Tahminler, Duygu Analizi, İşsizlik, Yapay Zekâ, Toplumsal Sorunlar.

ZAMANSAL COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ(ZCBS) VERİLERİNİN R PROGRAMLAMA DİLİ İLE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

İbrahim Edibali Atalay^{1}, Zeynep Öztürk¹*

¹ İşletme Bölümü, Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye

**(ibrahimatalay@artvin.edu.tr) Sorumlu Yazar*

Özet

Geçmişten günümüze insanlar merakları, ihtiyaçları ve amaçları doğrultusunda işlem ve ölçüm yöntemleri ile elde edilen verileri görselleştirme teknikleri yardımıyla daha anlaşılır hale getirmişlerdir. Literatürdeki görselleştirme çalışmaları incelendiğinde verilerin görsel nesnelere yardımıyla daha anlaşılabilir ve yorumlanabilir hale getirildiği ve görselleştirme sürecinin coğrafya bilimi ile başladığı görülmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), coğrafi verileri toplamak, depolamak, yönetmek, analiz etmek ve görselleştirmek için kullanılan bir bilgi sistemidir. CBS, yerel verilerin mekansal konumunu kullanarak bu verileri daha iyi anlamak ve kararlar almak için kullanılır. 21. yüzyılda ortaya çıkan Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemi (ZCBS) ise; coğrafi verilerin konumsal bilgilerinin belirli amaçlar doğrultusunda zamanla meydana gelen değişimlerini sorgulayabilen, izleyebilen ve analiz edilebilen coğrafi bilgi sistemi olarak tanımlanır. Bu çalışmanın amacı, ZCBS verilerini istatistiksel hesaplama ve grafikler için açık kaynak kodlu bir dil ve ortam olan R Programında görselleştirme ve animasyon paketleri yardımıyla daha kısa sürede anlaşılabilir, anlatılabilir ve yorumlanabilir bir biçime getirmektir. Türkiye ve Avrupa Birliği Haritaları üzerinde uygulamalı olarak gösterilerek ZCBS alanındaki görselleştirmelere farklı bir bakış açısı kazandırmaktır.

Anahtar Kelimeler: R, Veri Görselleştirme, Harita Animasyon, Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemleri (ZCBS)

2023 MİLLETLER LİĞİ KADIN VOLEYBOLCU PERFORMANSLARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ*Aylin Karaman^{1*}, Serpil Kılıç Depren¹**¹İstatistik Bölümü / Fen Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye***(ayliinkaraman@gmail.com) sorumlu yazar***Özet**

Günümüzde birçok spor branşında oyuncu performansını arttırmak, müsabakalarda kazanmaya yönelik hamleler belirlemek amacıyla spor verisinin kullanımı büyük öneme sahiptir. Bu yüzden voleybolda istatistiksel analizlerin yapıldığı mevcut çalışmalar incelenmiş olup, bu spor dalında toplanan veri ile analiz yapılan çok fazla çalışmanın olmaması çalışmayı ilgi odağı haline getirmiştir. Özellikle Türkiye'nin 2023 yılında voleybolda gösterdiği üstün başarı sebebi ile, bu çalışmada Türkiye'de voleybol üzerine çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak kadın oyuncuların performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 2023 Milletler Liginde finale kalan iki takım oyuncularından toplam 23 kişi alternatif olarak seçilmiş olup 7 kriter belirlenmiştir. Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden CRITIC yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen kriter ağırlıkları ile TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE ve COPRAS yöntemleri kullanılarak voleybolcuların performansları değerlendirilmiş ve analiz sonuçlarına göre bir sıralama yapılmıştır. Sonuç olarak, TOPSIS ve VIKOR ile PROMETHEE ve COPRAS analizleri kendi analizlerinde benzer sonuçlar vermişlerdir. Analiz sonuçları ile en skorer voleybolcular karşılaştırıldığında performans sıralamasının değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme; CRITIC; TOPSIS; VIKOR; PROMETHEE; COPRAS; Voleybol.

IRSYSC 2023

7th International Researchers, Statisticians, and Young Statisticians Congress

2-5 November 2023 - İstanbul, TÜRKİYE

*****TAM METİNLER*****

DRAFT VERSION

A NEW USER INTERFACE WITH R SHINY FOR OBTAINING OVERALL UTILITY GAIN IN LONGITUDINAL DATA***Pervin Demir^{1*}, Selcen Yüksel¹****¹Biostatistics / Ankara Yildirim Beyazit University, Türkiye***(pervin.demr@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Quality of life is related to how an individual's physical, mental, and social health is affected and influenced by various factors such as disease, pain, and psychological state. It is important to enhance health-related quality of life for an individual to have a good health status and lead a healthy life. One of the definitions for measuring health-related quality of life is utility. Utility is a fundamental numerical value representing the health conditions of individuals, ranging from 0 (death) to 1 (perfect health). The measurement of utility can be used not only for individual assessment but also for evaluating the effectiveness of healthcare services. Additionally, evaluating the long-term effectiveness of a treatment by measuring the benefits at specific time points is possible. It is known that the new method proposed by Yüksel et al. provides more accurate results compared to existing classical methods for obtaining the overall utility of longitudinal data. This study aims to create an easy-to-use web-based interactive interface freely accessible online for the new non-parametric method proposed by Yüksel et al. to predict overall utility in longitudinal data. The R shiny package, used to create interactive web applications in the R programming language, was utilized in the development of the web interface. In this interface, users only need to prepare a '.csv' data file consisting of columns containing utility values defined in the range [0-1] for individuals at each time point and import this data file into the relevant interface. A link (<https://overallutilitygain.shinyapps.io/UtilityGainEstimate/>) was defined for this aim. Through this created interface, users can easily calculate the overall utility gain directly without dealing with complex theoretical calculations associated with the new method. In conclusion, this user-friendly and freely accessible interface, created for estimating the overall utility in longitudinal data, will contribute to users' better understanding and visualization of the results.

Keywords: utility; longitudinal data; overall utility; R Shiny; decision making.

Introduction

The quality of life (QOL) is related to how an individual's physical, mental, and social well-being is affected, influenced by various factors such as the disease of condition, pain, psychological state, etc. (Torrance, 1987). The enhancement of health-related quality of life (HRQOL) is crucial for an individual to attain and maintain good health, ensuring a healthy and fulfilling life. One of the definitions for measuring HRQOL is utility. The utility theory eliminates uncertainty regarding an individual's QOL. Utility is a fundamental numerical value representing health conditions of individuals. This value varies in the range [0-1], representing 0 for death and 1 for perfect health (Dolan et al., 1996). Measuring utility can be used not only for individual assessment but also in evaluating the effectiveness of healthcare services. There are various methods used in measuring utility, either directly or indirectly (Yüksel et al., 2019). Various QOL scales, such as EQ5D, allows us to obtain utility by assessing how individuals are affected in terms of physical, mental, and social health (Richardson et al., 2014).

If the utility value is to be assessed in isolation, there is no problem with providing the direct scale result. However, if summarizing changes over time is desired, its standalone use may not be suitable. Evaluating individuals' cumulative utility over time with a single value allows for clearer interpretations by longitudinal data. Longitudinal data refers to data that tracks and records the changes of one or more variables over time. Longitudinal data can be used for various purposes, one of which is conducting studies to evaluate the long-term impact of a specific healthcare intervention on overall health status (HRQOL). Researchers sometimes want to evaluate the long-term effectiveness of the treatments by measuring utility in specific periods of time points. However, there is no gold standard method to estimate overall utility for longitudinal design. Some estimators are often used in practice because they are easy to calculate. Generally, some non-parametric estimators are often used in practice for calculations due to their ease of application (Yüksel et al., 2019). The overall utility can be assessed through various approaches, such as taking the difference between baseline and end points, averaging, or taking the median of values obtained at specific time points, or calculating the area under the curve (AUC).

In addition, the long-term effectiveness of a treatment can be assessed by measuring the utilities at specific time points. For this purpose, there is a new non-parametric estimation method developed

and proposed by Yüksel et al. This estimator considers the utility values at each time point for patients and the direction of change compared to the previous measurement. It is known that the new method proposed by Yüksel et. al. for obtaining the overall utility in longitudinal data provides more accurate results compared to existing classical methods (Yüksel et al., 2019). So, we have proposed a new nonparametric estimator to calculate the overall utility for longitudinal data, which takes into consideration the changes in utility over time and meantime adjusts overall utility considering distinction between improved and non-improved patients. The aim of this study is to create an easy-to-use, web-based interactive interface freely accessible online for the new non-parametric estimator we proposed to predict overall utility in longitudinal data.

Methodology

The nonparametric estimators included in the interface

Alongside the proposed new method by us (overall utility gain: UOG), the interface also incorporates outputs from commonly used other estimators (mean, median, AUC) (Equation 1-4). Let u_i be the utility of an individual measured at time i ($i = 1, 2, \dots, n$) and U be the overall utility gained.

$$\begin{aligned} \text{overall utility gained} \quad U_{OG} &= 1 - \alpha + \beta \\ \alpha &= \frac{\sum_{j=1}^{n-1} \alpha_j}{n-1} = \frac{\sum_{i=2}^n (1-u_i)}{n-1} \quad \beta = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} \beta_j}{n-1} = \frac{\sum_{i=2}^n (u_i - u_{i-1})}{n-1} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{mean of the utilities} \quad U_{mean} = \sum_{i=1}^n \frac{u_i}{n} \quad (2)$$

$$\text{median of the utilities} \quad U_{median} = \text{median} \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (3)$$

$$\text{area under curve} \quad U_{AUC} = \sum_{i=2}^n \left(\frac{u_i + u_{i-1}}{2} \right) / (n - 1) \quad (4)$$

Used program and packages

The R shiny package, used to create interactive web applications in the R programming language (R Core Team, 2021), was utilized in the development of the web interface. The packages used

were “shiny” (Chang et al., 2023), “shinythemes” (Chang, 2021), “ggplot2” (Wickham, 2016), “jsonlite” (Ooms, 2014), and “rsconnect” (Atkins et al., 2023).

Application development steps

In the R programming language, functions were created for nonparametric estimators that summarize the overall utility gain in longitudinal data using a single estimator.

The user interface (Ui.R) information and the code for server-side operations (server.R), enabling calculations based on this information, were written.

The code, created in the R programming language, which summarizes and graphically presents the data based on input variables defined using a dataset in “.csv” format, was integrated with the Shiny server.

A link was defined for the interface: <https://overallutilitygain.shinyapps.io/UtilityGainEstimate/>

Results

The interface, as shown in Figure 1, allows for easy retrieval of Overall Utility Gain estimations, as demonstrated in the simulation article published by Yuksel et al., which suggests that it provides more accurate results compared to other methods in calculating overall utility in longitudinal data.

Interface link: <https://overallutilitygain.shinyapps.io/UtilityGainEstimate/>

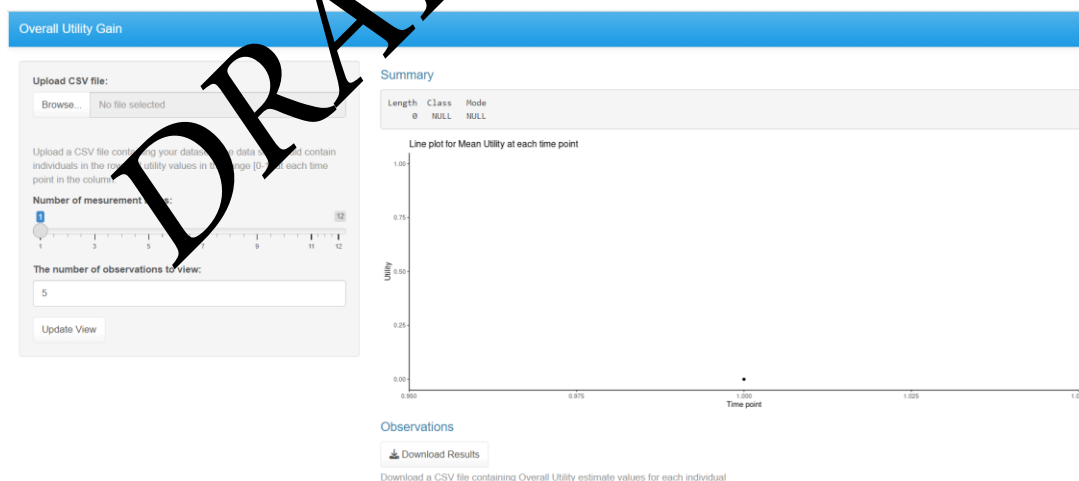


Figure 1. The access link to the interface and a screenshot of the interface.

Introducing the interface through an example would be more illustrative. For example, consider a dataset containing utility values for 4 different patients at 5 different time points. The interface would calculate the overall utility for each patient (Figure 2). The utility values will be range from 0 to 1.

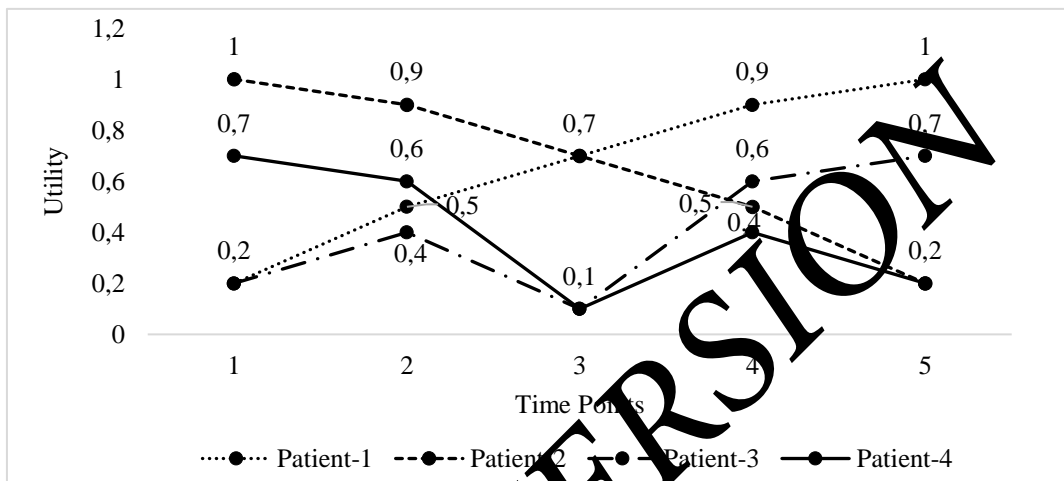



Figure 2. Hypothetical utility scenarios.

Step 1: In this study, as a prerequisite for using the interface, the data file should be prepared in “.csv” format. Therefore, a “.csv” format data file containing utility values in the range of 0-1, with individuals in rows and time points in column, is created and saved.

	A	B	D	E	
1	t1	t2	t3	t4	t5
2	0.2	0.5	0.9	1.0	
3	1.0	0.9	0.7	0.5	0.2
4	0.2	0.4	0.1	0.6	0.7
5	0.7	0.6	0.1	0.4	0.2



Step 2: The interface can be accessed through the link “<https://overallutilitygain.shinyapps.io/UtilityGainEstimate/>”. In the input screen, it is sufficient for users to upload this csv file.

Input screen:

Upload CSV file:

Browse... No file selected

Upload a CSV file containing your dataset. The data set should contain individuals in the row and utility values in the range [0-1] at each time point in the column.

Number of measurement times:

1 12

1 3 5 7 9 11 12

The number of observations to view:

5

Update View

The “.csv” data file can be imported into the

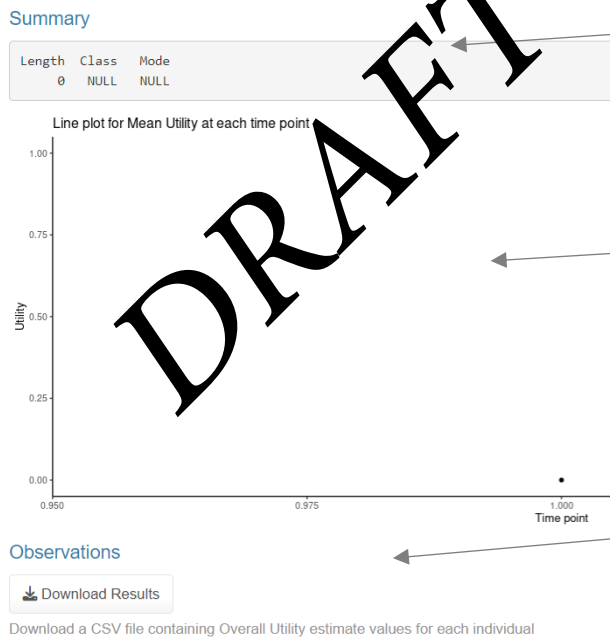
The measurement times were constrained to 12 different measurements as specified in the main article.

When the dataset is retrieved, it automatically displays measurement repetition.

The number of the individuals for whom the results are desired to be displayed in the observations screen is specified. The default value is 5.

Step 3: After completing the data upload in the previous step, in the output screen, descriptive statistics for each time point, a line graph for the mean utility at each time point, and the screen where the predicted values, our main objective, can be viewed and downloaded are available.

Output screen:



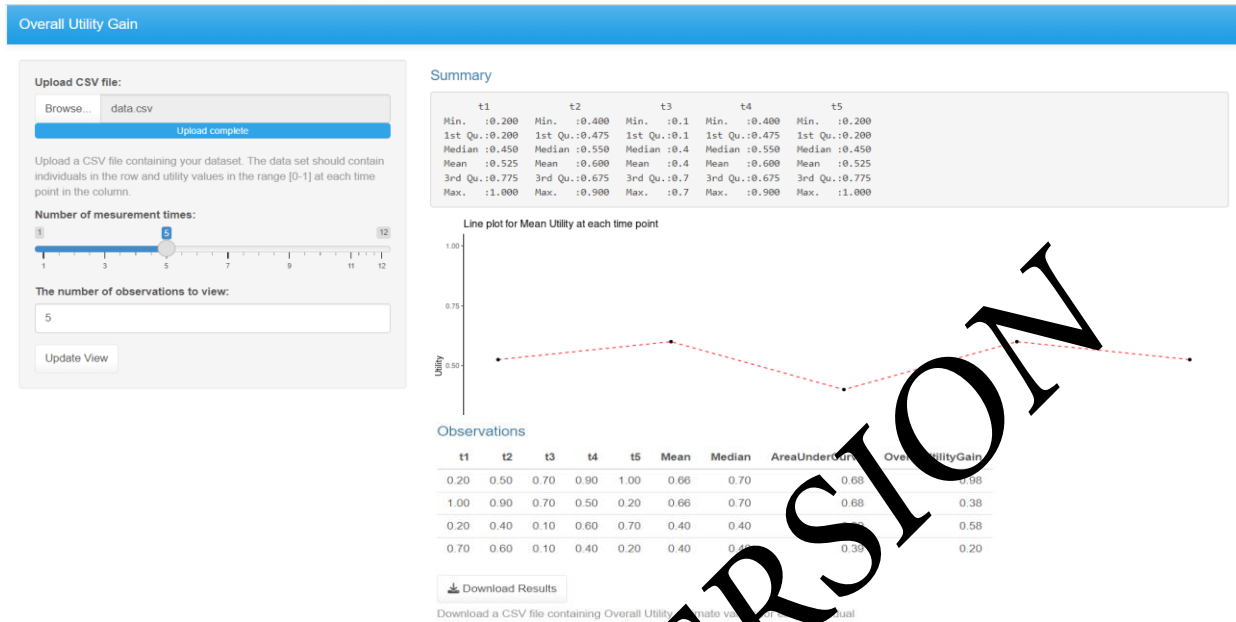
Descriptive statistics for utility values obtained from all individuals at each measurement time point

Line chart for the mean utility values obtained at each time point.

Users will be able to copy the chart directly.

In the “observations” section, by using the download button, a dataset containing estimation values for all individuals is saved

The interface screenshot for the example data file is as follows:



Step 4: By using the “Download results” button in the interface, the “Results.csv” file containing overall utility estimate values for everyone in the respective data file can be saved to the user’s desktop.

The “Results.csv” file view after the interface calculation for the example data file was as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	t1	t2	t3	t4	t5	Mean	Median	AreaUnderCurve	OverallUtilityGain
2	0.2	0.5	0.7	0.9	1	0.66	0.7	0.68	0.98
3	1	0.9	0.7	0.5	0.2	0.66	0.7	0.68	0.38
4	0.2	0.4	0.1	0.6	0.7	0.4	0.4	0.39	0.58
5	0.7	0.1	0.1	0.4	0.2	0.4	0.4	0.39	0.2

In the downloaded file, users can see the results not only for the new proposed method as shown above but also for three other commonly used methods.

Thus, the results for the estimation methods used to estimate the overall utility over the entire process based on the specified utility values at each time point were provided for everyone (Figure 3).

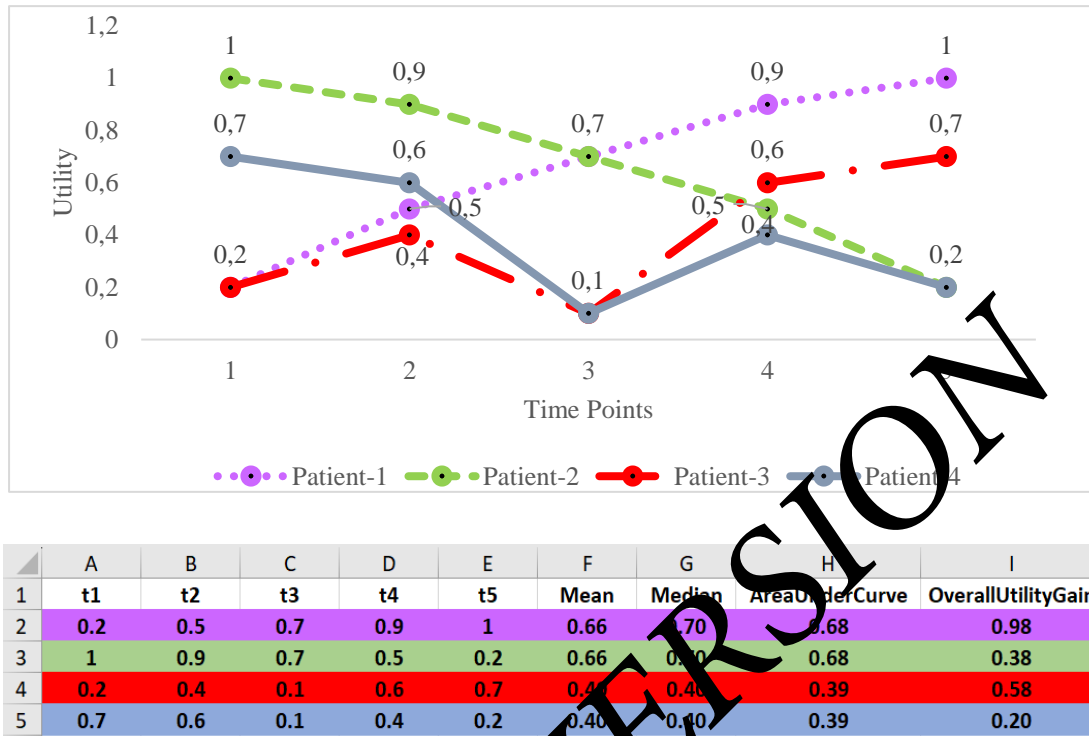


Figure 3. Hypothetical data and interface results

Conclusion and Discussion

An interactive interface has been created to facilitate the calculation of a new estimator, demonstrated in a simulation study to provide more accurate results than other methods, for evaluating the overall utility of patients based on utility values obtained at different time points throughout the treatment process. Users only need to prepare a “.csv” data file consisting of columns containing utility values for individuals, defined within the [0,1] range at each time point, and import it into the relevant interface.

Through this created interface, users can easily calculate the overall utility gain directly without dealing with complex theoretical calculations associated with the new method. This interface will enable clinicians to assess the overall utility gains of their patients quickly. At the same time, the results of other commonly used methods are also provided. This will facilitate comparability with previous studies conducted using these methods. The absence of an interface for these estimators in the literature highlights the significance of our study. Furthermore, the addition of different

graphical presentations with more detailed reporting of results for specific individuals to the server interface could be a goal for future studies.

In conclusion, this user-friendly and freely accessible interface, created for estimating the overall utility in longitudinal data, will contribute to users' better understanding and visualization of the results.

Conflicts of Interest Statements

The authors declare no conflicts of interest with respect to the authorship and/or publication of this article. The authors received no financial support for this research.

References

Atkins, A., Allen, T., Wickham, H., McPherson, J., & Allaire, J.J. (2023). rsconnect: Deploy Docs, Apps, and APIs to 'Posit Connect', 'shinyapps.io', and 'RPubs'. R package version. <https://CRAN.R-project.org/package=rsconnect>

Chang, W. (2021). shinythemes: Themes for Shiny. R package version 1.2.0. <https://CRAN.R-project.org/package=shinythemes>

Chang, W., Cheng, J., Allaire, J.J., Sievert, C., Schloerke, B., Xie, Y., Allen, J., McPherson, J., Dipert, A., & Borges, B. (2023). shiny: Web Application Framework for R. R package version 1.7.5. <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>

Dolan, P., Gudex, C., King, P., Williams, A. (1996). Valuing health states: a comparison of methods. *Journal of Health Economics*, 15(2), 209-31. [https://doi.org/10.1016/0167-6296\(95\)00038-6](https://doi.org/10.1016/0167-6296(95)00038-6)

Ooms, J. (2014). The jsonlite Package: A Practical and Consistent Mapping Between JSON Data and R Objects. arXiv:1403.2805 [stat.CO] <https://arxiv.org/abs/1403.2805>

R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Richardson, J., Khan, M., Iezzi, A., Maxwell, A. (2014). Comparing and Explaining Differences in the Magnitude, Content, and Sensitivity of Utilities Predicted by the EQ-5D, SF-

6D, HUI 3, 15D, QWB, and AQoL-8D Multiattribute Utility Instruments. Medical Decision Making, 35(3), 276:291. <https://doi.org/10.1177/0272989X14543107>

Torrance, G.W. (1987). Utility approach to measuring health-related quality-of-life. Journal of Chronic Diseases, 40(6):593-603. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(87\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90019-1)

Yüksel, S., Alkan, A., Demir, P. (2019). A new nonparametric estimator to get overall utility for longitudinal data. JP Journal of Biostatistics, 16(1):57-70. <https://doi.org/10.17654/BS016010057>.

Wickham, H. (2016). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, <https://ggplot2.tidyverse.org>

DRAFT VERSION

**A NOVEL CONCEPT DRIFT DETECTION METHOD BASED ON THE PARTIAL
DEPENDENCE PROFILE DISPARITY INDEX***Ugur Dar^{1*}, Mustafa Cavus¹**¹Eskisehir Technical University, Department of Statistics, Türkiye***(ugurdarr@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Many machine learning models are used in real-time systems. In data streaming, where both the data's characteristics and the behavior of the models can change. Significant decreases in the model's prediction performance, which is referred data drift, can be observed in such cases. Data drift is fundamentally divided into two categories: virtual drift refers to situations where the distributions of response or predictors change but the relationship between them remains unchanged, while concept drift indicates a change in the relationship between response and predictors. Concept drift can be observed as sudden, incremental, recurring, and gradual drift. In the literature, various methods are available for detecting concept drift such as statistical tests and monitoring the model's prediction performance. However, tests solely based on variable distributions may be insufficient to understand potential changes in model behaviour while using performance metrics alone. There may be no overall change in the model's prediction performance. In that case, eXplainable Artificial Intelligence (XAI) tools can be used for the detailed insight of model behaviour. Partial Dependence Profile (PDP) is one of the commonly used XAI methods to examine how a predictor in the model affects the prediction of the response. In this study, we propose a novel concept drift detection method based on the Profile Disparity Index which is a metric provides the differences between PDPs. It has demonstrated that, apart from relying solely on statistical tests and model performance metrics, concept drift can also be detected in data streams using a profile difference index. Experimental studies are conducted to investigate the performance of the proposed method on synthetic data for different window size and drift type. The usability of the method is discussed according to the findings.

Keywords: concept drift; model monitoring; explainable artificial intelligence; partial dependence profile.

Introduction

Machine learning (ML) is used in different fields such as healthcare, finance, agriculture etc., and many of ML models are used at production in these fields. In general, data continuously flows in these production environments. This flow of data, sourced from various origins, is referred to as data streaming in the literature. In prediction models, the assumption of stationary and unbiased distribution is that the observations in training and test sets are independent and identically distributed (Cieslak & Chawla, 2009). However, this assumption is often not met in practice and can lead to significant declines in the performance of prediction models (Alaiz-Rodriguez & Japkowicz, 2008). Types of data drift are categorized into three groups: (1) Covariate shift, (2) Response variable shift, (3) Concept shift (Moreno-Torres et al., 2013). Also, data drift is examined in two categories: changes in the distribution of responses of predictors are termed virtual drift, while alterations in the relationship between responses and predictors are termed concept drift (Celik et al., 2022). Machine Learning Operations (MLOps) offer practices and tools to continuously monitor, validate, and manage ML models in production environments, ensuring they remain accurate and relevant over time. Numerous methods are used to detect data drift. These methods are divided into three groups: Statistical, Sequential analysis-based, and Window-based (Masciopinto, 2019). Demsar and Bonic (2018) emphasized that existing methods for detecting data drift rely solely on performance and distribution measures, noting that this is insufficient to understand the underlying causes of changes in the model. Typically, statistical tests are employed to discern whether there's a change in the distribution of data stream, or the performance metrics of the model such as Accuracy, F1, RMSE are monitored for any alterations. It's challenging to detect concept drift using statistical tests because they are independent of ML models; they are simply applied to the data. In metric-based approaches, the focus is solely on the outcome. In an ML model, while the contribution of one predictor might increase, another's might decrease, leading to no change in the overall result. In such cases, detecting drift based on model performance becomes challenging. EXplainable Artificial Intelligence (XAI) tools are frequently used to examine the behavior of black-box models (Biecek & Burzykowski, 2021). These tools enable a more detailed analysis of the relationship between predictors and the response. Partial Dependence Profile (PDP) is one of the commonly used XAI methods to examine how a predictor in the model affects the prediction of the response. The Profile Disparity Index (PDI) allows for the comparison

of PDPs, providing the opportunity to examine the differences between them. In this study, PDP from the training dataset were then compared to the PDPs of new observations using the PDI.

Concept Drift

Data drift is a phenomenon that can arise due to the incorrect training of machine learning models, changes in the distribution of variables, or shifts in the relationships between variables. Concept drift occurs due to changes in the relationships between the response variable and predictors. Environmental factors in recent years, such as the COVID-19 pandemic-related lockdowns and associated changes in energy consumption patterns, can cause concept drift (Eumagalli et al., 2022).

In the literature, data drift arising from these two factors has been classified as virtual concept drift and true concept drift (Celik et al., 2022). Virtual concept drift occurs when the distribution of input data changes over time, but the relationship between predictors and the response remains unchanged. Essentially, while the data looks different, the underlying pattern or concept the model learned remains valid. True concept drift occurs when the actual relationship between the predictors and the response changes. It means that the model's previously learned patterns no longer hold, necessitating a model update or retraining.

A machine learning model can simply be described as $y = f(X; \theta)$. Here, X is the matrix formed by the predictors and their observations, where $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ and $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$. The parameters of the model θ are defined as weights and biases. f is a function that models the relationship between the predictors and the corresponding response y .

During model training, the model is tested with test data it has never seen before using various methods. Data drift refers to the situation where, even though the relationship between X and y is well modeled at time t_0 , the model fails to adequately explain the relationship at any time $t_{i>0}$ due to changes in this relationship.

$$f_{t_0}(X; \theta) \neq f_{t_i}(X; \theta) \quad , i > 0 \quad (1)$$

Machine learning models can now be integrated into live systems for use. For instance, an e-commerce site can utilize a recommendation system developed with a machine learning model in real-time, or in the banking sector, the financial status of a bank, whether there's a risk or not, can be predicted using a machine learning model based on the balance sheet data released every three months. In such scenarios, the model makes predictions on previously unseen data.

The reason a trained model may not perform well over time could be due to the model's inability to accurately represent the relationship between X and y at time t_0 , or even if it could represent this relationship at t_0 , changes in the distributions of variables in the data, or changes in the relationship between X and y might cause the model to lose its representational capability at times $t_{i>0}$. The former situation is referred to in literature as virtual concept drift, while the latter is termed true concept drift.

Virtual Concept Drift

Virtual concept drift refers to a situation where the distribution of predictors changes over time, but the underlying relationship between the predictors and the response remains consistent. It's called "virtual" because the change is only in the data distribution, not in the actual concept being modeled. For machine learning models, this might mean that the training data no longer represents the current data scenario, leading to decreased performance. However, if the model is retrained with the new data distribution, it can continue to make accurate predictions without the need for architectural modifications.

True Concept Drift

True concept drift refers to a phenomenon where, despite a machine learning model representing the relationship between the predictors and response variables well at time t_0 , this relationship changes at a subsequent time t_i . Such alterations can stem from reasons like changes in the data features over time or shifts in the dynamics of the data flow (Celik et al., 2022).

$$\exists X : P_{t_0}(y | X) \neq P_{t_i}(y | X) , i > 0 \quad (2)$$

In this equation, $P_{t_0}(y | X)$ represents the probability distribution of the response y given the predictors X at time t_0 . In other words, it provides the possible values the response variable y can

take under given X values and their probability distribution. The right side of the equation represents the same scenario, but at time t_1 . The inequality of these two distributions is referred to as true concept drift. In literature, since virtual concept drift is related to the training of the model, true concept drift is often simply referred to as concept drift.

Concept drift can manifest in various forms, and in the literature, it's generally classified into gradual drift and sudden drift. Gradual drift refers to a type of concept drift where the data's distribution changes slowly over time. This situation can lead to a gradual decline in the model's performance, necessitating its retraining or updating. In contrast to gradual concept drift, sudden changes in the data are defined as sudden drift in the literature. In sudden drift, the relationship between the response variable and predictors changes abruptly. In such a scenario, the model's performance can plummet suddenly, leading to incorrect decisions.

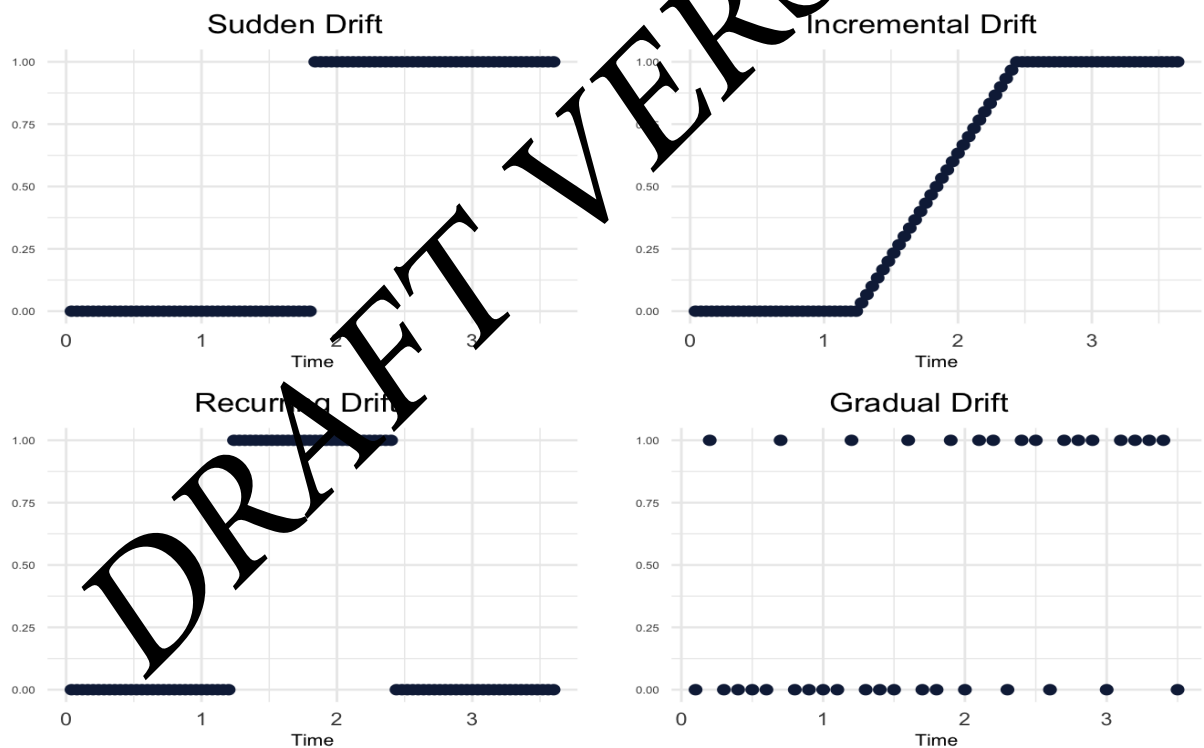


Figure 1. Drift Types

Concept drift has been further examined by breaking it down into different subcategories (Friedrich et al., 2023). Sudden drift denotes a permanent change in the data, while recurring drift refers to an abrupt change that eventually reverts back to its original state after a certain period. Gradual drift

represents observations in the data deviating over time, with these deviations slowly forming the data's new characteristic. Similar to gradual drift but with less deviation and a change in the data's distribution over time is described as incremental drift.

Proposed Concept Drift Detection Method

Data drift was simulated in 4 different types, and models were built on these datasets. PDP values of the models were obtained and compared using PDI. The partial dependence profile (PDP) is a XAI tool and calculates the impact of the variables used in the model on the predicted values, based on their marginal distributions (Biecek & Burzykowski, 2021). In this context, $f()$ represents the trained model, and $x_i^{j|z}$ indicates the value of the j . variable in the state z .

$$\widehat{g}_{PDP}^j(z) = \frac{1}{n} \sum_i^n f(x_i^{j|z}) \quad (3)$$

Here, $f()$ represents the trained model, and $x_i^{j|z}$ indicates the value of the j . variable in the state z . The profile disparity index (PDI) calculates dissimilarity between two PDP based on their shapes (Kobylinska et al., 2023).

$$PDI(\widehat{g}_{f_1}^j, \widehat{g}_{f_2}^j) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m I(\text{sgn}(\text{der}(\widehat{g}_{f_1}^j)[i]) \neq \text{sgn}(\text{der}(\widehat{g}_{f_2}^j)[i])) \quad (4)$$

Here, m consecutive points of the profile for the k^{th} model. The term $\text{der}(\widehat{g}_{f_k}^j)[i]$ represents the i^{th} element of the vector derivative for model f_k and predictor j . The PDI range is $[0,1]$: a value of zero indicates identical curves, while a value of one signifies distinctly different curves.

Simulation Results

In the simulation, two distinct models were employed: a transparent 'glass-box' model, which is the logistic regression (LR) and an opaque 'black-box' model, the random forest (RF). To obtain the dataset with 1,200 observations that fits various drift types, different model coefficients and means were utilized. The data was then analyzed using various window sizes. The datasets, comprising

1,200 observations, were analyzed using various window sizes. Specifically, with a window size of 20, 56 distinct subsets were generated: the initial subset covered observations 1 to 100, the subsequent subset spanned observations 21 to 120, followed by the subset encompassing observations 41 to 140, and so forth. Within the simulation framework, window sizes of 5, 10, and 20 were employed for examination. Models trained based on first window data.

Simulated data generation process in which two random variables are introduced, $X_1 \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$, $X_2 \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$ and $\epsilon \sim N(\mu_\epsilon, \sigma_\epsilon^2)$. The relationship among these variables is captured by the linear combination $Z = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \epsilon$, where $\beta_1, \beta_2 \in \mathbb{R}$. Odd function defined as $\pi = \frac{e^z}{1+e^z}$ and $y \sim \text{Bernoulli}(\pi)$. For each simulation X_1 and ϵ and the error term remain constant with values: $\beta_2 = -0.5$, $\mu_2 = 200$, $\sigma_2 = 10$, $\mu_\epsilon = 10$, $\sigma_\epsilon = 5$. Only μ_1 and β_1 changed. In simulation two different approaches followed. (1) Changing coefficient β_1 or (2) mean of distribution X_1 . In the first four datasets, data was generated similar to the drift patterns in Figure 1, with $\mu_1 = 100$, $\sigma_1 = 25$. The codes for reproducing the simulations and calculations in this section are accessible at the repository: <https://github.com/ugurdar/IRSYSC2023> Concept Drift. Different data generating processes given below:

- Sudden drift, the coefficient β_1 was set to 1 for the first 600 observations and -1 for the subsequent 600 observations.
- Gradual drift, 30 datasets with 40 observations each were generated. The coefficient β_1 was set to 1 for the 1st, 2nd, 4th, 6th, 7th, 8th, 11th, 12th, and 16th datasets. For the remaining datasets, β_1 was set to -1.
- Incremental drift, 30 datasets with 40 observations each were generated. The coefficient β_1 was set to 1 for the first 10 datasets, 0 for datasets 11 through 20, and -1 for datasets 21 to 30.
- Recurring drift, 30 datasets with 40 observations each were generated. The coefficient β_1 was set to 1 for the first 10 datasets, -1 for datasets 11 through 20, and back to 1 for datasets 21 to 30.

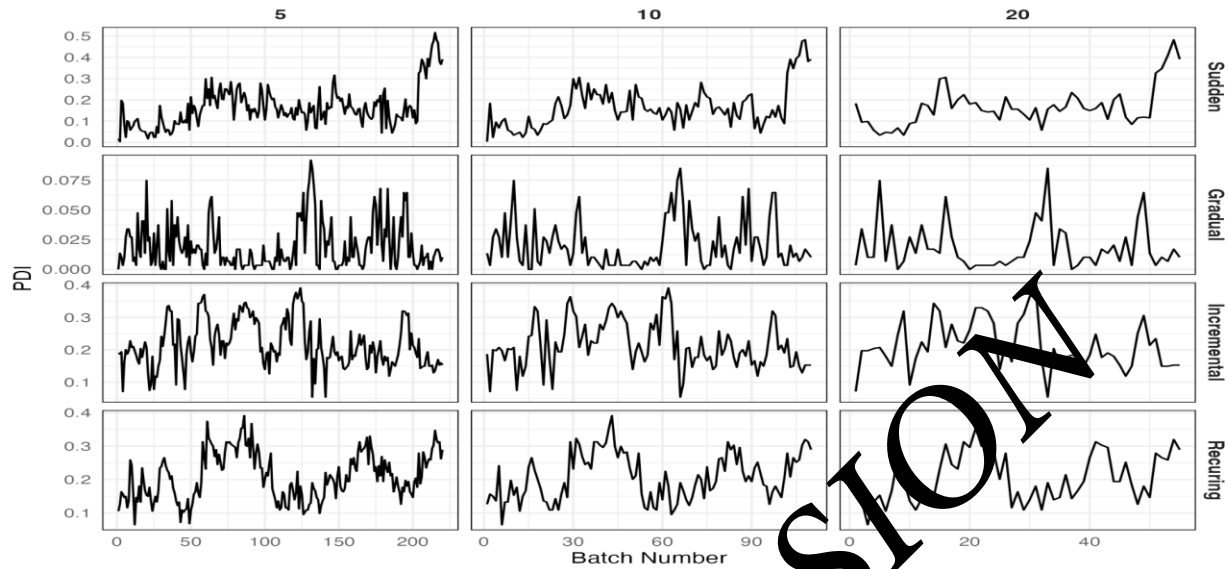


Figure 2. Variation of β_1 Across Different Drift Times - Logistic Regression

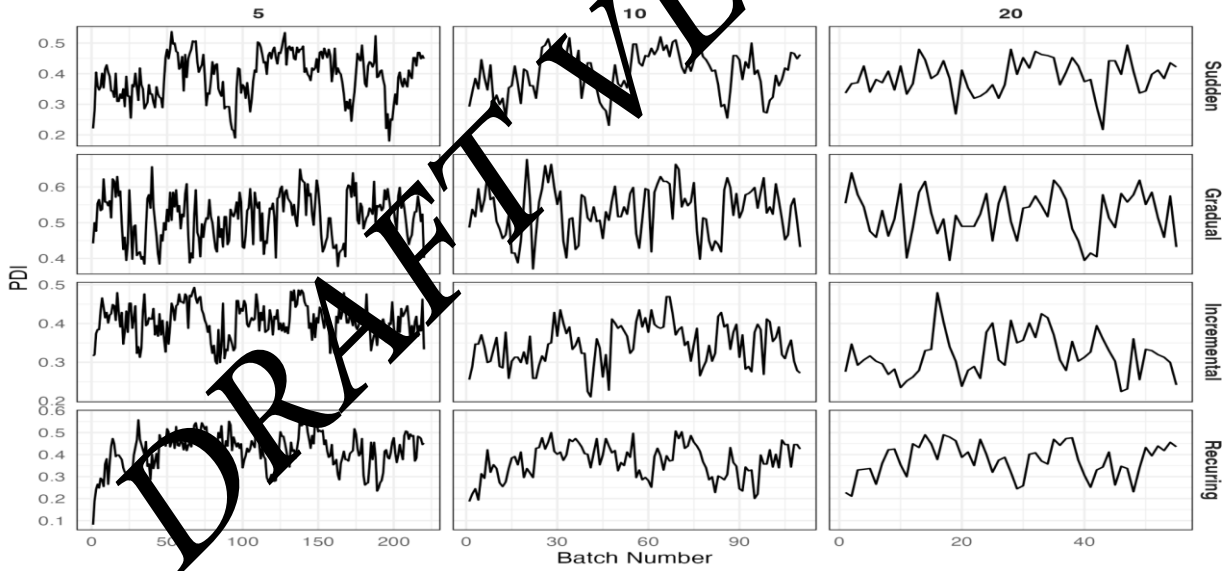


Figure 3. Variation of β_1 Across Different Drift Types - Random Forest

When the β_1 coefficients was modified, PDI results look like noise in Figure 2. and Figure 3. This is likely because the model was applied solely to the data in the first batch.

In the second four datasets, data was generated similar to the drift patterns in Figure 1, with $\beta_1 = 1$, $\sigma_1 = 25$. As in the first four datasets, the values for μ_1 here also took on 100 and 200, based on

the drift types. For incremental drift, data was generated with μ_1 increasing in steps, from 110, 120, up to 200.

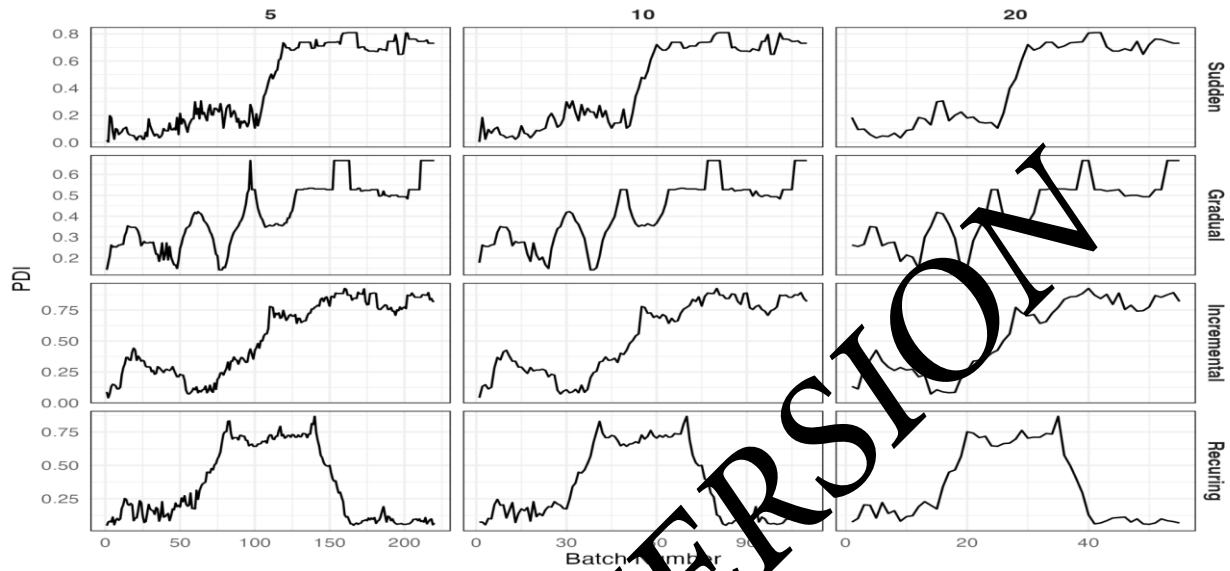


Figure 4. Variation of μ_1 Across Different Drift Types - Logistic Regression

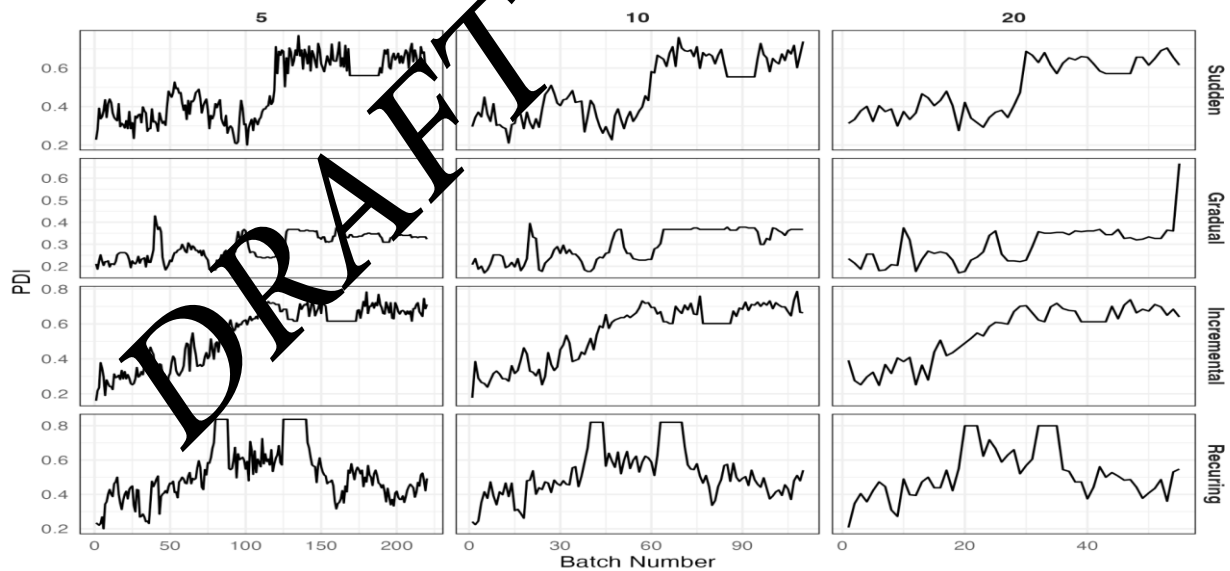


Figure 5. Variation of μ_1 Across Different Drift Types - Random Forest

Upon altering μ_1 , it appears that the PDI yields results consistent with the type of drift in Figure 4. and Figure 5.

Conclusion and Discussion

In the simulation, various types of data drift were induced by altering coefficient and mean values. These variations were subsequently tested using both a random forest and a logistic regression model. Additionally, PDI values were calculated at different window sizes. When examining the differences between PDPs for various types of data drift using the PDI metric, it was observed that as the μ_1 in the data set changes, there is a corresponding increase in the PDI values. This suggests that the alterations in the μ_1 have a significant impact on the disparity between the PDPs, highlighting the sensitivity of PDI in capturing these variations. When adjustments are made to the beta parameter, it has been observed that noise emerges. One plausible explanation for this phenomenon is believed to be rooted in the fact that the PDP values are derived from the initial dataset. The inherent characteristics and patterns of this initial dataset might not be entirely compatible with the modified beta parameter, leading to discrepancies when the model tries to align these changes with the original data dynamics. In incremental learning, adaptive models are employed as a solution to data drift. However, this study demonstrates that a non-adaptive model can also be utilized for detecting data drift. In light of the importance of maintaining consistent observation counts for PDP comparisons using PDI, this method might not be entirely suited for real-time systems encountering data of fluctuating sizes. Addressing these challenges and developing more adaptable techniques will be a central focus of our future research endeavors.

Acknowledgments Statements

The work on this paper is financially supported by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye under 2210C National MSc Scholarship Program in the Priority Fields in Science and Technology grant no. 1649B022303919 and Eskisehir Technical University Scientific Research Projects Commission under grant no. 22LÖT175.

References

Alaiz-Rodríguez, R., and Japkowicz, N. (2008). Assessing the impact of changing environments on classifier performance. In *Advances in Artificial Intelligence: 21st Conference of the Canadian Society for Computational Studies of Intelligence, Canadian AI 2008 Windsor, Canada, May 28-30, 2008 Proceedings* 21 (pp. 13-24). Springer Berlin Heidelberg.

Biecek, P., Burzykowski, T. 2021. "Explanatory model analysis", Chapman and Hall / CRC Press, ISBN: 9780367135591.

Celik, B., Singh, P., and Vanschoren, J. 2022. "Online AutoML: An adaptive AutoML framework for online learning". *Machine Learning*, 1-25.

Cieslak, D. A., and Chawla, N. V. 2009. "A framework for monitoring classifiers' performance: when and why failure occurs?" *Knowledge and Information Systems*, 18(1), 83-108.

Demšar, J., and Bosnić, Z. 2018. "Detecting concept drift in data streams using model explanation". *Expert Systems with Applications*, 92, 546-559.

Friedrich, B., Sawabe, T., & Hein, A. 2023. "Unsupervised statistical concept drift detection for behaviour abnormality detection", *Applied Intelligence*, 33(3), 2527-2537.

Kobylińska, K., Krzyżiński, M., Machowicz, P., Adamek, M., & Biecek, P. (2023). Exploration of Rashomon Set Assists Explanations for Medical Data. arXiv preprint arXiv:2308.11446.

Masciopinto, F. 2019. "Comparison of concept drift detectors in a health-care facility dataset to detect behavioral drifts".

Moreno-Torres, J. G., Raeder, J., Alaiz-Rodríguez, R., Chawla, N. V., and Herrera, F. 2012. "A unifying view on dataset shift in classification". *Pattern recognition*, 45(1), 521-530.

DRAFT VERSION

**BANK FAILURE PREDICTION MODELS ADDRESSING IMBALANCED DATA AND
OUT-OF-TIME PERFORMANCE**

Seyma Gunonu¹, Gizem Altun¹, Mustafa Cavus^{1}*

¹Department of Statistics, Eskisehir Technical University, Turkiye

**(mustafacavus@eskisehir.edu.tr) Corresponding author*

Abstract

The banking sector plays a critical role in the economic development of a country, directly influencing financial stability and economic growth. However, crises in the banking sector can lead to economic downturns and severe disruptions. Therefore, timely detection and management of potential issues in banks are of paramount importance. Prediction models offer valuable solutions for predicting problems such as bank failures. Nevertheless, training a bank failure prediction model presents several challenges, including the selection of predictors, choice of data timeframes, imbalanced data, and poor out-of-time performance. Notably, the literature often neglects the issues of out-of-time prediction performance and class imbalance in such models. This study aims to propose a prediction model of U.S. bank failures for the period 2008-2023 that excels in both out-of-sample and out-of-time prediction accuracy. To achieve this, tree-based models Decision Trees, Random Forests, and Extra Trees are employed, coupled with resampling and weighting techniques. The results indicate that the bank failure prediction model based on the Decision Trees model achieves the highest out-of-sample prediction performance when utilizing the weight-based method, while the bank prediction model based on the Random Forests model attains the highest out-of-time prediction performance. Finally, the bank failure prediction model based on the Decision Trees model successfully resolves class imbalance using the weight-based method, resulting in high out-of-time prediction performance.

Keywords: bank failure prediction; imbalanced data; resampling; out-of-time performance.

Introduction

Banks play a critical role in the financial system for the following reasons, and it is therefore important for them to continue their operations in a healthy manner. While the health of banks can be monitored through several financial metrics, in recent years, bank failure models have been

utilized to track them by modeling the functioning of a bank based on relevant metrics and predicting the likelihood of bank failures. There are two main phases to address in the training of these models such as the selection of variables and the choice of a method that provides high predictive performance. For variable selection, a set of variables called CAMELS contains crucial indicators related to a bank's sound operation. This set is used in similar studies for both the U.S. and other countries (Zhao et al., 2009; Kristóf & Virág, 2022; Petropoulos et al., 2020).

Moreover, the challenges encountered in the choice of model's phase are the poor out-of-time performance and the issue of imbalanced data. The poor out-of-time performance of bank failure prediction models leads to the rapid loss of their utility (Du Jardin & Léverin, 2011; Manthoulis et al., 2020). Therefore, in addition to training models with high out-of-sample performance, training models with high out-of-time performance is also an important issue. On the other hand, the issue of imbalanced data arises when there are significantly fewer data examples available for the failed banks. It leads to misclassification of the data from the minority class by the bank failure prediction model. Various resampling techniques such as oversampling, undersampling, and SMOTE and weighting methods are used to address this problem. However, the use of resampling methods has been questioned in recent years due to their negative impacts on the model (Stando et al., 2023), making their usage a subject of debate (Elor & Averbuch-Elor, 2022). Therefore, the impact of resampling techniques on models has been validated on both out-of-sample and out-of-time sets and compared with the results obtained using weighting methods.

For modeling bank failure prediction, support vector machines, neural networks, and discriminant analysis are frequently used. However, despite their proven success in tabular data sets, tree-based models have not been widely adopted, in contrast to deep learning networks (Carmona et al., 2019; Petropoulos et al., 2020; Grinsztajn et al., 2022). Therefore, this study aims to provide a different perspective by using tree-based models decision trees, random forests, and extra trees. The reason for not using just one of these models is that they make different predictions with varying variances.

The objective of this study is to develop a U.S. bank failure prediction model for the period 2008-2023 that demonstrates exceptional prediction accuracy in both out-of-sample and out-of-time scenarios. We employ tree-based models such as Decision Trees, Random Forests, and Extra Trees, alongside resampling and weighting techniques. The main contributions of this study can be

summarized as follows: (1) we propose a bank failure prediction model addressing the imbalance data problem, and (2) we compare the usefulness of the resampling methods and weighting techniques on out-of-time performance of the bank failure prediction model. The rest of the study is structured as follows: first, we provide the short information about the methodology in Section 2, the results are given in Section 3. Then concluding remarks and the further research strategies are given in Section 4.

Methodology

In this section, the tree-based models used are presented, resampling techniques are introduced, and details of the dataset are provided.

Tree-based Models

Three different models were employed in this study because they provide varying variance of predictions. When comparing the prediction variances of these three methods, it becomes apparent that the Decision Trees yields high-variance predictions, the Random Forests provides predictions with moderate variance, and the Extra Trees delivers predictions with low variance (Gogas et al., 2018). The following sections introduce these models.

Decision Trees

Decision trees is a non-parametric supervised learning algorithm used for both classification and regression tasks. It's well-known for its simplicity, ease of explanation, and understandability. Decision trees learning follows a divide and conquer strategy using a greedy search to identify optimal split points within the tree (Gupta et al., 2017). This splitting process is carried out in a top-down, recursive manner until most or all records are classified into specific class labels. The extent to which data points are classified into homogeneous sets depends on the tree complexity. Smaller trees tend to have pure leaf nodes, with data points belonging to a single class. However, as the tree size increases, it becomes more challenging to maintain this purity, often resulting in data fragmentation and overfitting. Decision trees aim for simplicity, in line with the principle of Occam's Razor, which suggests that "entities should not be multiplied beyond necessity". They add complexity only when necessary, as the simplest explanation is often the best (Gupta et al., 2017).

The field of decision trees has seen significant contributions from numerous researchers and developers. It all began with the Hunt's Algorithm in the early 1960's, designed to model human learning in psychology (Hunt et al., 1960). Numerous algorithms were then put forth after that. In this study, we employed classification and regression trees (CART) which uses Gini impurity to determine which characteristic is the best to split on (Breiman, 1984). A lower value of Gini impurity indicates greater desirability. It quantifies the frequency of misclassification of a characteristic selected at random.

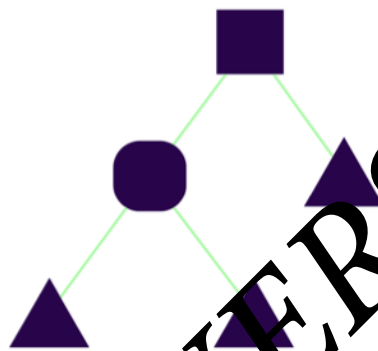


Figure 1. Decision Trees Structure

Decision trees have a hierarchical tree structure comprising a root node, branches, internal nodes, and leaf nodes. In Figure 1, a decision tree begins with a root node (the square component), which has no incoming branches. The outgoing branches from the root node feed into internal nodes (the circle component), which make evaluations based on available features to create homogenous subsets represented by leaf nodes or terminal nodes (the triangle component). These leaf nodes encompass all possible outcomes within the dataset.

Random Forests

Random forests are a useful instrument for forecasting. They don't overfit due to the Law of Large Numbers. They become precise classifiers and regressors by adding the appropriate amount of randomness (Breiman, 2001). The term random in its name arises from the practice of making random selections among observations and variables, shedding light on crucial concerns in machine learning, such as generalization and overfitting.

Random Forests lies in aggregating predictions generated by multiple decision trees. While Breiman previously developed the CART method, which exhibited robust learning capabilities, it was prone to overfitting. Breiman experimented with many strategies to try to solve the overfitting problem. He combined the Bagging and Random Subspace techniques to present the Random Forests strategy. It is considered an extension of bagging trees. The key difference lies in the fact that Random Forests employs a subset of features to train each tree, while bagging trees use all available features. This divergence in feature selection results in a certain level of tree correlation in bagging, which can limit the effectiveness of variance reduction (Breiman, 2000). Random Forests mitigates this issue by injecting more randomness into the tree-growing process, thereby decreasing tree correlation. This characteristic contributes to the model's improved stability and generalization capabilities, making it a valuable tool in various applications.

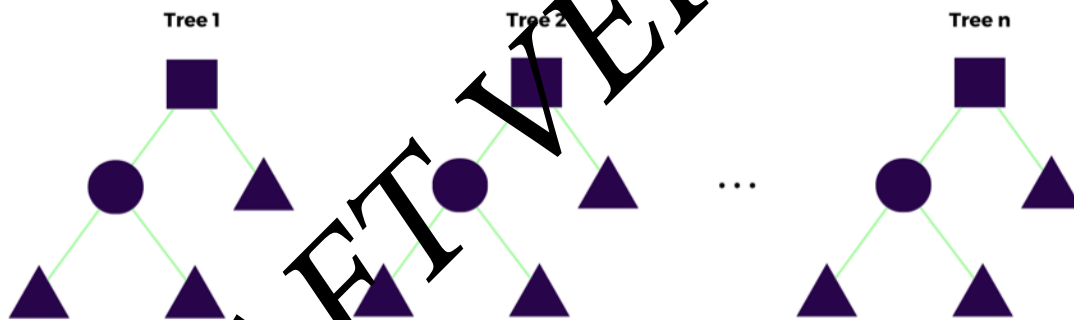


Figure 2. Random Forests Structure

Random Forests, like decision trees, features a hierarchical tree structure comprising root nodes (the square component in Figure 2), branches, internal nodes (the circle component in Figure 2), and leaf nodes (the triangle component in Figure 2). It aggregates multiple decision trees (Tree 1, Tree 2, Tree n in Figure 2). At the ensemble level, each decision trees within the Random Forests begins with a root node, which serves as the starting point and does not have incoming branches. These root nodes then lead to a multitude of decision trees, with each making independent evaluations based on subsets of available features. These internal nodes evaluate these features and subsequently divide the data into homogenous subsets, which are ultimately represented by the leaf

nodes or terminal nodes of the individual trees. These leaf nodes encapsulate various potential outcomes or classifications for data points within the dataset.

Extra Trees

This algorithm is a decision tree-based method used for solving classification and regression problems. It has proven to be an effective in machine learning applications, particularly when dealing with complex and high-dimensional datasets. Its two primary distinctions from Random Forests are that it splits nodes by randomly selecting cut-points and that it grows the trees using the entire learning sample (Geurts et al., 2006). Notably, Extra Trees introduces more randomness during the tree construction phase by employing techniques such as random feature selection and bootstrap. This approach enhances the diversification of the constructed trees.

In contrast to Random Forests, where diversity among individual trees is achieved by selecting different variations of the training data through bagging, Extra Trees employs the entire dataset for training individual decision trees. To introduce sample diversity among these trees, Extra Trees employs a method that randomly selects how features are split and child nodes are created. In contrast, a Random Forests uses a greedy search algorithm to determine the value for splitting a feature. A study comparing various tree-based models for classification and regression tasks found that Extra Trees generally exhibit higher bias and lower variance than Random Forests (Geurts et al., 2006). This can be attributed to the inclusion of irrelevant features through randomization in Extra Trees. Consequently, when irrelevant features are excluded, for instance through a feature selection pre-modeling step, Extra Trees yields a bias score similar to that of Random Forests.

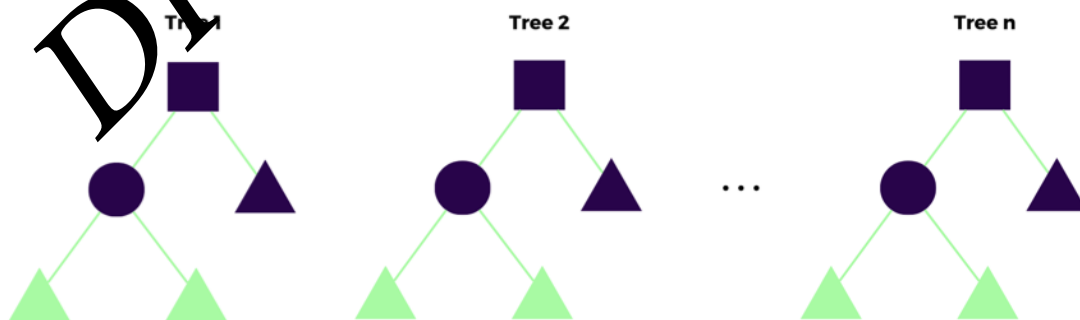


Figure 3. Extra Trees Structure

Extra Trees, like decision trees, features a hierarchical tree structure comprising root nodes (the square component in Figure 3), branches, internal nodes (the circle component in Figure 3), and leaf nodes (the triangle component in Figure 3). Just as in Random Forests, Extra Trees aggregate multiple decision trees (Tree 1, Tree 2, Tree n in Figure 3). At the ensemble level, each decision tree within Extra Trees begins with a root node as the starting point, lacking incoming branches. These root nodes, similarly to Random Forests, lead to numerous decision trees, each making independent evaluations based on subsets of available features. These internal nodes, in an extra randomized manner, evaluate these features and subsequently divide the data into homogeneous subsets, ultimately represented by the leaf nodes or terminal nodes of the individual trees. These leaf nodes encapsulate various potential outcomes or classifications for data points within the dataset. In essence, Extra Trees shares the fundamental tree structure with decision trees and Random Forests, employing an ensemble of decision trees with root nodes, internal nodes, and leaf nodes to make predictions while introducing additional randomness to enhance its robustness and predictive power. Its two primary distinctions from Random Forests are that it splits nodes by randomly selecting cut-points and that it grows the trees using the entire learning sample, making Extra Trees even more random in its approach to data partitioning and thereby increasing its diversity for improved model generalization (this part is shown with the coloring in Figure 3).

Resampling Techniques

The class with a larger number of samples is referred to as the majority class, while the one with fewer samples is known as the minority class. Imbalanced data is a common occurrence in real-world applications, and it can pose a significant challenge when it comes to training models on such data. To solve this issue, resampling techniques undersampling, oversampling, and Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE) are generally used. The structure of these techniques are given in Figure 4.

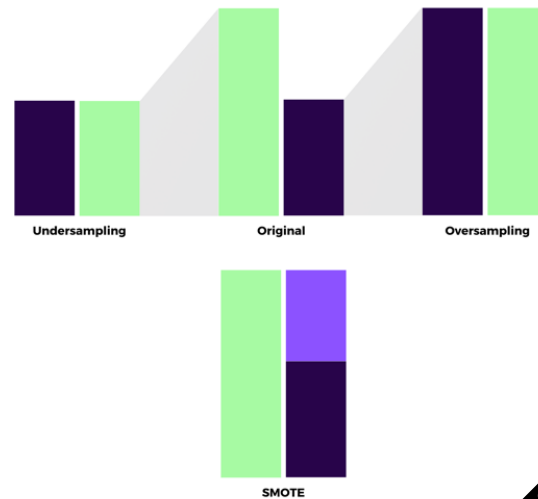


Figure 4. Resampling Techniques' Structures (Minority class is colored by purple, the majority class is green. The SMOTE generates synthetic example for minority class to balanced the classes. They are coloured by light purple.)

Undersampling aims to create a balanced dataset by reducing the number of samples from the majority class. This method is effective in reducing the imbalance between the samples of the minority class and the majority class. Oversampling aims to reduce the imbalance between the majority class and the minority class by increasing the number of samples from the minority class. This approach involves duplicating samples from the minority class. SMOTE not only increases the number of samples in the minority class but also supplements these samples with synthetic examples (Chawla, 2002). Synthetic samples are artificially created among the existing samples of the minority class. This method provides greater diversity to represent the minority class.

Dataset

We collected the data about failed and non-failed banks in America using the {fdicdata} package in R, which is connected to the Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC) database, and we can access the years in which they were closed or active through the package (Dar & Pillmore, 2023). While the number of observations in active banks is 445.493, it is 39.835 in closed banks.

The data set is divided into three parts and generally covers a 15-year period between 2008 and 2023. When considering the years 2008-2014 for in-sample and out-of-sample and 2014-2023 for out-of-time, 80% of the data set is in-sample and 20% is out-of-sample. We examined the banks

that failed in the U.S. these time ranges in Figure 5. Before doing the modelling, we labelled all values to make them into binary classes, using one when defining the failure of a bank and zero when defining banks that did not fail.

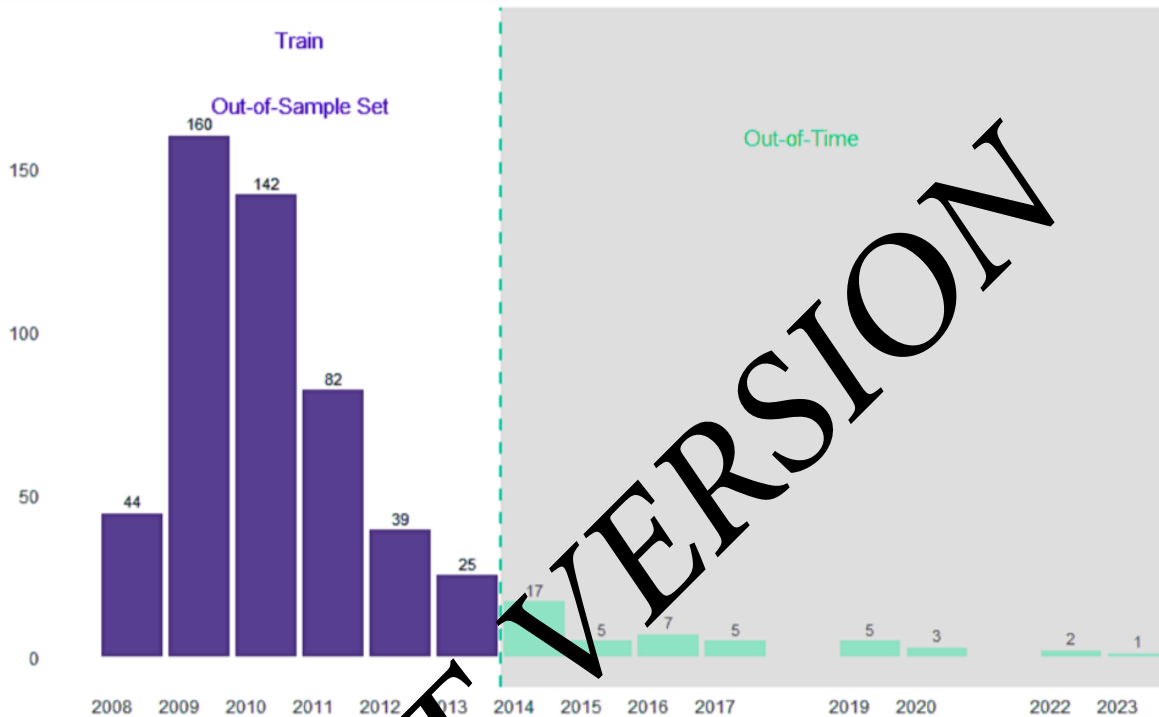


Figure 5. Failed Banks in the U.S. by years

Using the package, models were created with three different variable groups, which include the CAMELS (Capital, Asset Quality, Management Adequacy, Earnings, Liquidity, and Sensitivity to Market Risk) indicators. CAMELS indicators in the first as in Gogas et al. (2018) and second variable groups as in Petropoulos et al. (2020) were used. In the third variable group, different indicators that may be important were added. The variables in the data set are listed in detail in Table 1.

Table 1. Details of variables used in the data set

Variable Group	Name	Range	Description
1	TICRC	[-0.01, 0.19]	Tier 1 Risk-Based Capital Ratio / Total Assets
	PLLL	[-3, 10]	Provisions for Loan & Lease Losses / Total Interest Income
	TIE	[0, 2.2]	Total Interest Expense / Total Interest Income
	EQR	[-20, 100]	Equity Capital Ratio
2	TICRC	[-0.01, 0.19]	Tier 1 Risk-Based Capital Ratio / Total Assets
	NIMY	[-4, 26]	Net Interest Margin
	INTEXPYQ	[-0.5, 5.5]	Cost of Funding Earning Assets Quarterly
	RBC1AAJ	[-20, 200]	Leverage Ratio
	ROE	[-12000, 1000]	Return on Equity
3	NIMYQ	[-4, 26]	Net Interest Margin Quarterly
	LNATRESR	[0, 26]	Loan Loss Reserve / Gross Loan & Lease
	NONIXAYQ	[20, 300]	Noninterest Expenses / Average Assets Quarterly
	ROAQ	[100, 350]	Quarterly Return on Assets

Results

We have produced predictions by using machine learning methods about whether banks located in the U.S. will fail or not. Predictions were obtained on three different variable groups detailed in Table 1 using these models: decision trees, random forests and extra trees. Results were provided without using any resampling method on each model. On the other hand, various resampling methods which are under-sampling, over-sampling, SMOTE and certain weighting methods were used for each model.

We pulled the data as active and closed banks from the {fdicdata} package for three variable groups at certain time intervals. The data set was split into in-sample, out-of-sample and out-of-time and

these models and sampling methods were tested on these data sets. While the data set is stated as 80% in-sample and 20% out-of-sample, the time range of the data sets is taken as 2008-2014, and the 1-year lag period of the closed banks is specified in detail in the data set. In the out-of-time set, prediction results between 2014-2023 were obtained.

Model results were obtained without making any changes to the parameters on all models. Before applying resampling methods, the train and validation sets were checked for imbalance. As a result, we encountered an imbalanced data set in the classification task we applied, we tried to eliminate this imbalance problem. Using resampling methods has solved the imbalance problem obtained in the data set.

For this part, accuracy and F1 values which are convenient for binary classification problems were obtained for each variable group. Since it is important to calculate accuracy values which we measure the success performance of a model, sometimes we need to supplement it with other metrics when this is not enough. Thinking from this point of view, we considered the F1 score. Mentioning, F1 score is the harmonic mean of precision and recall (Lipton, Z. C et al., 2014). Using this definition, we can find the answers that we cannot achieve with accuracy. For all variable groups, the results of the three models are presented in detail in Table 2.

Among the applied resampling methods, the weighted-based which is a weighting method had the highest accuracy value. On the other hand, SMOTE method needed to be stronger in training the model with the lowest accuracy. Resampling methods, which balance the minority class with the majority class or vice versa, applied due to the imbalanced data set, obtain a better accuracy value, especially compared to SMOTE. Even though we know from these results that SMOTE works well in imbalance classification problems, under and over-sampling methods showed the opposite in this data set. However, in some variable groups, this situation varies depending on the model.

In terms of the performance of the models for the first variable group, extra trees were the model that provided the best fit, although extra trees and random forests accuracy values were close to each other. Although the third variable group has the lowest accuracy values compared to the other groups, extra trees and random forests are close to each other too.

Table 2. Accuracy and F1 values for out-of-sample with three different models for each variable group

Model	Variable Group	Accuracy					F1				
		Original	Undersampling	Oversampling	SMOTE	Weighting	Original	Undersampling	Oversampling	SMOTE	Weighting
Decision Trees	1	0.978	0.955	0.957	0.973	0.970	0.898	0.820	0.827	0.883	0.867
	2	0.985	0.982	0.966	0.962	0.981	0.928	0.915	0.852	0.843	0.913
	3	0.957	0.892	0.896	0.893	0.938	0.786	0.747	0.657	0.651	0.744
Random Forests	1	0.986	0.978	0.985	0.980	0.985	0.933	0.902	0.928	0.908	0.933
	2	0.987	0.980	0.987	0.982	0.987	0.937	0.909	0.937	0.917	0.938
	3	0.962	0.947	0.962	0.951	0.960	0.822	0.787	0.830	0.796	0.824
Extra Trees	1	0.987	0.976	0.986	0.981	0.984	0.937	0.892	0.932	0.911	0.924
	2	0.987	0.984	0.988	0.982	0.988	0.937	0.925	0.942	0.917	0.943
	3	0.960	0.939	0.940	0.951	0.958	0.814	0.759	0.819	0.796	0.815

When we look at the precision and recall values separately as a result of the model with the harmonic mean created by using the precision and recall values calculated as the F1 value, these results could mislead us if very extreme values were given. Therefore, it is useful to look at the F1 values to avoid problems with these values. The closer the F1 value is to 1, the more precision and recall it has. When we look at the values in Table1, the second variable group has the highest F1 values in all models.

The importance of using an out-of-time strategy should also be emphasized. Data may change over time, so it is important to see how previous data adapts to new data and how the model responds to previous data. Therefore, out-of-time strategies are crucial to evaluate how previous data fits

into future predictions. In Table 3, we obtained accuracy and F1 values for the out-of-time strategy in detail.

Table 3. Accuracy and F1 values for out-of-time with three different models for each variable group

Model	Variable Group	Accuracy					F1				
		Original	Undersampling	Oversampling	SMOTE	Weighting	Original	Undersampling	Oversampling	SMOTE	Weighting
Decision Trees	1	0.993	0.968	0.970	0.959	0.995	0.400	0.225	0.333	0.269	0.750
	2	0.998	0.998	0.960	0.967	0.995	0.923	0.92	0.244	0.285	0.923
	3	0.994	0.957	0.935	0.963	0.996	0.545	0.230	0.166	0.260	0.769
Random Forests	1	0.995	0.935	0.997	0.987	0.996	0.666	0.189	0.857	0.538	0.800
	2	0.998	0.969	0.998	0.992	0.998	0.923	0.300	0.923	0.631	0.923
	3	0.994	0.948	0.995	0.986	0.995	0.545	0.200	0.666	0.434	0.666
Extra Trees	1	0.994	0.935	0.994	0.987	0.995	0.545	0.189	0.186	0.538	0.666
	2	0.998	0.988	0.998	0.992	0.998	0.923	0.428	0.923	0.631	0.923
	3	0.994	0.961	0.994	0.986	0.994	0.545	0.280	0.545	0.434	0.545

When we review all the values in Table 3, it is seen that the accuracy values are closer between the variable groups compared to Table 2. Especially in random forests and extra trees, some results are exactly the same. This situation is also reflected in the F1 values. In particular, the variable groups to which we apply under-sampling have very low F1 values. As a result, we can reach multiple inferences about the model using accuracy and F1 values. By using various resampling methods, results that differed in variable groups were obtained for these models. Especially in the out-of-time strategy, the model without any resampling model and the weighting method applied led to the same results in some variable groups. The codes for reproducing the calculations in this section are accessible at the repository:

https://github.com/seymagnn/IRSYSC2023_Bank_Failure_Prediction.

Conclusion and Discussion

In today's banking sector, whether banks will fail or not is increasingly important, and bank failure predictions regarding this are widely researched. The models we applied in this paper, which are Decision Trees, Random Forests and Extra Trees are based on tree models. Its difference from other studies is that the time interval we use in the data set is based on 1-year lag (t-1) periods. At the same time, several resampling and weighting methods were tried to solve the imbalance problem we encountered in the out-of-time dataset. When the model results are generally observed, Random Forests and Extra Trees results are close to each other, and they are the best-fitting models. In future studies, more effective results can be achieved and the right services can be provided to both the bank and the customers of the banks by using various methods to predict bank failure.

References

- Breiman, L. (1984). Classification and regression trees. Routledge.
- Breiman, L. (2000). Some infinity theory for predictor ensembles. Technical Report 579, Statistics Dept. UCB.
- Breiman, L. (2001). Random forests. Machine learning, 45, 5-32.
- Carmona, P., Climent, F., & Mompalao, A. (2019). Predicting failure in the US banking sector: An extreme gradient boosting approach. International Review of Economics & Finance, 61, 304-323.
- Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: synthetic minority over-sampling technique. Journal of artificial intelligence research, 16, 321-357.
- Dar, N., & Pillmore, B. (2023). fdicdata: Accessing FDIC Bank Data. R package version 0.1.0, <<https://CRAN.R-project.org/package=fdicdata>>.
- Du Jardin, P., & Séverin, E. (2011). Predicting corporate bankruptcy using a self-organizing map: An empirical study to improve the forecasting horizon of a financial failure model. Decision Support Systems, 51(3), 701-711.
- Elor, Y., & Averbuch-Elor, H. (2022). To SMOTE, or not to SMOTE?. arXiv:2201.08528.

Geurts, P., Ernst, D., & Wehenkel, L. (2006). Extremely randomized trees. *Machine learning*, 63, 3-42.

Gogas, P., Papadimitriou, T., & Agrapetidou, A. (2018). Forecasting bank failures and stress testing: A machine learning approach. *International Journal of Forecasting*, 34(3), 440-455.

Grinsztajn, L., Oyallon, E., & Varoquaux, G. (2022). Why do tree-based models still outperform deep learning on typical tabular data?. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35, 507-520.

Gupta, B., Rawat, A., Jain, A., Arora, A., & Dhami, N. (2017). Analysis of various decision tree algorithms for classification in data mining. *International Journal of Computer Applications*, 163(8), 15-19.

Hunt, E. B., & Hovland, C. I. (1960). Order of consideration of different types of concepts. *Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 220.

Lipton, Z. C., Elkan, C., & Naryanaswamy, R. (2014). Optimal thresholding of classifiers to maximize F1 measure. *ECML PKDD 2014, Nancy, France, September 15-19, 2014. Proceedings, Part II 14* (pp. 225-239). Springer Berlin Heidelberg.

Manthoulis, G., Doumpos, M., Zopounidis, C., & Galariotis, E. (2020). An ordinal classification framework for bank failure prediction: Methodology and empirical evidence for US banks. *European Journal of Operational Research*, 282(2), 786-801.

Kristóf, T., & Virág, M. (2022). EU-27 bank failure prediction with C5.0 decision trees and deep learning neural networks. *Research in International Business and Finance*, 61, 101644.

Petroulous, A., Siakoulis, V., Stavroulakis, E., & Vlachogiannakis, N. E. (2020). Predicting bank insolvencies using machine learning techniques. *International Journal of Forecasting*, 36(3), 1092-1113.

Stando, A., Cavus, M., & Biecek, P. (2023). The Effect of Balancing Methods on Model Behavior in Imbalanced Classification Problems. *arXiv preprint arXiv:2307.00157*.

Zhao, H., Sinha, A. P., & Ge, W. (2009). Effects of feature construction on classification performance: An empirical study in bank failure prediction. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2633-2644

DRAFT VERSION

COMPARISON OF BETA REGRESSION AND LINEAR REGRESSION IN TERMS OF ASYMPTOTIC EFFICIENCY OF R-SQUARES*Suay Erees^{1*}**¹Department of Finance, Banking and Insurance, Türkiye***(suay.erees@yasar.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

In regression analysis, dependent variable may fit normal distribution as well as be in the form of percentages or proportions that are continuous and bounded by 0 and 1. In this case, analysts can use both linear regression and beta regression analysis. Therefore, comparing the consequences of these analyses at some levels is important. In this study, the comparison of beta regression and linear regression in terms of asymptotic efficiency of R-square values has been investigated. Since R-square is the first widely used criterion for making inferences about models, finding the more efficient one can help us to choose the correct method of analysis. The dataset on body fat was used and the dependent variable was regressed on the sixteen predictors using both analyses. After finding the best subset of variables, to examine the asymptotic efficiencies of R-square statistics, bootstrap study on the data has been performed. Results show that R-square in linear regression is asymptotically more efficient relative to pseudo-R square in beta regression.

Keywords: beta regression; linear regression; asymptotic efficiency; R-square

Introduction

Linear regression is the most widely used regression model. However, it may be necessary to model continuous data that take values in the standard unit interval (0, 1), such as rates and percentages. Some authors believe that linear regression is not appropriate for modeling such bounded data (Bayer & Cribari-Neto 2017). This is because it can give predictions for the variable of interest that exceed the lower and upper bounds of the variable. This is where beta regression becomes important. Beta regression method was developed by Ferrari and Cribari-Neto (2004). Zaman, Dündar and Aydın (2019) determined the macroeconomic variables that had a significant effect on the Gini coefficient using the beta regression model. Ünlü and Aktaş (2017) used beta regression analysis to model Turkey 2015 welfare index data with indicators such as income, health,

education. The aim of this study is to investigate the effects of using beta regression analysis in the modeling phase when dependent variable takes continuous values in the standard unit interval (0,1). In other words, if both linear regression and beta regression are applicable, I focused the preferable method from a different perspective. Asymptotic relative efficiency (ARE) is a well-known concept of comparing the efficiencies of both estimators and tests, since their exact distributions are, in general, intractable (DasGupta, 2008). There are three respective measures of efficiency which are used for comparing test statistics, Pitman's (1948), Hodges and Lehman's (1956) and Bahadur's (1960) efficiencies. Testing and estimation are paired with together in the Pitman efficiency (DasGupta, 2008). Let T_i be the estimator for a parameter $\tau(\theta)$. ARE of an estimator T_2 with respect to other estimator T_1 is the ratio of their asymptotic efficiencies and denoted as

$$ARE(T_2, T_1) = \frac{e(T_2)}{e(T_1)} = \frac{\sigma_{T_1}^2}{\sigma_{T_2}^2} \quad (1)$$

where $\sigma_{T_1}^2$ and $\sigma_{T_2}^2$ are the variances of T_1 and T_2 , respectively. Equation 1 takes nonnegative values (Serfling 1980). If this ratio is less than 1, then estimator T_1 is preferred and said to be more efficient than T_2 . The ARE of tests of association with misspecified explanatory variables and ARE of R-square analogues in logistic regression models have been studied (Begg & Lagakos 1990; Erees 2022).

Methodology

Beta Regression

Beta regression model is based on the assumption that the response variable follows a beta distribution. Beta distribution with the following probability density and distribution functions with

$$\text{Beta function } B(\alpha, \beta) = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta)}$$

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}, \quad 0 < x < 1 \quad (2)$$

$$F(x) = I_x(\alpha, \beta) = \frac{\int_0^x t^{\alpha-1} (1-t)^{\beta-1} dt}{B(\alpha, \beta)} \quad (3)$$

where $\alpha > 0$, $\beta > 0$ and $\Gamma(\cdot)$ is the gamma function. Link function is described as

$$g(\mu) = \sum_{i=1}^p \beta_{ik} X_{ik} \quad (4)$$

The Beta regression model can use different link functions such as log, logit, log-log, probit, Cauchy etc. (Dünder & Cengiz, 2020).

Coefficient of Determination (R-Square measure)

Coefficient of Determination (R^2) measure is usually used as tools for evaluation the predictive power of the regression models.

Suppose the dependent variable is a continuous variable, say y_i .

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon = \beta_0 + \beta' x + \varepsilon \quad (5)$$

where $\beta' = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ is a vector of k slope parameters, x 's are independent variables and the distribution of ε is assumed to be symmetric about 0. In linear models, error and total sum of squares are $SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ and $SSTO = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$, respectively, where \hat{y}_i is the value of y predicted by the linear regression Equation 5. As a proportion of variance, the idea of R^2 is attributable to these sums of squares as

$$R_O^2 = 1 - \frac{SSE}{SSTO} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (6)$$

In beta regression models,

$$R_p^2 = 1 - \left[\frac{-2LL_{null}}{-2LL_k} \right]^{2/n} \quad (7)$$

where LL_{null} is the log likelihood of null model, fit to a constant, LL_k is the log likelihood of full model and n is the degrees of freedom (Bayer & Neto 2017).

Results

Data has been reached from a study of fitting percent of a man's body fat (Johnson 1996; Penrose, Nelson, and Fisher 1985). This dataset was created to estimate the body fat percentage of individuals. Data is also included in the "UsingR" package in the R program. All variables are quantitative. 252 data are available in the dataset. However, two outliers have been detected and removed. Therefore, the application is based on $N = 250$ measures. The dependent variable indicates the percentage of a man's body fat, which is named as BFP. Table 1 shows the definitions of independent variables.

Table 1. Definitions of variables of the data set

Variable	Definition	mean	std	min	max
x_1	Density (gm/cm ³)	0.190	0.076	0.019	0.451
x_2	Age (yrs)	1.055	0.019	0.995	1.0991
x_3	Weight (lbs)	44.908	12.649	22	81
x_4	Height (inches)	179.062	29.210	125	363.15
x_5	Adiposity index=Weight/Height ² (kg/m ²)	70.320	2.615	64	77.75
x_6	FatFreeWeight=(1-fractionofbodyfat)*Weight(lbs)	25.448	3.622	19.1	48.9
x_7	Neck circumference (cm)	143.829	18.233	105.9	240.5
x_8	Chest circumference (cm)	38.014	2.424	31.1	51.2
x_9	Abdomen circumference (cm)	100.590	8.847	83.4	136.2
x_{10}	Hip circumference (cm)	92.602	10.700	70.4	148.1
x_{11}	Thigh circumference (cm)	95.902	7.062	85.3	147.7
x_{12}	Knee circumference (cm)	59.440	5.165	49.3	87.3
x_{13}	Ankle circumference (cm)	38.595	2.387	33	49.1
x_{14}	Extended biceps circumference (cm)	23.112	1.691	19.1	33.9
x_{15}	Forearm circumference (cm)	32.286	3.018	24.8	45
x_{16}	Wrist circumference (cm)	28.680	2.012	21	34.9

Table 2. Correlation matrix of the variables

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}
x_1	1,00															
x_2	-0,26	1,00														
x_3	-0,59	-0,02	1,00													
x_4	0,01	-0,24	0,53	1,00												
x_5	-0,72	0,11	0,83	0,03	1,00											
x_6	0,01	0,21	0,76	0,69	0,51	1,00										
x_7	-0,48	0,12	0,81	0,31	0,77	0,63	1,00									
x_8	-0,66	0,17	0,90	0,26	0,92	0,59	0,78	1,00								
x_9	-0,80	0,22	0,87	0,22	0,91	0,45	0,75	0,89	1,00							
x_{10}	-0,59	-0,08	0,93	0,43	0,83	0,68	0,72	0,81	0,84	1,00						
x_{11}	-0,53	-0,21	0,83	0,34	0,79	0,62	0,65	0,72	0,73	0,88	1,00					
x_{12}	-0,47	0,00	0,83	0,51	0,71	0,69	0,64	0,71	0,71	0,80	0,76	1,00				
x_{13}	-0,29	-0,14	0,69	0,46	0,56	0,64	0,52	0,55	0,50	0,62	0,61	0,72	1,00			
x_{14}	-0,48	-0,05	0,78	0,30	0,76	0,59	0,69	0,74	0,67	0,73	0,73	0,63	0,52	1,00		
x_{15}	-0,38	-0,07	0,75	0,33	0,69	0,63	0,71	0,68	0,59	0,68	0,67	0,62	0,56	0,76	1,00	
x_{16}	-0,30	0,21	0,70	0,39	0,61	0,66	0,72	0,65	0,60	0,60	0,50	0,65	0,65	0,60	0,64	1,00

The correlation matrix of the variables is shown in Table 2. When the correlation matrix for the dataset is analyzed, it is seen that the correlation structure between some variables contains strong and positive relationships.

It is clearly understood from density plot in Figure 1 and Shapiro wilk test (p-value = 0.102), BFP has a normal distribution with mean value of 0.1896 and a standard deviation 0.0765.

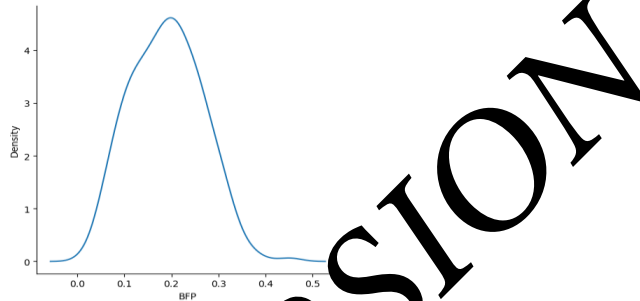


Figure 1. Density plot of BFP

The continuous outcome BFP was regressed on the 16 predictors using linear regression. Table 3 shows the linear regression results.

Table 3. Linear regression coefficients

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
Intercept	2.06	0.199	10.3	7.63e-21
x_1	-2.17	0.142	-15.3	5.01e-37
x_2	0.0000688	0.0000670	1.02	3.09e- 1
x_3	0.00101	0.000234	4.31	2.39e- 5
x_4	0.00437	0.00119	3.67	3.05e- 4
x_5	0.00326	0.00167	1.96	5.17e- 2
x_6	0.00254	0.000196	-13.0	2.32e-29
x_7	0.000354	0.000490	0.723	4.71e- 1
x_8	0.000613	0.000220	2.78	5.85e- 3
x_9	0.000220	0.000229	0.959	3.38e- 1
x_{10}	0.0000281	0.000308	0.0914	9.27e- 1
x_{11}	0.000845	0.000310	2.73	6.83e- 3
x_{12}	0.0000769	0.000510	0.151	8.80e- 1
x_{13}	-0.0000618	0.000464	-0.133	8.94e- 1
x_{14}	0.0000826	0.000361	0.229	8.19e- 1
x_{15}	0.000853	0.000417	2.05	4.17e- 2
x_{16}	0.00165	0.00113	1.46	1.44e- 1

After using backward elimination method, estimated linear model is

$$\widehat{BFP} = 2.06 - 2.17x_1 + 0.00101x_3 + 0.00437x_4 + 0.00326x_5 - 0.00254x_6 \\ + 0.000613x_8 + 0.000845x_{11} + 0.000853x_{15} + 0.00165x_{16}$$

R-square value of linear regression is 0.9873.

When the beta regression model was established, the information criteria, the Akaike Information Criterion (AIC) and the Bayesian Information Criterion (BIC) for the different link functions were determined as shown in the Table 4. It is accepted that the model with the smallest AIC and BIC values among the models with different link functions is the most appropriate model that best explains the data set (Bulut & Aydın 2020).

According to the Table 4, the loglog function was determined as the link function that gives the smallest information criterion and the loglog function was used in the following stages.

Table 4. Link functions

Link Functions	AIC	BIC
logit	-1309	-1246
probit	-1349	-1286
cloglog	-1282	-1218
cauchit	-1120	-1057
log	-1253	-1189
loglog	-1416	-1353

Table 5 shows the coefficients of beta regression, their standard errors and the significance of the independent variables. In the beta regression model, the variables x_1 , x_6 and x_{11} were found to have a significant contribution to the model.

Table 5. Beta regression coefficients (mean model with loglog link)

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
Intercept	10.7	1.05	10.2	2.41e-24***
x_1	-11.3	0.754	- 14.9	1.82e-50***
x_2	0.000566	0.000344	1.65	9.99e- 2
x_3	0.00157	0.00122	1.29	1.98e- 1
x_4	0.00579	0.00620	0.933	3.51e- 1
x_5	-0.00160	0.00868	-0.184	8.54e- 1
x_6	-0.00330	0.00104	-3.18	1.48e- 3***
x_7	-0.0000568	0.00250	-0.0227	9.82e- 1
x_8	0.00155	0.00113	1.37	1.72e- 1
x_9	0.0000385	0.00117	0.0328	9.74e- 1
x_{10}	-0.000818	0.00158	-0.516	6.06e- 1
x_{11}	0.00408	0.00159	2.57	1.01e- 2**
x_{12}	-0.000404	0.00262	-0.154	8.77e- 1
x_{13}	-0.00151	0.00237	-0.634	5.26e- 1
x_{14}	0.000572	0.00186	0.308	7.58e- 1
x_{15}	0.00143	0.00213	0.672	5.01e- 1
x_{16}	0.00565	0.00577	0.978	3.28e- 1

Signif. codes: *** 0.001; ** 0.01; * 0.05 ; 0.10

The estimated model is

$$\widehat{BFP} = 10.7 - 11.3x_1 - 0.00330x_6 + 0.00408x_{11}$$

Pseudo- R^2 was found 0.9265

To examine the stability values of R^2 statistics, we have performed bootstrap study with different numbers of bootstrap replications. The targeted population consists of $N = 250$ units. From this targeted population we randomly draw $n = 50, 100, 200, 250$ samples, with $B = 500, 1000, 5000$ bootstrap replications.

Table 6. Mean values of bootstrapped R-squares

	B = 500		B = 1000		B = 5000	
	Linear	Beta	Linear	Beta	Linear	Beta
n=50	0.995204	0.933568	0.994821	0.932136	0.994898	0.932744
n=100	0.992313	0.926863	0.992184	0.925449	0.992295	0.926775
n=200	0.989845	0.922030	0.989945	0.921789	0.990207	0.923710
n=250	0.989465	0.921821	0.989449	0.921595	0.988724	0.923160

The asymptotic efficiency of pseudo R^2 relative to R^2 for linear regression, it means that the efficiency R_p^2 relative to R_0^2 is $ARE(R_p^2, R_0^2) = \frac{\sigma^2(R_0^2)}{\sigma^2(R_p^2)}$. Therefore, when $ARE(R_p^2, R_0^2) > 1$ indicates superior efficiency of R_p^2 , $ARE(R_p^2, R_0^2) < 1$ indicates superior efficiency of R_0^2 .

Table 7. ARE values of bootstrapped R-squares

	B = 500	B = 1000	B = 5000
n=50	0.02245	0.02261	0.02178
n=100	0.04257	0.04163	0.04235
n=200	0.05711	0.05632	0.05723
n=250	0.06349	0.05962	0.05894

Table 7 shows the AREs of R-square statistics with respect to each other. According to the results in Table 7, if we use continuous and 0-1 bounded dependent variable, considering R_0^2 instead of R_p^2 will be more reasonable, because the entire ARE values associated with them are notably small. For instance, when $n=50$, $ARE(R_p^2, R_0^2) = 0.02$. Besides, when $n=200$, for R_p^2 the efficiency loss is almost 94%. There is at most 98% loss in efficiency.

Changing the bootstrap count does not cause significant change at the variance of the statistics. However, increasing the sample of size affects the efficiency. While sample size is increasing the efficiency of pseudo-R square increases relative to R-square for linear regression.

Conclusion and Discussion

According to the results, if we use a model with a dependent variable that is continuous and varies in the range 0-1, considering R_0^2 instead of R_p^2 will be more reasonable.

Increasing the sample of size seems to affect the efficiency. For both types of R^2 statistics, using beta regression instead of linear causes significant efficiency loss of R^2 statistic. Changing the bootstrap count does not cause significant change at the variance of the statistics.

Results show that R-square in linear regression is asymptotically more efficient relative to pseudo-R square in beta regression. In future studies, the effect of multicollinearity can be modified and the results can be interpreted on different data.

References

Bahadur, R. R. (1960). Stochastic comparison of tests. *The Annals of Mathematical Statistics*, 31(2), 276-295.

Bayer F.B. & Cribari Neto F. (2017) Model selection criteria in beta regression with varying dispersion, *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 46:1, 729-746

Begg, M. D., & S. Lagakos. 1990. "On The Consequences of Model Misspecification in Logistic Regression." *Environmental Health Perspectives* 87:69-75.

Başant, E. & Aydın, V. G. (2020). İntiharı etkileyen sosyal ve ekonomik faktörlerin beta regresyon analizi ile belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 422-436.

DasGupta, A. (2008). *Asymptotic Theory of Statistics and Probability*. Springer.

Dünder E. & Cengiz M.A., (2020). Model Selection in Beta Regression Analysis Using Several Information Criteria and Heuristic Optimization. *Journal of New Theory*, 33:76-84.

Erees S. (2022). Effects of dichotomizing continuous outcome on efficiencies of measures of explained variation in logistic regression: Simulation study and application, *Communications in Statistics: Case Studies, Data Analysis and Applications*.
<https://doi.org/10.1080/23737484.2022.2139019>

Ferrari S. & Cribari-Neto F., (2004). Beta Regression for Modelling Rates and Proportions. *Journal of Applied Statistics*, 31(7): 799-815

Hodges, J. L., Lehmann, E. L. (1956). The efficiency of some nonparametric competitors of the t test, *The Annals of Mathematical Statistics*, 27, 324-335.

Johnson, R. (1996). "Fitting Percentage of Body Fat to Simple Body Measurements." *Journal of Statistics Education* doi: 10.1080/10691898.1996.11910505. Retrieved from www.amstat.org/publications/jse/v4n1/datasets.johnson.html

Penrose, K., A. Nelson, & A. Fisher. (1985). "Generalized Body Composition Prediction Equation for Men Using Simple Measurement Techniques." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 17(2):189.

Pitman, E. J. G. (1948). *Lecture Notes on Nonparametric Statistical Inference*, Columbia University, New York.

Serfling, R. (1980). *Approximation Theorems of Mathematical Statistics*. New York:Wiley.

Ünlü, H. & Aktaş, S. (2017). Beta Regression for the Indicator Values of Well-Being Index for Provinces in Turkey. *Journal of Engineering Technology and Applied Sciences* 2(2),101-111.

Zaman T, Dünder E, Aydın S. (2019). Gini Katsayısını Etkileyen Faktörlerin Beta Regresyon Yöntemi Yardımı ile Belirlenmesi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 235-240.

CONDITIONAL INDEPENDENCE TESTING FOR CONFORMAL ROBUST NEURAL NETWORKS IN OUTLIER DETECTION*Mehmet Ali Kaygusuz¹ and Vilda Purutçuoğlu^{2*}**¹Department of Economics, Anadolu University, TURKIYE**²Department of Statistics, Middle East Technical University, TURKIYE***(vpurutcu@metu.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

Robust feed-forward neural network is one of the recent network structures that is based on the combination of the classical robust regression and the deep neural network. Moreover, the conditional randomization test (CRT) is another well-known approach that is based on the comparison of the known conditional distribution with the distribution of the data and it has not been applied yet within the deep neural networks. Hence, in this study, we combine both approaches to detect outlier observations in large data sets in such a way that we can get a conformal estimation to provide valid inference for machine learning models, including deep neural networks. In general, the conformal prediction method has not been applied yet for robust feed-forward neural networks, except it has been used to compute an upper bound for conformal prediction of classical deep neural network. In our analyses, we also implement CRT for robust feed-forward network for regression as a final step and assess the performance of underlying procedures with different number of observations and the number of parameters.

Keywords: *robust regression, conditional independence testing, deep neural networks*

Introduction

Deep neural networks have a lot of attention in recent years in machine learning, signal processing and bioinformatics. Additionally, robust feed-forward neural networks are one of favorable estimation procedures which is a combination with classical robust regression and one of the modern deep neural networks and it can also be used for the purpose of detection of influential observations when data is contaminated with outlier observations. For instance, Robust deep adversarial neural networks is studied by Gao et al. (2018, 2020) to detect outlier values on high dimensional regression. Moreover, lower and upper bounds for robust deep neural networks are

provided by Lederer (2021). On the other hand, this task can be computationally difficult, in particular, for feed-forward neural networks. Hereby, in this study, we propose conformal estimation of robust feed-forward neural networks to detect outlier values. Conformal estimation is a very recent popular methodology to provide valid inference for arbitrary machine learning models. Although conformal prediction method has not been applied for robust feed-forward neural networks for regression, more recently, it has been provided the upper bound for conformal prediction of deep neural networks by Bates et al. (2021).

On the other side, conditional independence is very important to define relationship between variables. Deep knockoff procedure has been proposed for deep neural networks to control false discoveries while one wants to identify relevant variables. Furthermore, conditional randomization tests (CRTs) have been applied for causal models with random forest and boosting algorithms. Even though Bellot and van der Schaar (2019) have applied conditional randomization test (CRT) for generative adversarial networks for classification, in this study, we consider that CRT would be interesting to apply for robust deep neural networks for regression while comparing with the known conditional distribution of the data. So we insert the CRT within robust feed-forward neural networks to detect outliers and assess the performance of underlying approach with different numbers of observations and the numbers of parameters.

Hereby, the outline of the paper is as follows: In the second section, we define robust feed-forward neural networks and conformal prediction for robust neural networks. Moreover, we give how to compute p-values of conditional randomization test for robust neural networks. In the third section, we examine proposed model selection procedure with different simulated datasets. Lastly, we leave conclusion and the future work for the fourth section.

Methodology

Robust Feed-Forward Neural Networks

Deep neural networks have gain a lot of popularity in machine learning, econometrics and time series analysis. The mission of training deep neural networks can be computationally challenging, and considerable effort has been dedicated to the development of practical algorithms which can find good solutions. A feed-forward neural network is a type of artificial neural network in which nodes' connections do not form a loop. Often referred to as a multi-layered network of neurons,

feed-forward neural networks are so named because of the fact that all information flows in a forward manner only. In this study, a robust version of multi-layer feedforward neural networks is used to detect outlier values on observations. Robust regression (Huber and Rochetti (1998)) is a form of regression analysis to find the relationship between independent variables and a dependent variable via robust statistics. Because, as known, certain estimators like least squares estimation for regression models are very sensitive to outliers.

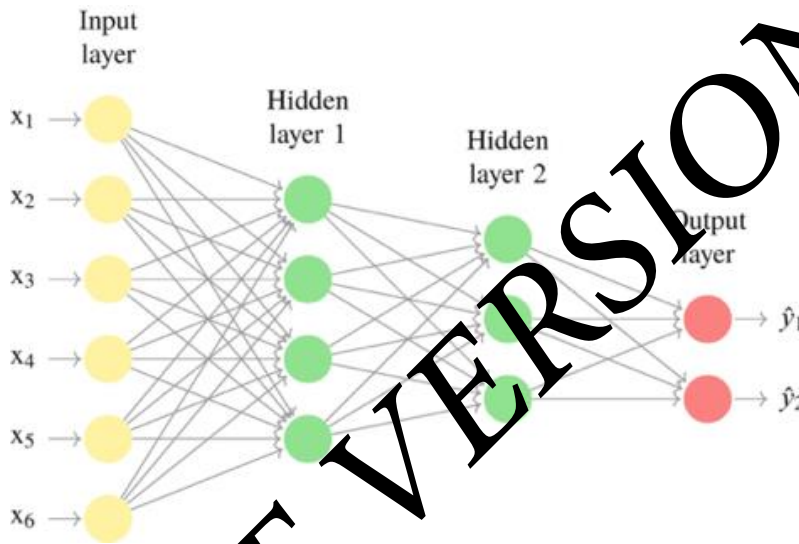


Figure 2. An example of deep neural networks with multiple hidden layers where x_i and y_i are input and outputs, respectively. After three stage hidden layers

Accordingly, in robust neural networks, if $x(t)$ indicates the input vector and $y(t)$ is the output vector. output from the j -th hidden layer, i.e. $h(x)$ vector can have a hyperbolic tangent (\tanh) activation function as seen in Equation 1. Here, other activation functions can be also selected such as sigmoid or rectified linear (ReLU) functions

$$h_j(x) = \tanh \left(\sum_{i=1}^{n_l} w_{ji}^{(l)} x_i(t) + w_{j0}^{(l)} \right) \quad (1)$$

in which $w_{ji}^{(h)}$ ($i = 1, \dots, n_l; j = 1, \dots, n_p; l = 1, 2, \dots$ for the l layer) is the j -th hidden layer weights vector of the i -th input and $w_{j0}^{(l)}$ denotes the i -th hidden layer bias vector. So, estimated output-layer-transfer function has the below form

$$f_i(x) = f(\sum_{j=1}^n w_{ij}^{(h)} h_j(x) + w_{i0}^{(h)}), \quad (2)$$

where $w_{jl}^{(l)}$ and $w_{ij}^{(h)}$ show the input to hidden layer vector and the hidden to output layer vector, respectively, and $w_{i0}^{(h)}$ presents the output layer bias vector.

Conformal Prediction

Conformal prediction (Vovk et al.(2005)) is a powerful distribution-free tool for quantification of uncertainty by establishing valid prediction intervals with finite-sample guarantees. Furthermore, the prediction sets are valid in a distribution-free sense and non-asymptotic guarantees even without distributional assumptions or model assumptions. Moreover, the exchangeability of data has an important role in conformal prediction. There are several studies which present the extension of conformal prediction. For instance, Lei and Wasserman (2014, 2018) have provided conformal bounds for parametric regression. More recently, Tikhshin et al. (2019) have applied conformal inference for covariance shift.

Lastly, Bates et al. (2021) have provided upper bound for conformal prediction with deep neural networks. In their approaches, let (X_i, Y_i) be independent identically distributed (i.i.d.) set of variables while X_i is an independent variable, and Y_i refers to a dependent variable. The aim in here is to split data into training set and calibration set denoted as $\{I_{train}, I_{cal}\}$ form by splitting from I to m and let $n = |I_{cal}|$ where $I_{cal} = \{1, \dots, n\}$. Here we can use arbitrary algorithms to fit the predictive procedure on training set while calibration points are represented as $(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)$ for this task. Also, we assume that $T: X \rightarrow Y$ is a set valued function which transforms a feature vector to a set valued prediction. T within the error level (α, δ) denotes risk controlling prediction set which has at least $(1 - \delta)$ while we have the risk of the set value predictor T as $R(T) < \alpha$. In this expression, the error level (α, δ) can be decided by researcher. Also, we assumed that set values predictors are indexed via a one-dimensional parameter λ .

Then, we define the risk of the set value predictor (T) via

$$R(T) = E(L(Y, T(X))), \quad (3)$$

where a loss function L measures the error of the estimated predictions. Thus, we consider the risk of the tolerance functions from family $\{T_\lambda\}_{\lambda \in T}$. We use shortly $R(\lambda)$ for $R(T_\lambda)$. Hereby, our aim is to find a set function which has a risk less than with certain level α threshold. For this reason, we investigate the collection of a set value of predictors $\{T_\lambda\}_{\lambda \in T}$ and estimate risk of data and it is not used for model training. Therefore, we can define upper confidence bound for the risk function for each λ via

$$P(R(\lambda) \leq (\widehat{R}^+(\lambda))) \geq 1 - \delta. \tag{4}$$

In equation, $\widehat{R}^+(\lambda)$ shows the upper confidence bound and might depends on $(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)$.

Conditional Randomization Test

Conditional independence is a very crucial statistical method to understand relationship between variables. Recently, it is shown that conditional independence testing for kernel logistic regression can be difficult without conditional assumption of $(X, Y|Z)$. Therefore, Candes et al. (2018) suggest conditional randomization test (CRT) for logistic regression without any distributional assumption of Y , but, knowing conditional distribution of X given Z . So, the CRT procedure is based on decision of dependent or independent variables as follows:

$$H_0: Y \perp\!\!\!\perp X|Z \text{ and } H_1: Y \not\perp\!\!\!\perp X|Z \tag{5}$$

More recently, CRT is introduced by Candes et al. (2018). In their studies they do not use any assumption about the distribution of Y . But, they assume that the joint conditional distribution of (X, Y, Z) is known. On the other hand, this testing procedure can be a challenging task when the number of parameters (p) is more than the number of observations (n). For this reason, we suggest to use conformal estimation in order to balance the difference between p and n . We assume that the conditional distribution of $X|Z$ is known and $Q(.|Z)$ indicates the distribution of X given $Z=z$ conditional on Z_1, \dots, Z_n . Hence, the CRT produces X values from data sets which have the following distribution:

$$X_1^{(1)} \sim Q(.|Z_i), \tag{6}$$

where it is obtained independently from $i=1, \dots, N$ and real values of X_i and Y_i

According to a null hypothesis H_0 , we can write

$$(X|Y=y,Z=z) = (X|Z=z) \sim Q(\cdot|z). \tag{7}$$

The two sides of Equation 7 are distributed by the same density. Thus, we may write the equation below:

$$(X^{(1)}, Y, Z) = (X, Y, Z) \text{ for all } X^{(1)} = (X_1^{(1)}, \dots, X_n^{(1)}) \text{ under } H_0. \tag{8}$$

If we have a difference between two sides of Equation 8, we can reject H_0 . In order to obtain the test values of null hypotheses, we have to repeat these steps k times. So that

$(X_i^{(k)}|X, Y, Z) \sim Q(\cdot|Z_i)$ can be obtained independently ($i=1, \dots, N$ and $k=1, \dots, K$). Accordingly, we assume that the conditional distribution of $(X, Y, Z), (X^{(1)}, Y, Z), \dots, (X^{(k)}, Y, Z)$ are identically distributed and exchangeable by null hypotheses. For this reason, $T(X, Y, Z)$ is also exchangeable via

$$T(X^{(1)}, Y, Z), \dots, T(X^{(k)}, Y, Z). \tag{9}$$

So, the p-value of CRT can be computed by

$$p = \frac{\{1 + \sum_{k=1}^K 1\} \{T(X^{(k)}, Y, Z) \geq T(X, Y, Z)\}}{1 + K}$$

p-values are obtained by the x vector against the value of the CRT copies.

Results

In this section, we show that the proposed model selection procedure with several simulated datasets. Hence, the firstly, we generate the multivariate normal distribution for independent variables of regression model which is sparse high dimensional regression when lasso regression has a sequence of fixed 100 lambda values, then, we simulate some example test data with similar formula, but, half of the number of observations of training data where the number of observations of training data is set to $n=100, 400$ and 1000 . However, the number of outlier observations is just about 10 or 20 percentage of total observations. In our analysis, we obtain outlier values for robust deep neural networks without and with conformal prediction to detect outlier values on observations when the numbers of parameters (p) are 10, 40, 80, 120 and 150. Moreover, we use

robust deep neural networks with two hidden layers with tanh activation functions. Therefore, the classical adam algorithm applied to train robust neural networks without conformal prediction. From the results it is seen that when the number of parameter (p) is increased from 10 to 150, robust neural network with conformal prediction finds slightly more outliers. Furthermore, when the number of observations is increased from 100 to 400 for robust neural network with conformal prediction detects more outliers than robust deep neural networks without conformal inference. On the other hand, when the number of observations is increased from 400 to 1000 for robust deep neural networks without conformal prediction and robust neural networks with conformal prediction have finds similar number of outliers and in this situation robust deep neural networks with conformal inference takes more computational time.

Table1: The number of outlier values of robust neural networks without and with conformal prediction while the outlier number is %10 of the total observations

p/n	n=100 without conformal	n=100 with conformal	n=400 without conformal	n=400 with conformal	n=1000 without conformal	n=1000 with conformal
p=10	2	2	2	2	3	3
p=40	2	2	2	3	5	4
p=80	2	2	2	4	8	7
p=120	2	4	3	3	8	8
p=150	2	5	3	4	8	8

Table2: The number of outlier values of robust neural networks without and with conformal prediction while the true outlier number is %20 of total observations

p/n	n=100 without conformal	n=100 with conformal	n=400 without conformal	n= 400 with conformal	n=1000 without conformal	n=1000 with conformal
p=10	2	2	2	2	4	4
p=40	3	4	3	4	6	5
p=80	3	4	3	5	8	9
p=120	3	5	3	5	10	9
p=150	3	5	3	6	10	10

Table 3: the p-values of CRT for given p and n when the percentage of outlier in the population is set to %10 and %20 while FDR=0.1.

%10 Outlier	n=100	n=400	n=1000	%20 Outlier	n=100	n=400	n=1000
	p values of CRT				p values of CRT		
p=40	0.193,	0.861,	0.655,	p=40	0.141,	0.116,	0.365,
	0.152	0.161	0.109		0.402	0.364	0.642
p=80	0.210,	0.401,	0.202,	p=80	0.305,	0.484,	0.325
	0.182,	0.141,	0.191,		0.131,	0.144,	0.134,
	0.136	0.114	0.121		0.113	0.114,	0.124
p=120	0.282,	0.642,	0.319,	p= 120	0.254,	0.645,	0.465,
	0.355,	0.364,	0.437,		0.166,	0.269,	0.161,
	0.134	0.116	0.238		0.121	0.118	0.118
p=150	0.735,	0.255,	0.955,	p=150	0.437,	0.241,	0.915,
	0.445,	0.182,	0.241,		0.323,	0.162,	0.413,
	0.319,	0.151,	0.161,		0.212.	0.128,	0.143,
	0.155	0.118	0.143		0.124	0.112	0.114

Then, in order to observe whether the percentage of outlier in data can effect the performance of the method, we repeat same analysis by increasing the percentage of outliers from %10 to %20. The results are presented in table 2.

Furthermore, we list p-values of selected variables via CRT in Table 3. The tabulated values present p-values for the number of observations is 100, 400 and 1000 under the number of parameter is 40, 80, 120 and 150 while the percentage of outlier in total population is %10 or %20. Moreover, when we calculate p-values of conditional randomization test for robust feed-forward neural networks, False discovery rate is set to 0.1 in order to check whether the CRT truly detect the significant variable. On the other hand, we should note that when the number of parameter is increased from 40 to 150, the CRT selects more variables, but, the number of selected variables is not changed too much when the number of observation has increased from 100 to 1000.

Conclusion

In this work, we have proposed an alternative model selection procedure for robust deep neural networks which based on conformal prediction via CRT approach in order to detect outliers. We have analysed the results under distinct p the number of parameters (p), the number of observations (n) and the percentage of outliers. The findings have shown that robust neural networks with CRT can successfully detect more outliers while p increases under same n. But, when n raises the effect of CRT as the conformal prediction procedure does not indicate significant different. This outcome has been observed when the percentage of outliers increase in the dataset. Thus, we propose the underlying procedure with limited sample size and specifically large the number of parameters where challenging inference and modelling problems are generally observed for further analyses. In future study, we consider to apply knockoff filter procedure with CRT to improve the sensitivity of the proposal approach under outlier observations.

Acknowledgement: Vilda Purutçuoğlu would like to thank to Huawei Turkey R&D Center for their support about the research on outlier detection.

References

Barber, R. F., & Candès, E. J. (2015). Controlling the false discovery rate via knockoffs. *The Annals of Statistics*, 43(5), 2055-2085.

Bates, S., Angelopoulos, A., Lei, L., Malik, J., & Jordan, M. (2021). Distribution-free, risk-controlling prediction sets. *Journal of the Association Computing Machinery (JACM)*, 68(6), 1-34.

Bellot, A. And van der Schaar, M. (2019) Conditional independence testing using generative adversarial networks. *Advances in Neural Information Processing Systems* 32, pp.1-10

Candes, E., Fan, Y., Janson, L., & Lv, J. (2018). Panning for gold. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Statistical Methodology)*, 80(3), 551-577.

Gao, C., Yuan, Y., & Weizhi, Z. (2018) Robust estimation via generative adversarial networks. *International Conference on Learning Representations*, pp.1-27.

Gao, C., Yao, Y., & Zhu, W. (2020). Generative adversarial nets for robust scatter estimation: A proper scoring rule perspective. *The Journal of Machine Learning Research*, 21(1), 6426-6473.

Kaygusuz, MA and Puruçtuoğlu, V. (2023a) Efficient multiple testing procedure for heterogeneous effect with survival forest. *In Proceeding of 10th Interational Congress on Fundemental and Applied Sciences and Engineering (ICFAS 2023)*, Istanbul, pp.1-6.

Kaygusuz, MA and Puruçtuoğlu, V. (2023b) Conditional randomization test for heterogeneous effect on biological networks with conformal inference. *In Proceeding of 7th Interational Conference on Mathematics (ICOMATH 2023)*, Istanbul, pp. 245-251.

Lederer, J. (2020). Risk bounds for robust deep learning. *arXiv preprint arXiv:2009.06202*, pp.1-17.

Lei, J., Robins, J., & Wasserman, L. (2013). Distribution-free prediction sets. *Journal of the American Statistical Association*, 108(501), 278-287.

Lei, J., G'Sell, M., Rinaldo, A., Tibshirani, R. J., & Wasserman, L. (2018). Distribution-free predictive inference for regression. *Journal of the American Statistical Association*, 113(523), 1094-1111.

Tibshirani, R. J., Foygel Barber, R., Candès, E., & Ramdas, A. (2019). Conformal prediction under covariate shift. In *Advances in Neural Information Processing Systems*, 32, pp.1-11.

Romano, Y., Sesia, M., & Candès, E. (2020). Deep knockoffs. *Journal of the American Statistical Association*, 115(532), 1861-1872.

Vovk, V., Gammerman, A., & Shafer, G. (2005). *Algorithmic learning in a random world* (Vol. 29). New York: Springer

DRAFT VERSION

FORECASTING CATTLE POPULATION IN TÜRKİYE***Fethi Şaban Özbek^{1*}, Semih Ergişi², İbrahim Demir³****¹Turkish Statistical Institute, Türkiye**²Department of Biostatistics, Ankara University, Türkiye**³ Turkish Statistical Institute, Türkiye***(fethiozbek@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Cattle breeding in Türkiye is of critical importance in meeting the animal protein needs of the increasing population due to its significant contribution to meat and milk production, which are the main animal protein sources. In addition, since Türkiye ranks 19th in the world and first in Europe in terms of cattle population, cattle breeding has an important potential for both the agricultural economy and the general economy in terms of production and export of value-added agricultural goods and processed products. In order to maximize these and similar benefits, to evaluate the structural problems in the livestock sector and to implement effective policies to increase the cattle population to optimum levels, it is of great importance to make data-based decisions and therefore produce sufficient and necessary data. Achieving this will be possible not only with existing data, but also by making forward projections with strong scientific methods and estimating the necessary data to plan the future now. The purpose of this research is to estimate the number of cattle for the next 10 years, using Türkiye's cattle number at the beginning of the year for the years 1930-2023. Box-Jenkins method was used in estimations. According to the research results, the ARIMA (1,1,0) model was determined to be the most appropriate model for the data, and it was estimated that the number of cattle at the beginning of the year will increase in the next 10 years, reaching 17.309.146 head in 2024 and 17.317.161 head in 2033.

Keywords: cattle population; forecasting; time series; ARIMA; Türkiye

Note: The opinions and contents of the article remains the responsibility of the authors, not of the Turkish Statistical Institute.

Introduction

Cattle breeding in Türkiye is crucial to satisfying the expanding population's animal protein needs because to its considerable contribution to meat and milk production, which are the main animal protein sources. Furthermore, because Türkiye ranks 19th in the world and first in Europe in terms of cattle population, cattle breeding has a significant potential for both the agricultural and general economies in terms of the production and export of value-added agricultural goods and processed products. To optimize these and related benefits, to evaluate structural difficulties in the livestock sector, and to execute successful policies to raise the cow population to optimal levels, it is critical to make data-driven decisions and thus generate adequate and high-quality cattle.

Methodology

The data for the number of cattle was obtained from the Turkish Statistical Institute (TurkStat) Publication of 'Indicators of 100 Years'. Türkiye's cattle number at the beginning of the year for the years 1930–2023, whose source is the Ministry of Agriculture and Forestry, was used in this study (TurkStat, 2023).

The Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), also known as the Box-Jenkins time series method, is commonly used in forecasting of agricultural commodity or prices (e.g. Alhas Eroğlu et al., 2019; Putri et al., 2019; Novanda et al., 2018). ARIMA can be described as a hybrid of two models: the autoregressive (AR) model combined with the Moving Average (MA) model. ARIMA notation (p, d, q) is commonly used to represent the ARIMA model. P is the AR process degree, d is the differentiation order, and q is the MA process degree (Putri et al., 2019; Box et al., 2015; Akdi, 2019). ARIMA (p, d, q) can be expressed as follows:

$$\hat{y}_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Here, μ is constant term, ϕ s and θ s are the parameters of autoregressive and moving average models. $e_{t-1} \dots e_{t-q}$ are random shocks that are supposed to have been chosen at random from a normal distribution (Duke University, 2023; Alhas Eroğlu et al., 2019).

Results

When looking at the autocorrelation function (ACF) graph of the series, it is observed that it decreases and approaches zero, and in the partial autocorrelation function (PACF) graph, except for the first delay, almost all other delays are within the confidence interval. So, we concluded that the ARIMA model can be used.

We used Akaike's Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC) values in order to decide which ARIMA model is the most appropriate. The AIC and BIC values can be used to compare alternative models, with lower values indicating a better match. We selected ARIMA (1,1,0) having the lowest AIC and BIC values in the ARIMA models as the forecast model.

It was estimated that the number of cattle at the beginning of the year will increase in the next 10 years, reaching 17.309.146 head in 2024 and 17.317.161 head in 2033 (Fig. 1).

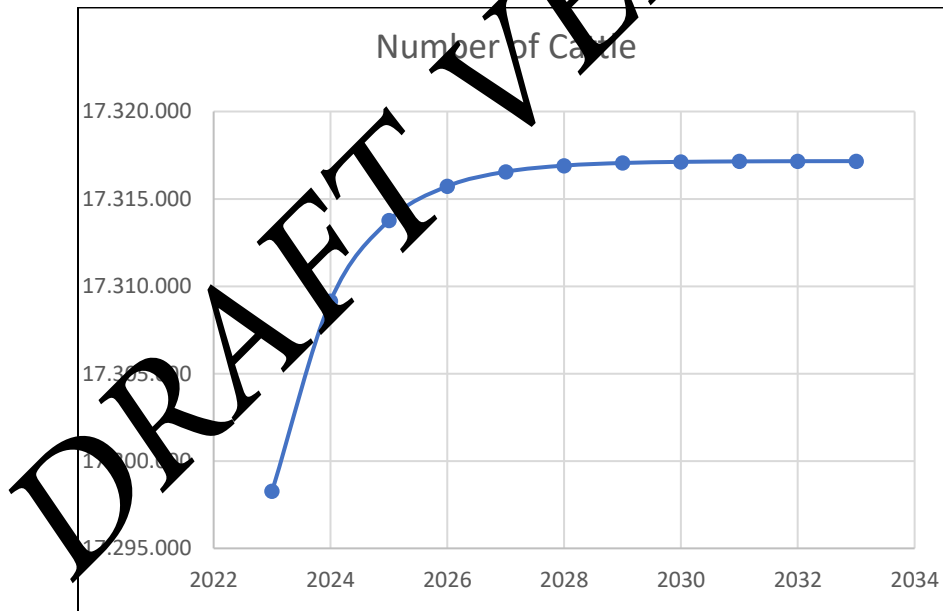


Figure 1. Model forecast results of the number of cattles in Türkiye (2024-2033)

Conclusion and Discussion

The Box-Jenkins method was used in this study to forecast the number of cattle for the period 2024-2033. According to the study's findings, the number of cattle in Türkiye will increase slightly over the following ten years, reaching 17.317.161 head in 2033. However, this increase (2,8%) is substantially below the increase over the past decade (16,9%). This demonstrates that the government should take the necessary precautions to raise the number of cattle over the next ten years in order to meet the increasing population's animal protein needs due to its substantial contribution to meat and milk production. Another study finding is that the ARIMA technique can be used to forecast the number of cattle in other countries and can be applied to forecast the number of other animal types.

References

- Akdi, Y. (2010). Zaman serileri analizi:(birim kökleri ve kointegrasyon). Gazi Kitabevi.
- Alhas Eroğlu, N., Bozoğlu, M., Kılıç Topuz, B. & Başer, U. (2019). Forecasting the Amount of Beef Production in Turkey. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi* , 5(2) , 101-107. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/tead/issue/50910/664731>.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control*. John Wiley & Sons.
- Duke University (2023). ARIMA models for time series forecasting. <https://people.duke.edu/~rtau/411arim.htm#arima110>.
- Novandi, R., Sumartono, E., Asriani, P., Yuliarti, E., Sukiyono, K., Priyono, B., Irnad, Reswita, Melli, O.italia, V. (2018). A Comparison of Various Forecasting Techniques for Coffee Prices. *Journal of Physics: Conference Series*, 1114(1). doi:10.1088/1742-6596/1114/1/012119.
- Putri, R.T., Sukiyono, K. & Sumartono, E. (2019). Estimation of Indonesian Beef Price Forecasting Model. *Journal of agricultural science*, Volume 2, Number 1, Page 46 – 55.
- TurkStat (2023). *Indicators of 100 Years*. Turkish Statistical Institute Publication. ISBN 978-625-8368-49-9.

**KİRALIK KONUT FİYATLARININ HEDONİK FİYAT TEORİSİ YAKLAŞIMINA
GÖRE SEMİPARAMETRİK YÖNTEM İLE TAHMİNİ: İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ****Zeynep Şengül^{1*}**¹*Ekonometri Bölümü/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul***(zzeynepsengul@gmail.com)***Özet**

Bu çalışmada konut fiyatlarını belirlemede kullanılan Hedonik Fiyat Teorisi'nden (HFT) faydalanarak İstanbul'un 39 ilçesi için konut özelliklerinin konut fiyatlarını etkilediği yön ve derecesi araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, konutun bulunduğu mekân dikkate alınarak İstanbul Konut piyasasının talebi hakkında bilgi sahibi olmaktır. Konutların kira fiyatlarının belirlenmesi için kullanılan değişkenler; konutun baktığı cephe, site içerisinde olma durumu, gördüğü manzara, enlem, boylam ve ilçelerin sosyo-ekonomik kademesi olarak belirlenmiştir. Model tahmini için semiparametrik model tercih edilmiştir. Bunun sebebi değişkenlerin bir kısmı parametrik forma sahipken bir kısmı nonparametrik forma sahiptir. Semiparametrik yöntem, hem parametrik hem de parametrik olmayan kısmı sayesinde bu değişkenleri tek modelde barındırabilmektedir. Tahmin sonuçlarına göre, konut kira fiyatları sırasıyla; güney, doğu, kuzey, batı cephesi sağlamaktadır. Konutun manzarası incelendiğinde sırasıyla; havuz, park ve yeşil alan konut fiyatlarında artış sağlarken şehir manzarasının fiyatları düşürücü etkisi olduğu görülmüştür. Konutun site içerisinde olması ve sosyo-ekonomik kademesi iyi olan ilçede yer alması konut fiyatlarını artırıcı etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Enlem ve boylam değişkenleri incelendiğinde konut kira fiyatları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı, nonparametrik forma sahip oldukları ve fiyatları doğrusal olarak arttırmadığı görülmüştür. İstanbul konut piyasasının talep yönüne ilişkin bilgi sahibi olmak açısından enlem ve boylam bilgileri önem arz ettiği sonucuna varılmıştır. Konutun fiziksel özelliklerinin dışında bulunduğu mekân konut fiyatları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. İstanbul'da uç kısımlarda yer alan Avcılar, Arnavutköy, Beylikdüzü, Büyükçekmece, Çatalca, Pendik, Silivri, Şile ve Tuzla ilçeleri en az konut kira bedeline sahipken merkezi noktalarda yer alan Beşiktaş, Kadıköy, Bakırköy, Şişli ve Üsküdar ilçeleri en fazla konut kira bedeline sahip olduğu belirlenmiştir. Bu ilçelerin ortak özellikleri raylı sitelere ulaşım, eğlence merkezine yakınlık ve nüfus artış hızı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma, enlem ve boylam değişkenleri ile

mekânsallığı barındırarak konut kira fiyatları üzerindeki talebi göstermesi sayesinde bütçelerine göre konut kiralayacak ve yatırım için ev alacak bireylere ön bilgi sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Hedonik Fiyat Teorisi, Semiparametrik Tahmin, İstanbul Konut Piyasası

Giriş

Konutun varlığı insanların temel ihtiyaçlarından bir tanesidir. Konutun sahip olmuş olduğu özellikler fiyatının belirlenmesinde önemli bir etkidir. Konutların manzarasının yeşil alan olması, havuzu veya binalara bakmasının yanı sıra evin baktığı cephe de güneş ışığından faydalanmak açısından konut fiyatlarını etkilemektedir. Konut fiyatlarında belirleyici en önemli özellik ise konutun bulunduğu mekandır.

Konut fiyatının birçok özelliği sebebiyle değer biçilmesi Hedonik Fiyat Teorisi (HFT) yaklaşımı ile sağlanmaktadır. Literatürde bu fiyat belirleyici özellikler farklı kategoriler altında ayrılmıştır. Bunlar; binanın yapısı, binanın bulunduğu lokasyon ve konusunu olduğu mahalledir (Jayasekare ve ark., 2019).

İstanbul'un 39 ilçesi dikkate alındığında ilçelerin farklı manzara özelliklerinin olduğu açıktır. Birçok ilçede bina yoğunluğu çok fazla iken, bazı ilçelerde konutlar deniz, havuz ve yeşil alan manzarasına sahiptir. İlçelerin sosyoekonomik gelişim kademeleri incelendiğinde 2 sınıfa ayrıldığı, birinci sınıftaki ilçeler ikinci sınıftaki ilçelere göre eğitim seviyesi daha yüksek, göç oranı daha az, hastane ve doktor sayısı daha fazla, atık hizmeti verilen nüfusun daha fazla olduğu görülmektedir. Burada açık görülmektedir ki ilçelerin sahip olduğu hizmette konut fiyatlarını etkilemektedir.

Çalışmada İstanbul'un 39 ilçesine ait kiralık konut fiyatları ve özellikleri arasındaki ilişki parametrik ve semiparametrik yöntemler ile incelenmiştir. Çalışmada İstanbul'un tercih edilmesinin sebebi ilçeler arasında gözle görülür dış göç, bina sayısı, manzara farklılığı olmasıdır. Özellikle üniversiteler ve iş fırsatları sebebiyle kiralık eve olan talep artmaktadır. Çalışmanın semiparametrik yöntem ile analiz edilmesinin sebebi ise, parametrik ve parametrik olmayan formların bir analiz edilmesidir. Analizde enlem ve boylam bilgisi dahilinde konutların yer aldığı mekanların konut fiyatlarını belirleyici özellik olduğu açıktır. İlçelerin sahip olduğu toplu taşıma

varlığının çeşitliliği, konutların İstanbul'un merkezinde yer alma durumu, eğlence merkezine ve boğaza yakınlık konut fiyatlarını etkileyebilmektedir.

İnsanların yatırım yapmadan önce hangi ilçelerde konut fiyatları daha yüksek kiraya sahip olduğunu araştırması gelirini arttırması açısından kıymetlidir. Bireylerin kiraladıkları konutlar kendi refah düzeylerine bağlıdır. Bu bağlamda bireyler ev kiralamadan önce hangi ilçelerin düşük-yüksek kira bedeline sahip olduğu bilgisine ulaşmak için bu çalışma yardımcı olacaktır.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde ilgili literatürün değerlendirilmesi yapılmıştır. Hedonik fiyat teorisine üçüncü bölümde yer verilmiştir. Dördüncü bölüm kullanılan metodolojiyi vermektedir. Veri ve değişkenlere ait bilgiler beşinci bölümde yer alırken, altıncı bölümde tahmin çıktıları yer almaktadır. Son olarak sonuç kısmına yer verilmiştir.

Literatür

Literatür incelendiğinde HFT yaklaşımı ile ilgili birçok çalışma olduğu görülmektedir. Bunlar arasında Pace (1995), Gencay ve Yang (1996), Çalp ve ark., (2002) yer almaktadır. Çalışmalarda en çok tercih edilen mekansallığın belirli bir şehrin içinde konut fiyatlarını nasıl etkilediği olmuştur. Kullanılan ekonometrik model çalışmalarda farklılık gösterdiği ve veri setinde olabilecek aykırı değerlere karşı dirençli yöntemlerin daha çok tercih edildiği görülmektedir.

Cingöz (2010), İstanbul ili için kapalı sitelerin bulunduğu semtlerin konut fiyatlarını etkileyen özellikleri incelemiştir. Çalışmada, konutun sahip olduğu alan, oda sayısı, otopark varlığı, suni gölet ve süs havuzun bulunması konut fiyatları üzerinde pozitif etkiye sahipken, şehir merkezine uzaklık konut fiyatları üzerinde negatif etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ilgili semtte verilen hizmet ile bölgenin kalitesi arasında pozitif ilişki olduğu ve konutun bulunduğu semtin fiyat üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Ozus ve ark. (2007), İstanbul ilinin seçilmiş Beşiktaş, Üsküdar, Bakırköy, Maltepe, Sarıyer ve Gaziosmanpaşa ilçelerinde konut fiyatlarını etkileyen farklı özellikler ile her ilçe ayrı tahmin modeli gerçekleştirmiştir. Değişkenler, Kat alanı, denizi görme durumu, PVC pencere, kat sayısı, yangın merdiveni, oturma odası sayısı, bina yaşı, park yeri olma durumu, asansör varlığı değişkenlerini kullanmıştır. EKK tahmin sonuçlarına göre tüm bu değişkenlerin konut fiyatlarını arttırıcı etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır.

Çağlayan Akay ve Eban (2011), İstanbul şehrinin 39 ilçesindeki konut fiyatlarını etkileyen ev özelliklerini HFT yaklaşımı ile incelemişlerdir. Çalışmada 20 değişken tanımlayarak özelliklerin konut fiyatlarına etkisini Kantil regresyon ve EKK modeli ile incelemişlerdir. Konutun baktığı cephenin kuzey, doğu, batı olması durumunda konut fiyatlarını negatif etkilediğini çalışmada ortaya koymuşlardır.

Koramaz ve Dökmeci (2012), İstanbul konut piyasasının araştırılması için hedonik fiyat modellemesinden faydalanarak yarı logaritmik formda konut fiyatları ve özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Konutun sahip olduğu alan büyüklüğü, merkeze olan uzaklık, toplu taşımaya uzaklık, sahile uzaklık olarak belirlenmiştir. Konutun alanının büyüklüğü ve merkezi alanda yer alması konut fiyatlarını pozitif etkilerken, konutun toplu taşımaya merkeze ve sahile uzaklığı arttıkça konut fiyatlarını negatif etkilediği belirtilmiştir.

Bekar (2013), İstanbul ilinde yer alan konut özelliklerinin fiyatlar üzerindeki etkisi için konutun alanı, oda sayısı, banyo sayısı, konutun tipi, balkon varlığı, bina yaşı ve ısınmanın kombi ile sağlanma durumunu doğrusal, log-doğrusal model ve mekânsal modeller ile incelemiştir. Konutun alan büyüklüğü, oda sayısı, banyo sayısı, balkon varlığı konut fiyatını artırırken, konutun daire olması ve konutun kombi sağlamaması durumu konut fiyatını azalttığı belirtilmiştir.

Kangallı Uyar ve Yayla (2016) yaptıkları çalışmada, İstanbul konut piyasasının talep yönüne ilişkin bilgi sahibi olmak için mekânsal bağımlılığı dikkate alan hedonik fiyat modeli ve en küçük kareler modelini kullanarak incelemiştir. Konutun özellikleri olarak, bulunduğu kat, ısınma türü, krediye uygunluk, ankastre mutfak, mobilya, gömme dolap, beyaz eşya, klima, zemin türü, jakuzi, yüzme havuzu, güvenlik, otopark, boğaz manzarası, yaşam kalitesi kullanılmıştır. Bulunduğu katın bodrum ve zemin olması, ısıtmanın soba olması, mobilya olması ve marley zemin olması konut fiyatlarını negatif etkilerken diğer tüm değişkenler konut fiyatlarını pozitif etkilemektedir. Model tahmin sonuçları karşılaştırdığında Mekansal Durbin modelinin konut fiyatları ve özellikleri arasındaki ilişkiyi en Küçük kareler yöntemine göre daha iyi açıkladığını ifade etmişlerdir.

Literatür incelendiğinde konut piyasasına ilişkin birçok çalışma vardır. Genellikle çalışmalarda doğrusal model, mekânsal modeller ve aşırı değerlerden dolayı kantil regresyon kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada veri setinde olabilecek hem parametrik hem de parametrik olmayan

veri setlerinin modelde yer almasına olanak sağlayan semiparametrik yöntem ile analiz yapılması uygun görülmektedir. Çalışmalarda mekânsal modellerden faydalanılsa da bu çalışmada enlem ve boylam değişimleri semiparametrik model ile tahmin edildiğinde konut kira fiyatlarının ilçeler üzerindeki etkileşimini incelemesine imkan sağlayacaktır.

Hedonik Fiyat Teorisi

Hedonik Fiyat Modeli (HFM), İktisat Tüketici teorisine dayanan ve heterojen malların sahip oldukları özelliklerin farklı fayda sağladığını gösteren modeldir. Konutlar ülkede alındığında konut fiyatını etkileyen oda sayısı, bina yaşı, banyo sayısı, asansör, konutun bulunduğu ilçe ve komşusu olduğu ilçeler gibi birçok başka özellik vardır. HFM, konut özellikleri ve konut fiyatlarının piyasadaki değerini belirlemek için kullanılmaktadır. Lancaster hanehalkının tüketimi ve iktisadi talep teorisi ile ilgilenmiş iktisatçı olarak, malın sahip olduğu özelliklerin tüketimi ile malların tüketimi arasında doğrusal ilişki olduğunu ifade etmektedir. HFM, malın özellikleri ile fiyatı arasında ilişkisini saptamak için kullanılan ve temel regresyon analizine dayanan modeldir (Lancaster, 1966).

Konutun olduğu bir sınıf n tane karakteristik özellik ile tanımlanmıştır. Denklem 1 de yer alan modelde K konut sınıfı ifade etmektedir.

$$K = (K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n) \quad (1)$$

Hedonik fiyat fonksiyonu

$$F(K) = P(K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n) \quad (2)$$

Fonksiyonda yer alan F konutun fiyatını K ise konutun özelliklerini ifaden eden vektördür. Bir alıcı veya satıcı konutun fiyatlarını diğer konutlar ile kıyaslarken sahip olduğu özellikler niteliğinde elde edilen hedonik fiyat regresyon modelidir (Rosen, 1974).

Metodoloji

Ekonometride bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi açıklamak için en çok kullanılan yöntem En Küçük Kareler (EKK) yöntemi olmaktadır. EKK yöntemini kullanmak için belirli varsayımların sağlanması gerekmektedir. Çalışmalarda parametrik olmayan yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Bunun sebebi parametrik olmayan yöntemlerin herhangi bir varsayım

sağlamasına gerek olmamasıdır. Bu durumda semiparametrik yöntemlerin kullanılması avantajlı olmaktadır.

Parametrik olmayan modelin hiçbir varsayımı sağlama zorunluluğunun olmaması avantaj iken semiparametrikte parametrik olmayan olarak birçok değişken eklemek modeli tahmin etmek ve yorumlamada probleme sebep olabilir (Hardle ve ark., 2004: 18).

Semiparametrik modellerde değişkenlerin bir kısmı parametrik dahil edilirken bir kısmı nonparametrik olarak modele dahil edilmektedir. Semiparametrik regresyon modeli Denklem 3'te yer almaktadır.

$$y = X\beta + m(Z) + \varepsilon \quad (3)$$

Denkleminde yer alan Y bağımlı değişkeni, X parametrik değişkeni Z ise nonparametrik değişkeni ifade eden bağımsız değişkenlerdir. β ve $m(\cdot)$ sırasıyla parametrik değişkenlerin parametre vektörünü, parametrik olmayan değişkenlerin fonksiyonunu göstermektedir (Çağlayan Akay ve Uyar Kangallı, 2017: 272).

Veri ve Değişkenler

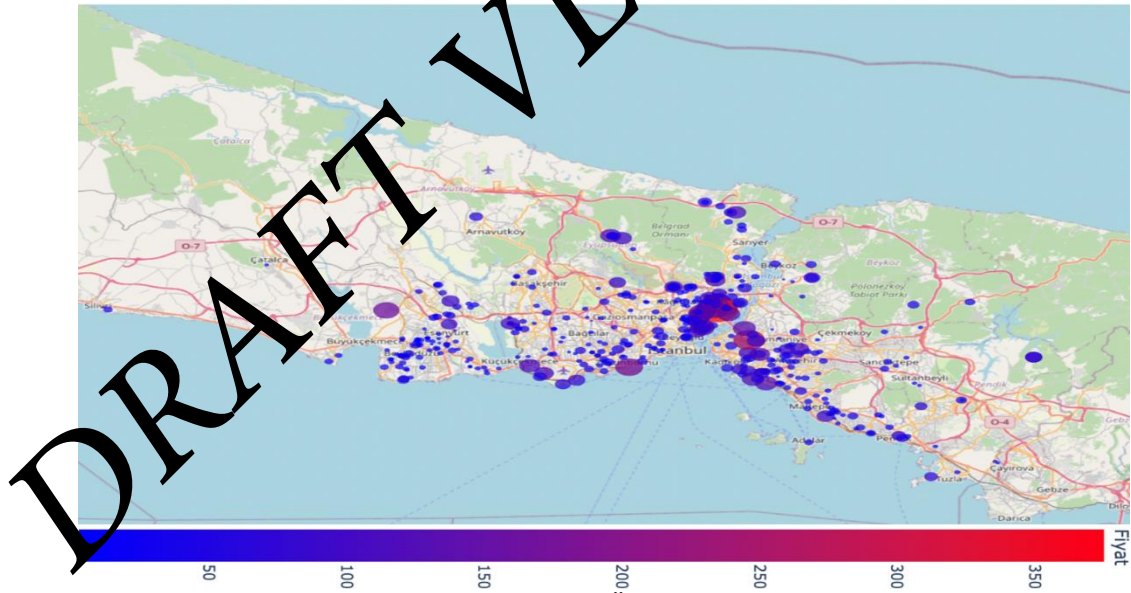
Çalışmada İstanbul'un 39 ilçesi için 2023 yılı Ocak-Şubat aylarına ait kiralık konut verileri kullanılarak konut kiralama belirleyici özellik olan konutun baktığı cephe, manzara, site içerisinde olma durumu, ilçenin sosyo-ekonomik seviye kademesi ve konutlara ait enlem, boylam verilerinin konut fiyatını nasıl etkilediği araştırılmaktadır.

Veri setinde 39 ilçeye ait 414 gözlem sayısı tabakalı örneklem büyüklüğüne göre belirlenmiştir. Bu gözlemlerin ilçelere göre dağılımı Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. İlçelere ait Gözlem Sayısı

İlçeler		İlçeler		İlçeler	
Adalar	1	Büyükçekmece	8	Maltepe	15
Arnavutköy	2	Çatalca	1	Pendik	10
Avcılar	12	Çekmeköy	4	Sancaktepe	4
Ataşehir	13	Esenler	2	Sarıyer	26
Bağcılar	8	Esenyurt	35	Silivri	4
Bahçelievler	11	Eyüpsultan	10	Şile	2
Bakırköy	13	Fatih	11	Şişli	31
Başakşehir	13	Gaziosmanpaşa	6	Sultanbeyli	2
Bayrampaşa	2	Güngören	5	Sultanazade	2
Beşiktaş	22	Kadıköy	22	Tuzla	4
Beykoz	8	Kağıthane	23	Ümraniye	11
Beylikdüzü	20	Kartal	11	Üsküdar	11
Beyoğlu	8	Küçükçekmece	15	Zeytinburnu	6
Toplam					414

Konut fiyatlarının harita üzerindeki gösterimi Şekil 1'de yer almaktadır.

**Şekil 1.** Konut Fiyatlarının Harita Üzerindeki Dağılımı

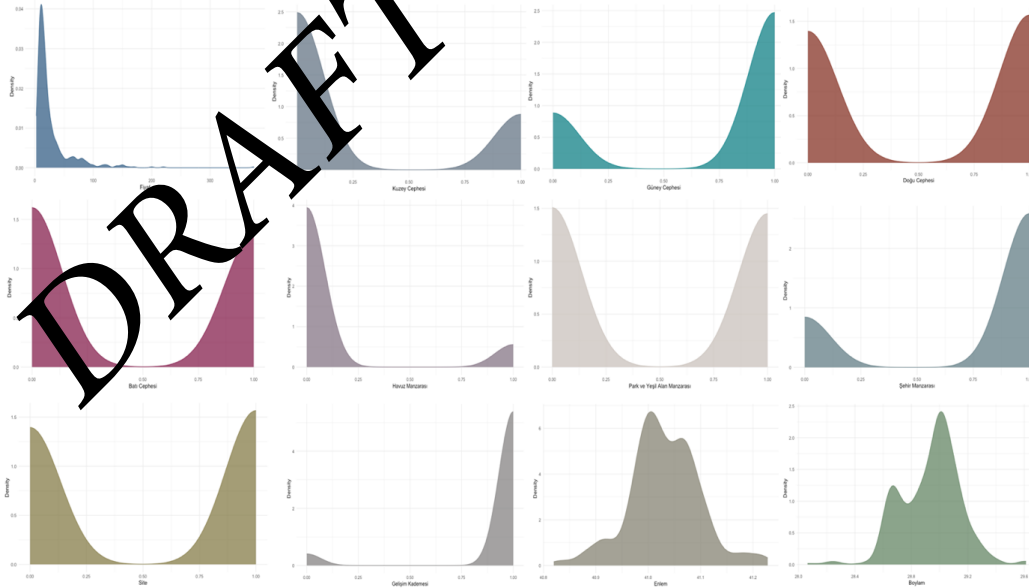
Şekil 1'de incelendiğinde harita fiyat göstergesinde maviden kırmızıya gidildikçe konut fiyatlarının arttığını göstermektedir. Kırmızı ve mor noktaların daha çok İstanbul'un merkezinde yer aldığı görülmektedir. Denize yakın evlerin daha yüksek fiyata sahip olduğu görülmektedir. Tablo 2'de değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Değişken Kodu	Değişken Tanımı	Ort.	Std. Sp.	Min.	Max.
Kira Fiyatı	Fiyat	Konut kira fiyatı (TL)	28.155	35.373	2.500	375.000
Kuzey	Kuzey	Konut kuzey cephesine bakıyor ise 1, bakmıyor ise 0 değerini alan	0.2633	0.4410	0	1
Güney	Güney	Konut güney cephesine bakıyor ise 1, bakmıyor ise 0 değerini alan	0.7367	0.4410	0	1
Doğu	Doğu	Konut doğu cephesine bakıyor ise 1, bakmıyor ise 0 değerini alan	0.5314	0.4996	0	1
Batı	Batı	Konut batı cephesine bakıyor ise 1, bakmıyor ise 0 değerini alan	0.5665	0.4987	0	1
Havuz Manzarası	Havuz	Konut havuz manzarasını görüyor ise 1, görmüyor ise 0 değerini alan	0.1256	0.3318	0	1
Şehir Manzarası	Şehir	Konut şehir manzarasını görüyor ise 1, görmüyor ise 0 değerini alan	0.7512	0.4328	0	1
Park ve Yeşil Alan Manzarası	ParkYeşil	Konut park ve yeşil alan manzarasını görüyor ise 1, görmüyor ise 0 değerini alan	0.4928	0.5006	0	1
Site	Site	Konut site içerisinde yer alıyorsa 1, almıyorsa 0 değerini alan	0.5338	0.4995	0	1
Sosyo-Gelişim Kademesi	Gelişim	Sosyo-ekonomik kademesi 1 olan ilçelerin 1, 2 olan ilçelerin 0 değerini aldığı	0.9299	0.2555	0	1
Enlem	Enlem	Konutun bulunduğu enlem bilgisi olan	41.0311	0.0673	40.8196	41.2280
Boylam	Boylam	Konutun bulunduğu boylam bilgisi olan	28.9361	0.2064	28.0635	29.6127

*Kaynak: Konutun özelliklerine dair veriler www.sahibinden.com 'den alınmıştır. Sosyo-ekonomik gelişim kademesi değişkeni www.sanayi.gov.tr tarafından yayınlanmış olan SEGE 2022 rapordan alınmıştır. Enlem ve boylam noktaları ilandaki belirtilen adres dikkate alınarak www.maps.google.com üzerinden elde edilmiştir.

Tablo 2’de yer alan tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde fiyat değişkeni için 2.500 ile 350.000 TL arasında değiştiği ortalamasının ise 28.155 TL olduğu görülmektedir. Fiyat dağılımının daha çok 30 bin TL civarında olduğu ve bu durumda veriler arasındaki farktan dolayı standart sapmanın yüksek olduğunu ve aşırı değerlere sahip olabileceği görülmektedir. Evin baktığı cepheler incelendiğinde, kuzey ve batı cephesine daha az bakan konutlar mevcutken güney ve doğu cephesine bakan konutların daha fazla olduğu görülmektedir. Konutun sahip olduğu manzaralar incelendiğinde havuz manzarasına sahip çok az konutun olduğu, park ve yeşil alana bakmayan konutların daha fazla olduğu, şehir manzarasına bakan konutların ise çok daha fazla olduğu görülmektedir. Konutun site içerisinde olma durumu 0.53 ortalama ile site içerisinde olmama durumuna göre daha fazladır. İlçelerin sosyo-ekonomik kademesi dikkate alındığında kademesi yüksek olan ilçeler çok fazladır. Enlem değişkeni incelendiğinde 40.8196 ve 41.2280 enlemleri arasında yer aldığı ve 0.0673 standart sapma değerinin 0.0673 ile küçük olduğu görülmektedir. Boylam değişkeni için 28.0635 ile 29.6127 değerleri arasında yer aldığı ve standart sapmanın 0.2064 olduğu görülmektedir. Bu bilgiler neticesinde değişkenlerin aşırı değerlere sahip olduğu ve normal dağılımı sağlayamadığı düşünülmektedir. Değişkenlerin dağılımları hakkında bilgi sahibi olmak için yoğunluk grafikleri Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Değişkenlere ait Yoğunluk Grafikleri

Şekil 2’de yer alan yoğunluk grafikleri incelendiğinde serilerin birden fazla tepeye sahip olduğu ve normal dağılıma sahip olmadıkları düşünülmektedir. EKK varsayımlarından bir tanesi serinin normal dağılıma sahip olmasıdır.

Tahmin Sonuçları

Çalışmada parametrik ve semiparametrik yöntemler kullanılmıştır. Parametrik yöntemin varsayımları normal dağılım, model spesifikasyonun doğru tanımlanması ve sabit varyanstır. Parametrik model ilgili varsayımları sağladığında yorumlaması kolaydır. Fakat veri setinde parametrik olmayan bir değişken söz konusu iken bu değişkeni parametrik formda tahmin edilmek yanlış sonuçları vermektedir. Semiparametrik yöntem hem parametrik hem de parametrik olmayan kısmı ile bu iki formu tek modelde barındırmakta aynı zamanda parametrik modeldeki varsayımları sağlamak zorun değildir.

Parametrik ve semiparametrik tahmin için kurulacak modeller Denklem 4 ve Denklem 5’te yer almaktadır.

$$LFİYAT_i = \alpha + \beta_1 KUZEY_i + \beta_2 GÜNEY_i + \beta_3 DOĞU_i + \beta_4 BATI_i + \beta_5 HAVUZ_i + \beta_6 ŞEHİR_i + \beta_7 PARKYEŞİL_i + \beta_8 GELİŞİM_i + \beta_9 SİTE + \beta_{10} ENLEM_i + \beta_{11} BOYLAM_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$LFİYAT_i = \alpha + \beta_1 KUZEY_i + \beta_2 GÜNEY_i + \beta_3 DOĞU_i + \beta_4 BATI_i + \beta_5 HAVUZ_i + \beta_6 ŞEHİR_i + \beta_7 PARKYEŞİL_i + \beta_8 GELİŞİM_i + \beta_9 (SİTE) + \beta_{10} (ENLEM) + \beta_{11} (BOYLAM) + \varepsilon_i \quad (5)$$

Tablo 3’te parametrik ve semiparametrik tahmin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3. Parametrik ve Semiparametrik Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Parametrik Tahmin	Semiparametrik Tahmin	
C	-119.5632 (25.698)***	1.8112 (0.206)***	
Kuzey	0.1591 (0.090)*	0.1760 (0.085)**	
Güney	0.2626 (0.088)**	0.2658 (0.083)***	
Doğu	0.2193 (0.079)***	0.1983 (0.076)***	
Batı	0.2004 (0.079)**	0.1782 (0.075)**	
Havuz	0.2885 (0.118)**	0.3237 (0.112)***	
Şehir	-0.2063 (0.091)**	-0.2716 (0.087)**	
ParkYeşil	0.1991 (0.084)**	0.2085 (0.088)**	
Site	0.2923 (0.084)**	0.4254 (0.084)***	
Gelişim	0.6807 (0.132)***	0.5350 (0.184)***	
Enlem	2.168 (0.589)***	F Test 2.073**	Serbestlik Derecesi 7.930
Boylam	1.118 (0.193)***	F Test 11.376***	Serbestlik Derecesi 5.689
R^2	0.22		
F Test	11.0***		
JB Test	3.828***		
Ramsey Reset Test	7.223***		
White Test	22.497**		

Not: (i) Bağımlı değişken logaritmik formda dahil edilmiştir.

(ii) Katsayı istatistikleri *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10'a göre anlamlıdır.

(iii) Parantez içindeki değerler standart hatayı vermektedir.

Semiparametrik modelde parametrik alınması gereken değişkenin nonparametrik olarak alınması modelin güvenilirliğini etkilemektedir. Bu sebeple F testi ile değişkenler test edilmektedir. F testi kurulan modeller arasında seçim yapmamızı sağlamaktadır.

Tablo 4. Kısmi F Testi Sonuçları

ENLEM	
Model 1: LnFiyat ~Kuzey+ Güney + Doğu + Batı + Şehir + Parkyeşil+ Havuz +Site+ Gelişim + s(Enlem) + s(Boylam)	Kısmi F Test I F istatistik: 11.915 [0.000] *
Model 2: LnFiyat ~Kuzey+ Güney + Doğu + Batı + Şehir + Parkyeşil+ Havuz +Site+ Gelişim +s(Enlem)	
Model 1: LnFiyat ~Kuzey+ Güney + Doğu + Batı + Şehir + Parkyeşil+ Havuz +Site+ Gelişim + s(Enlem) + s(Boylam)	Kısmi F Test II F istatistik: 7.5181 [0.000] *
Model 2: LnFiyat ~Kuzey+ Güney + Doğu + Batı + Şehir + Parkyeşil+ Havuz +Site+ Gelişim +Boylam+s(Enlem)	
BOYLAM	
Model 1: LnFiyat ~Kuzey+ Güney + Doğu + Batı + Şehir + Parkyeşil+ Havuz+ Site + Gelişim + s(Enlem) + s(Boylam)	Kısmi F Test I F istatistik: 2.667 [0.009]*
Model 2: LnFiyat ~Kuzey+ Güney + Doğu + Batı + Şehir + Parkyeşil+ Havuz +Site+ Gelişim +Enlem+s(Boylam)	
Model 1: LnFiyat ~Kuzey+ Güney + Doğu + Batı + Şehir + Parkyeşil+ Havuz + Site + Gelişim + s(Enlem) + s(Boylam)	Kısmi F Test II F istatistik: 2.336 [0.001]*
Model 2: LnFiyat ~Kuzey+ Güney + Doğu + Batı + Şehir + Parkyeşil+ Havuz +Site+ Gelişim +s(Boylam)	
LR test	72.095*
Not: *, %1'e göre anlamlılığı göstermektedir. (ii) Köşeli parantez p anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. (iii) $\chi^2_{13;0.05}$, anlam düzeyinde tablo değeri: 22.36'dır.	

Tablo 4 incelendiğinde semiparametrik olarak kurmuş olduğumuz model dört alternatif model karşısında F testi ile sınanarak Enlem ve Boylam değişkenlerinin doğrusallık kısıtının reddedildiğini ve nonparametrik formda eklenmesi gerektiğini göstermektedir. LR test sonucu incelendiğinde iki model arasında herhangi bir farklılık olmadığını ifade eden temel hipotez reddedilmektedir. LR test sonucuna göre konut fiyatları ve özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için parametrik yerine semiparametrik modelin kullanılmasının doğru olduğu görülmektedir.

Tablo 3'te yer alan tahmin sonuçları incelendiğinde parametrik tahmin için sağlanması gereken varsayımların sağlanamadığı; Jarque-Bera testinin normal dağılıma uyduğu temel hipotezi reddedildiği, Ramsey Reset testinin modelin matematiksel formunun yanlış olmadığı temel hipotezinin reddedildiği ve White testin sabit varyansa sahip olduğu temel hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.

Yarı logaritmik model tahmininde kukla parametre katsayıları Halvorsen ve Palmquist (1980) yaklaşımına göre Denklem 6'daki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{parametre katsayısı} = (e^{\beta} - 1) * 100 \quad (6)$$

Modelde yer alan evin baktığı cepheyi ifade eden kuzey, güney, doğu, batı cephelerinin hepsi kira fiyatını arttırmaktadır. Fiyatı en fazla etkileyen cepheler sırasıyla; güney (0.3003), doğu (0.2452), batı (0.2219), kuzey (0.1724), şeklindedir. İnsanlar en az ücret ödemeye istekli oldukları cephe kuzey cephesi olduğu görülmektedir.

Fiyatı etkileyen evin manzarası değişkenleri incelendiğinde en fazla konut fiyatını arttıran değişkenler sırasıyla; havuz (0.3344), park ve yeşil alan (0.2213), şehir (-0.2291) manzarası olmaktadır. İnsanlar havuz, park ve yeşil alan manzarası için daha fazla fiyat ödemeye istekliken şehir manzarası için daha fazla ücret ödemeye istekli olmadıkları görülmektedir. Konuttan site içerisinde olması kira fiyatlarını 0.3395 arttırırken konutun sosyo-ekonomik bakımdan daha gelişmiş ilçede yer alması konut kira fiyatlarını 0.9155 arttırmaktadır.

Semiparametrik model incelediğinde, evin kuzey cephesi olması durumunda 0.1924 güney cephesi olması durumunda 0.3045, doğu cephesi olması durumunda 0.2193, batı cephesine bakması durumunda 0.1951, katsayılar incelendiğinde insanların en fazla ücreti ödemeye istekli oldukları cepheler sırasıyla; güney, doğu, kuzey ve batı şeklindedir.

Evin gördüğü manzara havuz olması durumunda 0.3822, park ve yeşil alana bakması durumunda 0.2318, şehir manzarasına bakması durumunda -0.3121'dur. Katsayılar incelendiğinde insanlar en fazla havuz manzarasına ücret ödemeye istekli oldukları, şehir manzarası için daha fazla ücret ödemeye istekli olmadıkları görülmektedir. Konutun site içinde olması durumunda 0.6248 iken konut ilçe katedmesi yüksek olan ilçede yer alması durumunda 0.7027 konut kira fiyatlarını arttırmaktadır.

Semiparametrik tahminin nonparametrik kısmındaki değişkenlere ait kısmi regresyon fonksiyonlarının ne kadar düzleştirildiklerini etkin serbestlik dereceleri göstermektedir. Enlem ve boylam değişkeni istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı gösteren F test istatistiklerini vermektedir. Bu sonuçlara göre nonparametrik formda dahil edilen enlem ve boylam parametreleri istatistiksel olarak anlamlıdır.

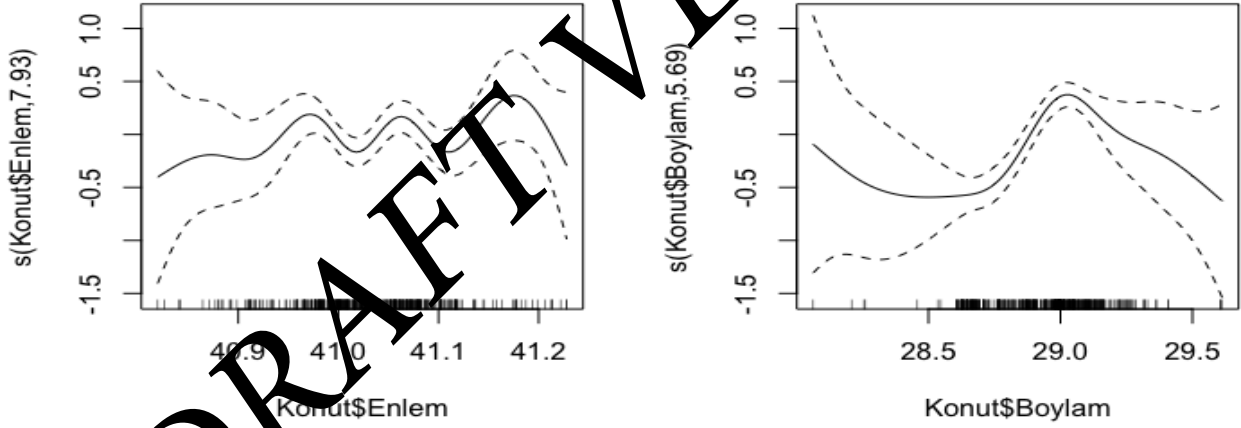
Modellerin ön görü performansını karşılaştırmak için ortalama kare hata (MSE) ve hata kareler ortalaması karekökü (RMSE) sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. EKK ve Semiparametrik Öngörü Değerleri

Model	MSE	RMSE
Parametrik	0.5763	0.7592
Semiparametrik	0.4856	0.6968

Model performans istatistikleri incelendiğinde semiparametrik modelin daha az hataya sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 3'te semiparametrik modelin konut fiyatları ile parametrik olmayan formda dahil edilen enlem ve boylam değişkenleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler yer almaktadır.

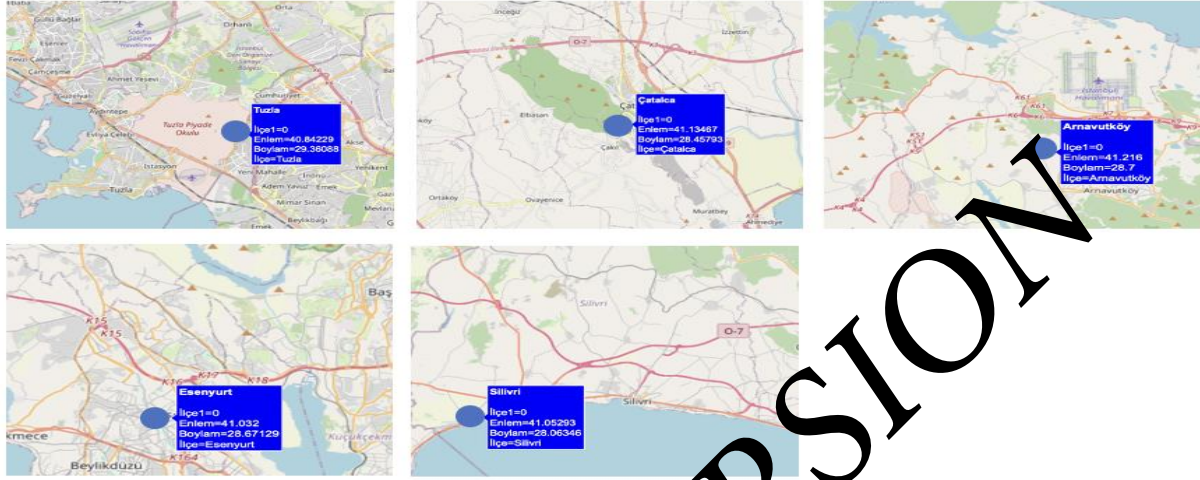


Şekil 3. Nonparametrik Formda Dahil Edilen Değişken Grafikleri

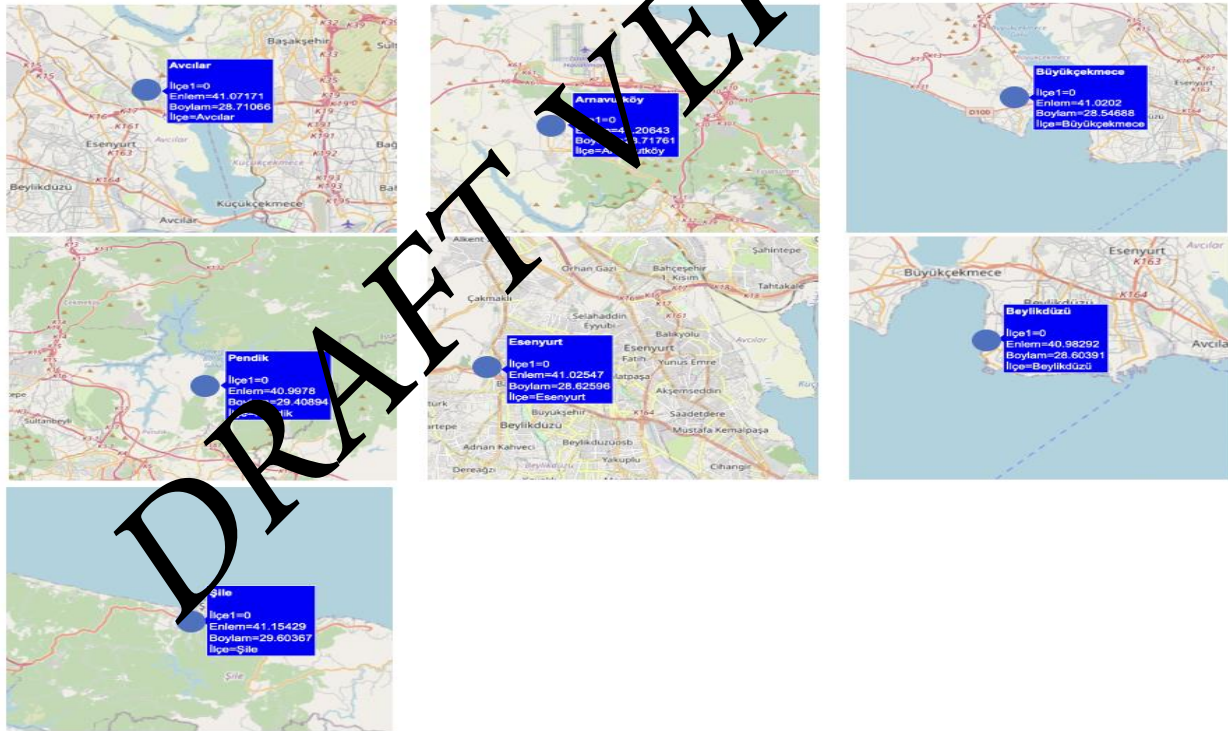
Şekil 3 incelendiğinde enlem ve boylam değişkenlerinin ev fiyatları ile doğrusal bir ilişkisi olmadığı görülmektedir. Grafiklerdeki değişimler konut fiyatını nasıl etkilediğini göstermektedir. Grafikte yer alan kesikli çizgiler güven aralıklarını ifade etmektedir. Boylam değişkeni için konut fiyatlarını en çok arttırdığı nokta 29.0 boylamında iken en düşük fiyata sahip konutlar 28.4-28.8 arasında ve 29.5 boylamında yer alan konutlar olduğu görülmektedir. Enlem değişkeninin konut

fiyatlarını en çok arttırdığı nokta 41.18 ve sonrasında 41.05, 40.96 iken en düşük fiyata sahip konutlar 40.8, 41.05, 41.13, 41.21 enlemlerinde yer almaktadır.

En Düşük Kira Fiyatlarına Sahip Konutların Bulunduğu Enlemin Yer Aldığı İlçeler



En Düşük Kira Fiyatlarına Sahip Konutların Bulunduğu Boylamın Yer Aldığı İlçeler



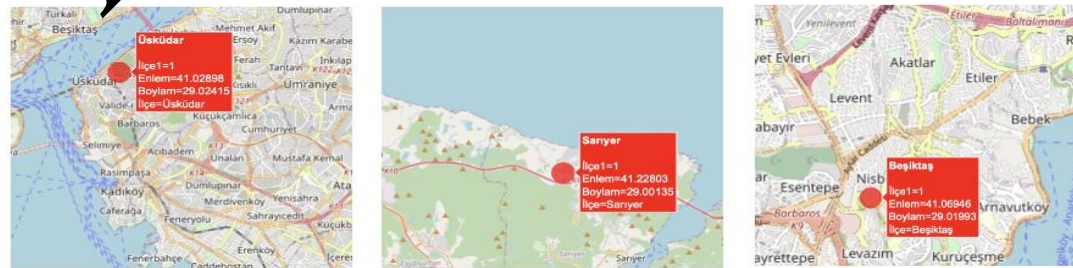
Şekil 4a. Enlem ve Boylam Bilgisine Göre En Düşük Fiyatlı Konutların Yer Aldığı İlçeler

Şekil 4a'da yer alan grafikte enlem ve boylam bilgisine dayanarak en düşük konutların yer aldığı ilçeler incelendiğinde Avcılar, Arnavutköy, Beylikdüzü, Büyükçekmece, Çatalca, Pendik, Silivri, Şile, Tuzla yer aldığı görülmektedir. Bu ilçelerin ortak özellikleri raylı sistemler ve metrobüs kullanım imkânının ya az ya da hiç yok olmasıdır. Özellikle Şile ve Silivri'de marmaray, metro, tramvay ve metrobüs hattı mevcut değildir. Avcılar, Beylikdüzü ve Esenyurt'un raylı sistem hattı mevcut değildir, sadece metrobüs hattı vardır. Metrobüs hattı tek bir güzergahtan geçtiği için her yere ulaşması mümkün değildir. Toplu taşıma İstanbul gibi kalabalık bir ilçede trafiğe kalmamak ve iş, okul gibi yerlere ulaşım için büyük önem arz etmektedir. TÜİK 2022 raporuna göre Avcılar ilçesi hariç diğer belirtilen diğer ilçeler nüfus artışının hızla artmış olduğu ilçelerdir. Özellikle Esenyurt, nüfus yoğunluğunun en kalabalık ilçe olması yaşam kalitesini etkilemesi sebebiyle kira fiyatları düşük olabilmektedir. Bu ilçelerin bir diğer özellikleri İstanbul'un uç noktalarında yer almasıdır.

En Yüksek Kira Fiyatlarına Sahip Konutların Bulunduğu Enlemin Yer Aldığı İlçeler



En Yüksek Kira Fiyatlarına Sahip Konutların Bulunduğu Boylamanın Yer Aldığı İlçeler



Şekil 4b. Enlem ve Boylamanın Bilgisine Göre En Yüksek Fiyatlı Konutların Yer Aldığı İlçeler

Şekil 4b incelendiğinde en yüksek fiyata sahip ilçelerin, Bakırköy, Beşiktaş, Kadıköy, Sarıyer, Şişli ve Üsküdar olduğu görülmektedir. Bu ilçelerin ortak özellikleri raylı sistemlerin mevcut ve ulaşımın kolay olmasıdır. Bu ilçelerde kişi başına düşen üniversite mezunu oranı daha fazladır. Sarıyer’de nüfus artış hızı 1,39 artmışken, Beşiktaş, Kadıköy, Bakırköy, Şişli ve Üsküdar’da nüfus artış hızı negatiftir. Bu ilçelerde sinema salonlarının varlığı, tiyatro oyunları, opera, konser aktiviteleri daha fazla olmaktadır. Yaşam merkezine yakınlık insanlara cazip gelmektedir. Bir diğer özellik tüm ilçelerin denize kıyısı olması ve İstanbul’un merkezinde yer almasıdır.

Sonuç

Heterojen özelliklerin birleşimi ile malın fiyatını ortaya koyan hedonik fiyat teorisi yaklaşımı konut fiyatlarını belirlemede kullanılmaktadır. Üniversite, iş merkezi ve kültürel yapı açısından zengin bir il olan İstanbul’da konut kiralamak için birçok sebep vardır. Bu sebeple kiralık evlere olan talep artmaktadır.

Çalışmada İstanbul’un 39 ilçesi için kiralık konut fiyatlarını belirlemede kullanılan birçok özellik mevcuttur. Bu çalışmada konutların sahip olduğu mekansal özellikler dikkate alınmıştır. Bunun sebebi İstanbul’da birçok ilçedeki evlerin manzara görmemesidir. Evlerin birbirine çok yakinken bazı ilçelerde ise evler birbirine uzak olması sebebiyle gördüğü manzaralar doğa havuz, göl ve deniz olarak değişmektedir. Binaların birbirine yapışık şekilde inşası nedeniyle dört cepheyi görmesinin imkânı olmamaktadır. Fakat ayrı inşa edilmiş ve birbirine uzak olan binalarda dört cepheyi görme imkânı mümkündür. Bu durumları incelemek için değişkenler manzara, cephe, evin konumu, site içerisinde olma durumu ve ilçenin sosyo-ekonomik gelişimi olarak belirlendi.

Veri setinin hem parametrik hem de parametrik olmamasından dolayı semiparametrik yöntem seçilerek parametrik yöntem ile karşılaştırılmıştır. Parametrik tahminin temel varsayımları sağlayamadığı görülmüştür. İki modelin tahmin sonuçları incelendiğinde birbirine yakın tahmin verdiği konut fiyatlarını cephe olarak en fazla güney cephesinin arttırdığı sonra doğu cephenin arttırdığı görülmektedir. Bunun sebebi evin güneşten faydalanması olarak düşünülebilmektedir. Manzara kategorisine baktığımızda konutun havuz manzarası görmesi konut fiyatlarını arttırdığı görülmektedir. Park ve yeşil alanında fiyatlarda arttırıcı etkiye sahip olduğu fakat şehir manzarası için insanların daha fazla ücret ödemeye istekli olmadıkları sonucuna varılmıştır. Konutun site içerisinde olması durumunda kira fiyatlarını arttırdığı görülmektedir. Bunun sebebi, site içerisinde

olan evlerin daha korunaklı olması ve sitenin sağlamış olduğu farklı avantajlar sebebi ile olmaktadır. Sosyo-ekonomik gelişim kademesi yüksek olan ilçelerde konut fiyatlarının arttırıcı etkisi olduğu görülmektedir.

Semiparametrik modele nonparametrik model olarak eklenen enlem ve boylam değişkenleri incelendiğinde konutların bulunduğu mekanların konut kira fiyatları üzerinde göz ardı edilemeyecek kadar önemli olduğu gözlemlenmiştir. Konut kira fiyatlarının düşük olduğu ilçelerin; Avcılar, Arnavutköy, Beylikdüzü, Büyükçekmece, Çatalca, Pendik, Silivri, Sile, Tuzla olduğu görülmüştür. Konut kira fiyatlarının en yüksek olduğu ilçeler ise Bakırköy, Beşiktaş, Kadıköy, Sarıyer, Şişli ve Üsküdar'dır. Bu ilçeler incelendiği düşük olan kira fiyatlarının en belirgin özelliği toplu taşımaya ulaşmanın zorluğu ve İstanbul'un uç noktalarında yer almasıdır. Bu ilçelerde Avcılar dışında nüfus artış hızı çok yüksektir. Konut kira fiyatları yüksek olan ilçelerin ortak özelliği ise raylı sitemlere ve metrobüse ulaşımın kolay olmasıdır. Bu ilçelerde eğitim seviyesi daha yüksek, nüfus artış hızı daha az, eğlence merkezine yakın ve hastanelere ulaşım daha fazladır. Aynı zamanda ilçelerin denize kıyısı olması sebebiyle konutların İstanbul eşsiz deniz manzarasına sahip olma imkanları yüksektir.

İki modelin karşılaştırma kriteri olarak MSE ve RMSE değerleri incelendiğinde semiparametrik yöntemin hata istatistik değerleri daha düşük olduğu bu sebeple doğrusal ve doğrusal olmayan yapıya sahip değişkenlerin bir arada tahmin edilmesi gerekliliğinde semiparametrik modelin kullanılmasının uygun olduğu görülmektedir.

Bireyler konut yatırımını yaparken konutun mekanını göz önünde bulundurmalıdır. En düşük kira bedeline sahip ilçe ile en yüksek kira bedeline sahip ilçeler arasında 10 kattan daha fazla kira bedeli farkı mevcuttur. Konut kiralamak isteyen bireyler bütçelerine göre daha uygun ve toplu taşımaya kullanmak istenirse Bağcılar, Esenler, Güngören, Kartal, Bahçelievler ilçelerinden ev arayışında bulunabilirler. Yatırım yapmak isteyen bireyler ise hem evin baktığı cepheleri, manzara durumunu dikkate alarak kira bedeli yüksek ilçelerden ev alması daha yüksek kiraya verebileceği açıktır.

Çalışma sonucunda, konut kira piyasasını konutun baktığı cephe, manzara, site içerisinde olma durumu, sosyo-ekonomik gelişim kademesinin etkili olduğu aynı zamanda enlem boylam değişkenlerinin konut kira fiyatlarını belirleyici özellik olduğu görülmüştür. Bu sebeple bu çalışma

İstanbul konut piyasası için literatüre katkı sağlayacak ve bundan sonraki çalışmaların konutun bulunduğu mekân bilgisinin dahil edilmesi ile daha net sonuçlar elde edeceği görülmektedir.

Kaynakça

Bekar, E. (2013). *Hedonik konut fiyatlarının mekânsal kantil regresyon modeli ile analizi* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).

Cingöz, A. (2010). Analysis of Closed-Cite House Prices in Istanbul. *Journal of Social Sciences*, 2, 129-139.

Clapp, J. M., Kim, H. J., & Gelfand, A. E. (2002). Predicting spatial patterns of house prices using LPR and Bayesian smoothing. *Real Estate Economics*, 30(4), 505-532.

Çağlayan Akay, E., & Eban, A. (2011). Determinants of house prices in Istanbul: a quantile regression approach. *Quality & Quantity*, 45, 305-317.

Gencay, R., & Yang, X. (1996). Forecast comparisons of residential housing prices by parametric and semiparametric regression. *The Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economique*, 29, S515-S519.

Halvorsen, R., & Palmquist, R. (1980). The interpretation of dummy variables in semilogarithmic equations. *American economic review*, 70(3), 474-75.

Härdle, W., Müller, M., Sperlich, S., & Werwatz, A. (2004). *Nonparametric and semiparametric models* (Vol. 1). Berlin: Springer.

Jayasekare, A., Herath, S., Wickramasuriya, R., & Perez, P. (2019). The price of a view: Estimating the impact of view on house prices. *Pacific Rim Property Research Journal*, 25(2), 141-158.

Kangallı Uyar, S. G., & Çağlayan Akay, E. (2017). R Uygulamalı Nonparametrik Ekonometri.

Koramaz, T. K., & Dokmeci, V. (2012). Spatial determinants of housing price values in Istanbul. *European Planning Studies*, 20(7), 1221-1237.

Lancaster, K. J. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of political economy*, 74(2), 132-157.

Ozus, E., Dokmeci, V., Kiroglu, G., & Egdemir, G. (2007). Spatial analysis of residential prices in Istanbul. *European Planning Studies*, 15(5), 707-721.

Pace, R. K. (1995). Parametric, semiparametric, and nonparametric estimation of characteristic values within mass assessment and hedonic pricing models. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 11, 195-217.

Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of political economy*, 82(1), 34-55.

Uyar, S. G. K., & Yayla, N. (2016). Konut Fiyatlarının Hedonik Fiyatlandırma Yaklaşımına Göre Mekânsal Ekonometrik Modeller İle Tahmini: İstanbul Konut Piyasası Örneği. *Social Sciences*, 11(4).

DRAFT VERSION

META-ANALYSIS ON THE EFFECTS OF COVID-19 ON THYROID DISORDERS*İpek Dağdeviren^{1*}, Meliha Melin Uygur², Elif Çiğdem Keleş³*¹*Data Science / Graduate School of Natural and Applied Sciences, Yeditepe University, Turkey*²*Department of Internal Medicine / Faculty of Medicine, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey*³*Department of Biostatistics and Medical Informatics / Faculty of Medicine, Yeditepe University, Turkey***(ipekdagdeviren@hotmail.com)***Abstract**

Millions of people were affected both by COVID-19 and thyroid diseases across the world but previous works are limited to identify the effects of COVID-19 on thyroid disorders. Thyroid holds a critical role to regulate numerous metabolic processes throughout the body, a few changes in it, may have affect on other systems on the human body. During the pandemic, thyroid disorders get increased and those disorders are usually interpreted as autoimmune mechanisms. Present meta-analyses are completed with limited parameters and just focus on a particular topic which prevents to act in a holistic approach. In total 16 meta-analyses are completed and aim to improve the evidence level of the studies related to thyroid disorders and COVID-19 which will contribute to the medical sciences. 4260 studies were reviewed from PubMed and Science Direct search engines, and after applying the exclusion criteria, 13 studies with a sample group of 2829 individuals were included in the meta-analyses. PRISMA 2020 Checklist flows were tracked, for statistical calculation by using the RevMan and MedCalc software. All in all, thyroid dysfunction patients tend to undergo more severe COVID-19. The relation between thyroid disorders and COVID-19 was expressed with meta-analyses by using many parameters, aiming to increase the reliability level of the related studies.

Keywords: Thyroid dysfunction; COVID-19; COVID-19 severity; mortality.**Introduction**

COVID-19 is a disease, caused by SARS-CoV-2 virus and was first reported in December 2019 in Wuhan, China [1]. Millions of people were affected both by COVID-19 and thyroid diseases across the world but previous works are limited to identify the effects of COVID-19 on thyroid disorders.

During the pandemic, thyroid disorders get increased and those disorders are usually interpreted as autoimmune mechanisms.

Thyroid disorders are conditions that affect the thyroid gland. The thyroid gland holds a critical role to regulate numerous metabolic processes throughout the body. Different types of thyroid disorders affect either its' structure or function. The thyroid gland produces hormones that help control many vital functions of the body. When it is not working properly, it may have an impact on the entire body. If the body makes too much or too little thyroid hormone, there can be serious conditions that need to be treated.

Due to the limitations in terms of time, some studies have been done with insufficient or unbalanced sample groups, populations, demographic structures etc. Resulted as lower reliability level. Meta-analysis is one of the best techniques to come up with higher evidence levels. It combines the results of multiple scientific studies and generates outputs from previous studies by using statistical analysis.

This meta-analysis focused on the relation between thyroid function test measures, thyroid dysfunction, comorbidity and COVID-19 severity; also thyroid function test measures and mortality caused by COVID-19; thyroid function test measures and COVID-19 existence are observed.

Thyroid dysfunction patients tend to undergo more severe COVID-19. TSH, FT4, TT4 values have no effect on COVID-19 severity. Also, the FT4 value was not affect COVID-19-related mortality. Patients with higher FT3 and TT3 levels tend to undergo milder COVID-19. Moreover, the chance of surviving from COVID-19 gets increases.

Methodology

Protocols and Registration

During this study Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) checklist steps are followed.

Eligibility Criteria

Eligible studies were selected according to the following criteria: (I) published in the English language; (II) published after January 1, 2019; (III) sample groups should not have known thyroid dysfunction before; (IV) blood test results for thyroid function tests (TFT) with median, mean, standard deviation or interquartile range (IQR) values; (V) more than one severity classification for the COVID-19 patients; (VI) the category of the study should be retrospective cohort, prospective cohort, cross-sectional or clinical trial. Exclusion criteria were identified as: (I) the age of the sample groups should be greater than 18; (II) pregnant sample groups, (III) only male or female sample groups; (IV) review, case report, meta-analysis, editorial, follow-up studies; (V) no existence of full-text study.

Search Strategy

A systematic review was completed on PubMed and Science Direct search engines by using the search query: (("hypothyroidism"[Mesh] OR "hyperthyroidism"[Mesh] OR "thyroiditis" OR "subacute thyroiditis" OR "autoimmune thyroiditis" OR "hyperthyroxinemia" OR "T3" OR "T4" OR "TSH") AND ("COVID-19"[Mesh] OR "SARS-CoV-2" OR "COVID-19" OR "coronavirus disease 2019" OR "mortality" OR "ICU admission")) The query was executed on April 9, 2022. Search is filtered as published in 2019 or after, English language restricted, abstract, and free full-text availability.

Study Selection

The output of the search query returns 1174 studies from PubMed and 3086 from Science Direct. All the studies generated from the literature review were collected in a pool. All studies were reviewed by two examiners (ID and EK), in case of any disagreement a third reviewer (MU) takes place to reach a consensus.

After the duplicate studies (n=404) were eliminated, 3856 studies were screened and irrelevant topic' studies (n=3836) were excluded. The remaining 20 studies were full-text read and 13 studies were evaluated as eligible for meta-analysis since they met the inclusion criteria. Study selection was summarised in the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) flowchart (Figure 1.1).

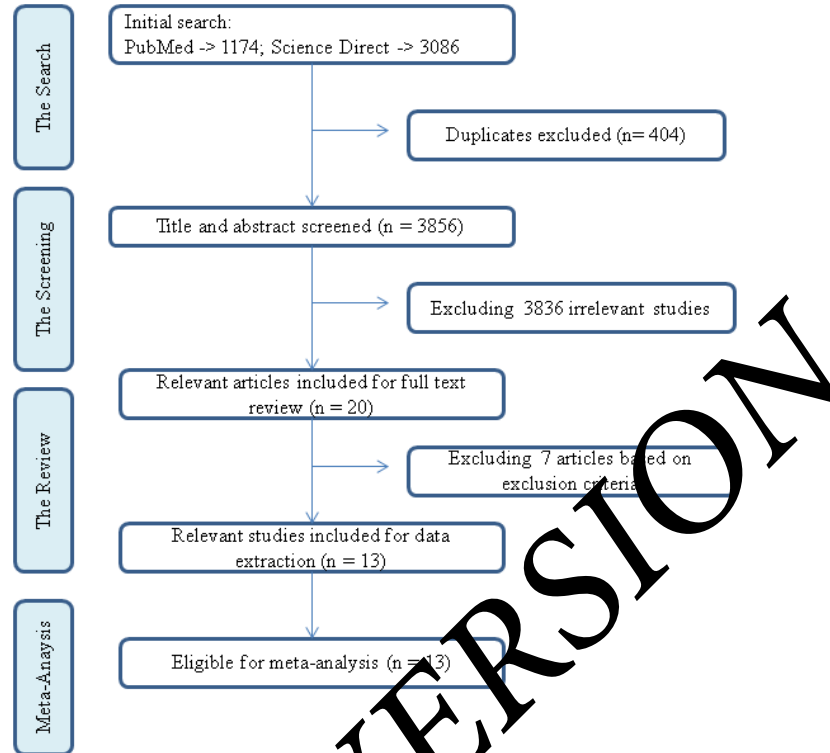


Figure 1.1. PRISMA flowchart

Data Extraction

For selected studies, tables are generated which include the study design, country, published year, intervention group sample size, control group sample size, age with mean \pm standard deviation, male ratio, thyroid function tests (TFT), comorbidity, thyroid dysfunction existence, mortality, ICU admission and COVID-19 severity metrics.

Quality Assessment

GRADEpro (community.cochrane.org/help/tools-and-software/grade-pro-gdt) online tool was used to make the quality score assessment of studies. Quality score of each meta-analysis was calculated by taking into consideration the study design risk of bias, inconsistency, indirectness, imprecision, number of patients and effect size. Quality score of all meta-analyses was resulted as “low”. Including observational studies (cohort, cross-sectional) and due to the limitations in terms of time, some studies have been done with insufficient or unbalanced sample groups, populations, demographic structures etc. resulted as lower reliability levels.

Statistical Analysis

Cochrane's Review Manager (RevMan) (version 5.4.1) and MedCalc Statistical Software (version 18.6) were used for statistical analysis. For assessing the heterogeneity, Q-value –measured as Chi-squared-, I^2 value -tells the amount of heterogeneity- and forest plot is observed by using the Review Manager software. If $p < 0.05$, $I^2 > 75$ and in forest plot not overlapping the confidence intervals indicate heterogeneity. If heterogeneity takes place, random effect model should be preferred in order to eliminate the errors that emerge from heterogeneity. The p value less than 0.05, is considered as statistically significant difference among the studies. For continuous –not binary- data, effect size (ES) is measured by using standardized mean difference (SMD) with 95% confidence intervals (CIs), for non-continuous –binary- data, effect size (ES) is measured by using the odds ratio (OR). Interpreting the effect size is not meaningful when the CI's of studies pass through the zero axis.

According to Cohen' (Cohen, 1988) “Rules-of-Thumb” for the SMD, if the effect size is between 0,2 and 0,5 evaluated as small relative size, if the effect size is between 0,5 and 0,8 evaluated as medium relative size and if the effect size is greater or equal than 0,8 evaluated as large relative size. [2]

For assessing the publication bias among the studies funnel plot is generated. If the view of the graph is like a symmetric funnel, it indicates that there is not any bias in the study. Since, it is not a quantitative way to interpret and may change person to person, rank correlation (Begg's test) and linear regression (Egger's test) tests are conducted. According to the Egger's test, the p-values greater than 0.05, lead to symmetric distribution in funnel plot. According to Begg's test, if the p-value for this test is not statistically significant, so publication bias is not observed.

Results

Characteristics of the Included Studies

13 studies met the inclusion criteria and were included into the meta-analyses. Among those studies, the most used study design is cohort (76.92%), most of the observations take place in China (30.77%) with 1640 patients, average sample size is 217.6 patients, average age is 58.73 with a

standard deviation 15.63 and 58.79% of the patients are male. In total, 2829 individuals were conducted into the meta-analyses. Characteristics of the included studies were served in Table 1.

76.92% of the selected studies were published in 2021, 15.38% in 2020 and 7.69% in 2022.

76.92% of the selected studies are built by cohort studies. Cohort studies are divided into 2 sub-groups: retrospective cohort and prospective cohort. Retrospective cohort study ratio is 60% and prospective cohort study ratio is 40%. 15.38% of the studies are cross-sectional and for 1 study (7.69%) study type is not declared.

Regarding to the country of the studies, most of the studies were completed in China with a ratio 30.77%, then in Turkey with 15.38%, other countries are Greece, India, Iran, Italy, Japan, Pakistan, and South Korea conducted 1 study (7.69%) per each.

Intervention group is assumed as COVID-19 patients. Control group is assumed as both non-COVID-19 patients and healthy individuals. Sample size of intervention group is 1789 individuals, with an average 137.62 and 93.83 standard deviation. Sample size of control group is 1040 individuals, with average 260 and 426.6 standard deviation. The most population included into the meta-analysis is from China (57.97%), Turkey (16.08%) and Greece (6.93%).

Age and gender variables are calculated in terms of weighted mean for both intervention and sample groups. Regards to the total sample size weighted mean age is 58.73 and standard deviation is 15.63. Weighted mean ratio for male sample size is 58.79% and female sample size is 41.21%.

As it is defined in the inclusion criteria all selected articles should contain TFT and at least two severity groups. In addition to this, 3 articles serve comorbidity, 11 articles serve thyroid dysfunction, 8 articles serve ICU admission, 4 articles contain control group with non-COVID-19 patients and healthy individuals. In order to summarize the severity outcome, 2 groups were determined as non-severe and severe-to-critical. Mild, moderate, non-ICU admission patients were added into non-severe group and severe, critical, ICU admission, ward patients added into severe-to-critical group.

Table 3.1. Characteristics of the included studies - 1

Article ID	Author	Study Design	Country	Intervention Group Sample Size	Control Group Sample Size	Age (mean \pm SD)	Male (%)
1	Sohn et al., 2021 [3]	Retrospective cohort	South Korea	119	N/A	64.3 \pm 16.8	52.1
2	Gao et al., 2020 [4]	Retrospective cohort	China	100	N/A	62.59 \pm 14.01	50
3	Vassiliadi et al., 2021 [5]	Prospective cohort	Greece	102	94	59.3 \pm 18.3	66.3
5	Malik et al., 2021 [6]	Retrospective cohort	Pakistan	48	28	56.1 \pm 16.4	60.53
6	Lui et al., 2020 [7]	Prospective cohort	China	191	N/A	52.5 \pm 15.9	51.8
7	Baldelli et al., 2021 [8]	Retrospective cohort	Italy	46	20	59.6 \pm 14.55	69.56
8	Bonakdaran et al., 2022 [9]	Cross-sectional	Iran	70	N/A	61.0 \pm 15.3	55.7
9	Guyen et al., 2021 [10]	Prospective cohort	Turkey	250	N/A	61.6 \pm 17.9	63
12	Yazan et al., 2021 [11]	N/A	Turkey	205	N/A	57.45 \pm 13.29	55.12
13	Lui et al., 2021 [12]	Prospective cohort	China	367	N/A	52.25 \pm 20.09	46.9
14	Sen et al., 2021 [13]	Cross-sectional	India	80	N/A	N/A	N/A
15	Nakamura et al., 2021 [14]	Retrospective cohort	Japan	141	N/A	67.8 \pm 13.07	64.6
20	Wang et al., 2021 [15]	Retrospective cohort	China	84	898	57.89 \pm 13.47	63

Outcomes of the Meta-Analyses & Publication Bias Assessment

Aiming to explore the effects of COVID-19 on thyroid disorder, 5 main meta-analysis topics are identified. Due to each study conducted into the meta-analysis containing different types of numerical outputs, some sub-meta-analysis was applied. In total 16 meta-analyses were implemented. **(I) TFT and COVID-19 Severity:** Meta-analysis 1: TSH (μ IU/mL) vs COVID-19 Severity; meta-analysis 2: FT3 (pg/ml) vs COVID-19 Severity; meta-analysis 3: TT3 (ng/dL) vs COVID-19 Severity; meta-analysis 4: FT4 (ng/dL) vs COVID-19 Severity; meta-analysis 5: TT4 (mcg/dL) vs COVID-19 Severity. **(II) Comorbidity and COVID-19 Severity:** Meta-analysis 6: Comorbidity (Diabetes) vs COVID-19 Severity; meta-analysis 7: Comorbidity (Hypertension) vs COVID-19 Severity. **(III) TFT and Mortality Rates by COVID-19:** Meta-analysis 8: TSH (μ IU/mL) vs Mortality; meta-analysis 9: FT3 (pg/mL) vs Mortality; meta-Analysis 10: TT3 (ng/dL) vs Mortality; meta-analysis 11: FT4 (ng/dL) vs Mortality. **(IV) Thyroid Dysfunction and COVID-19 Severity:** Meta-analysis 12: Thyroid Dysfunction vs COVID-19 Severity. **(V) TFT and COVID-19 Existence:** Meta-analysis 13: TSH (μ IU/mL) vs COVID-19 Existence; meta-

Analysis 14: TT3 (ng/dL) vs COVID-19 Existence; meta-analysis 15: TT4 (mcg/dL) vs COVID-19 Existence; meta-analysis 16: TSH (μ IU/mL) vs COVID-19/Healthy Status.

TFT and COVID-19 Severity

In meta-analysis 1: TSH (μ IU/mL) vs COVID-19 Severity (ES = 0.3 (-0.05 to 0.65)), meta-Analysis 4: FT4 (ng/dL) vs COVID-19 Severity (ES = 0.06 (-0.25 to 0.37)) and meta-Analysis 5: TT4 (mcg/dL) vs COVID-19 Severity (ES = 0.02 (-0.38 to 0.42)); the CI's of studies passes through the zero axis, interpreting the effect size is not meaningful. So, no relative size exists between the TSH, FT4, TT4 values and COVID-19 severity.

Meta-Analysis 2: FT3 (pg/ml) vs COVID-19 Severity

Heterogeneity takes place ($Q = 16.19, p = 0.003, I^2 = 75\%$), random effect model is used. Effect size (ES) is measured by using standardized mean difference (SMD), ES = 0.65 (0.31 to 0.99). Among the mild/moderate and severe/critical groups standardized mean FT3 difference is 0.65 greater in mild/moderate group within the 95% CI (0.31 to 0.99). Due to $p < 0.05$, there exists statistically significant difference among the studies. According to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is between 0,5 and 0,8 is evaluated as medium relative size. So, FT3 values have medium effect on the COVID-19 severity. (figure 3.1.)

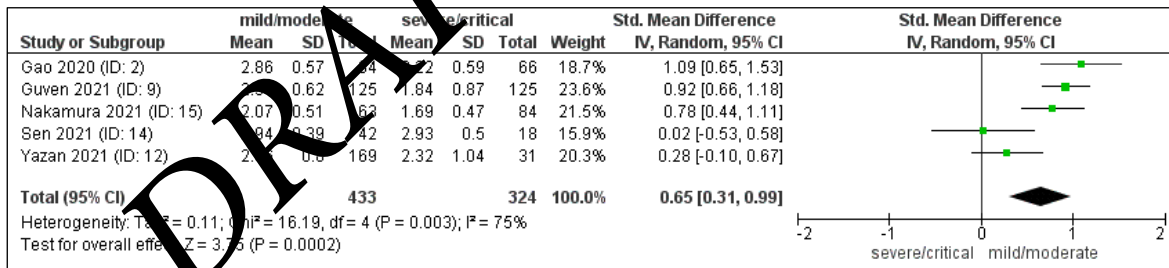


Figure 3.1. Random effect model result for meta-analysis 2

According to Egger's test, the p-values greater than 0.05, lead to symmetric distribution in funnel plot (figure 3.2.). Since, $p = 0.2962$, funnel plot is in symmetric form and publication bias does not exists. According to the Begg's test, $p = 0.1416$, and statistically significant level is evaluated as $p < 0.05$. P-value for this test is not statistically significant ($0.05 < 0.1416$), so publication bias is not observed.

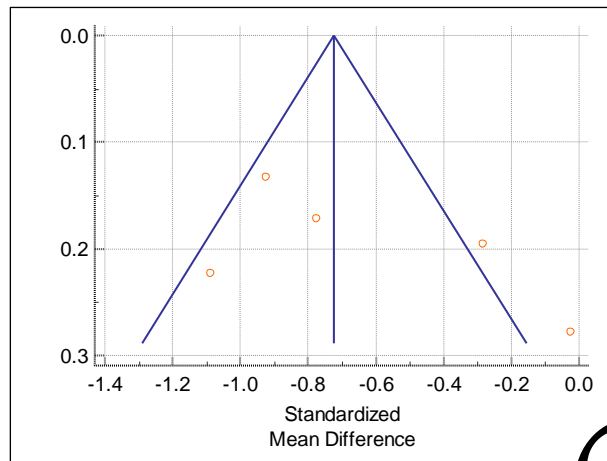


Figure 3.2. Funnel plot for meta-analysis 2

Meta-Analysis 3: TT3 (ng/dL) vs COVID-19 Severity

Heterogeneity takes place ($Q = 45.81, p < 0.00001, I^2 = 91\%$), random effect model is used. Effect size (ES) is measured by using standardized mean difference (SMD), $ES = 1.19 (0.36 \text{ to } 2.03)$. Among the mild/moderate and severe/critical groups, standardized mean TT3 difference is 1.19 greater in mild/moderate group within the 95% CI (0.36 to 2.03). Due to $p < 0.05$, there exists statistically significant difference among the studies. According to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is greater or equal than 0,8 is evaluated as a large relative size. So, TT3 values have large effect on the COVID-19 severity. (figure 3.3.)

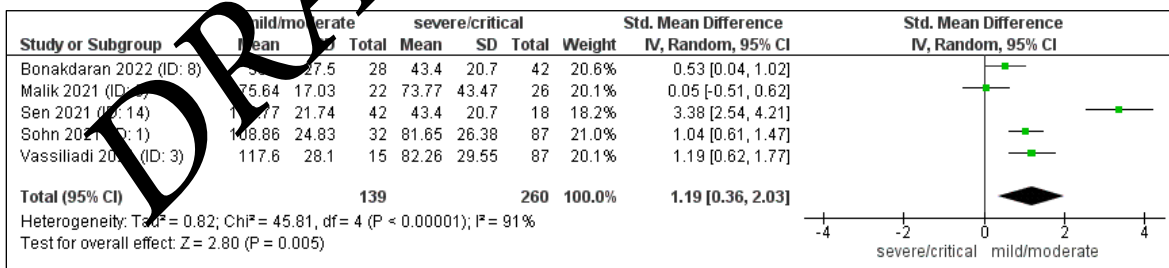


Figure 3.3. Random effect model result for meta-analysis 3

According to Egger's test, the p-values greater than 0.05, lead symmetric distribution in funnel plot (figure 3.4.). Since, $p = 0.3342$, funnel plot is in symmetric form and publication bias do not exists. According to the Begg's test, $p = 0.1416$, and statistically significant level is evaluated as $p < 0.05$.

P-value for this test is not statistically significant ($0.05 < 0.1416$), so publication bias is not observed.

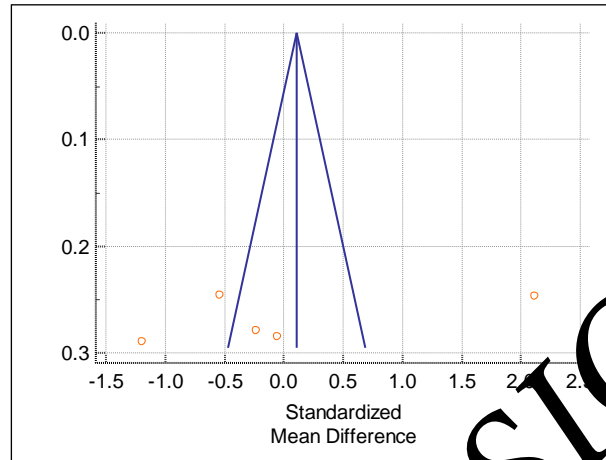


Figure 3.4. Funnel plot for meta-analysis 3

Comorbidity and COVID-19 Severity

In meta-analysis 6: Comorbidity (Diabetes) vs COVID-19 Severity (ES = 0.46 (0.25 to 0.86)) and meta-analysis 7: Comorbidity (Hypertension) vs COVID-19 Severity (ES = 0.36 (0.2 to 0.68)); according to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is between 0,2 and 0,5 is evaluated as small relative size. So, comorbidity (diabetes, hypertension) have small effect on the COVID-19 severity.

TSH and Mortality Rates by COVID-19

In meta-analysis 8: TSH ($\mu\text{U/mL}$) vs Mortality (ES = 0.26 (0.05 to 0.47)), according to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is between 0,2 and 0,5 is evaluated as small relative size. So, TSH values have small effect on the COVID-19 mortality. In meta-analysis 11: FT4 (ng/dL) vs Mortality (ES = 0.13 (-0.07 to 0.33)), the CI of studies passes through the zero axis, interpreting the effect size is not meaningful. So, no relative size exists between the FT4 and COVID-19 mortality.

Meta-Analysis 9: FT3 (pg/mL) vs Mortality

Heterogeneity do not takes place ($Q = 4.31$, $p = 0.77$, $I^2 = 54\%$) fixed effect model is used. Effect size (ES) is measured by using standardized mean difference (SMD), ES = 0.77 (0.49 to 1.06).

Among the survived and deceased groups standardized mean FT3 difference is 0.77 greater in survived group within the 95% CI (0.49 to 1.06). According to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is between 0,5 and 0,8 is evaluated as medium relative size. So, FT3 values have medium effect on the COVID-19 mortality. (figure 3.5.)

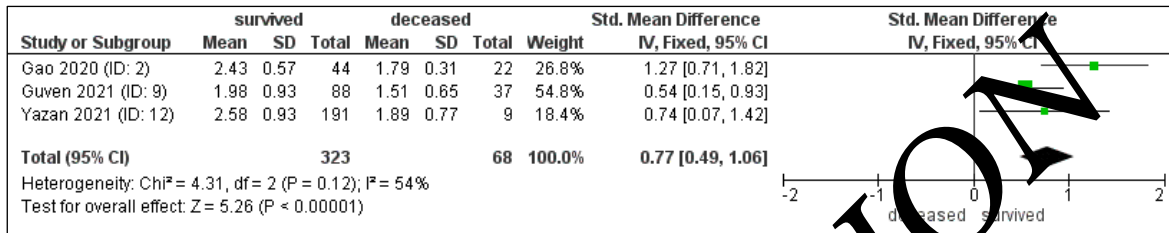


Figure 3.5. Fixed effect model result for meta-analysis 9

According to the Egger's test, the p-values greater than 0.05, lead to symmetric distribution in funnel plot (figure 3.6.). Since, p = 0.6125, funnel plot is in symmetric form and publication bias does not exists. According to Begg's test, p = 0.6015, and statistically significant level is evaluated as p < 0.05. P-value for this test is not statistically significant (0.05 < 0. 6015), so publication bias is not observed.

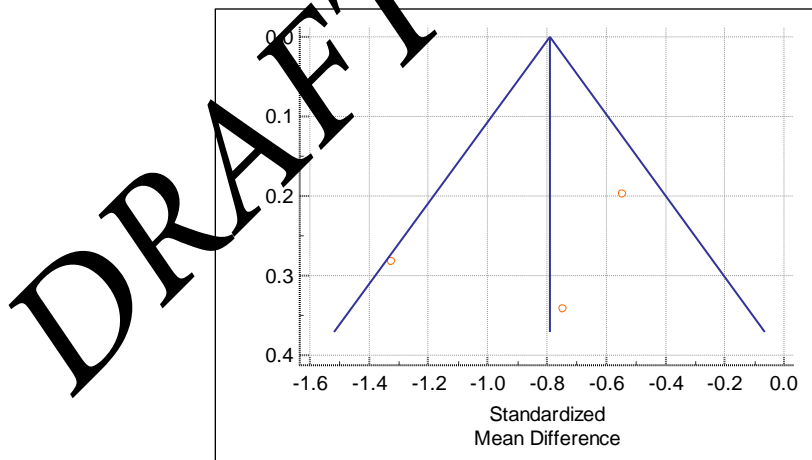


Figure 3.6. Funnel plot for meta-analysis 9

Meta-Analysis 10: TT3 (ng/dL) vs Mortality

Heterogeneity do not takes place (Q = 1.16, p = 0.28, I² = 54%) fixed effect model is used. Effect size (ES) is measured by using standardized mean difference (SMD), ES = 0.73 (0.41 to 1.05). Due

to $p > 0.05$, there exists no statistically significant difference among the studies. Among the survived and deceased groups standardized mean TT3 difference is 0.73 greater in survived group within the 95% CI (0.41 to 1.05). According to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is between 0,5 and 0,8 is evaluated as medium relative size. So, TT3 values have medium effect on the COVID-19 mortality. (figure 3.7.)

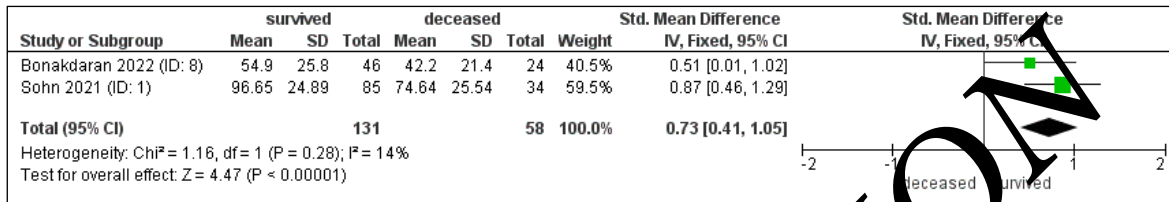


Figure 3.7. Fixed effect model result for meta-analysis 10

According to Egger's test, the p-values greater than 0.05, lead to symmetric distribution in funnel plot (figure 3.8.). Since, $p < 0.0001$, funnel plot is not in symmetric form and publication bias exists. Despite that, the view of funnel plot is symmetric. According to Begg's test, $p = 0.3173$, and statistically significant level is evaluated as $p < 0.05$. P-value for this test is not statistically significant ($0.05 < 0.3173$), so publication bias is not observed.

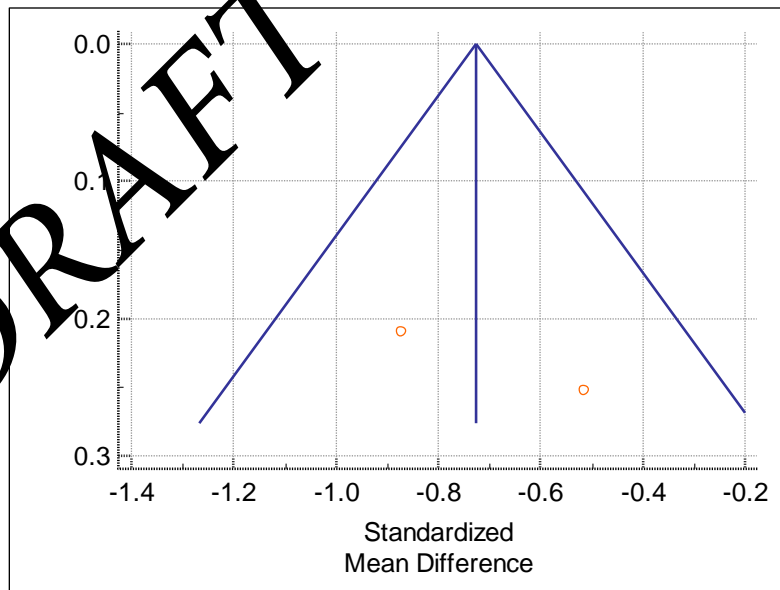


Figure 3.8. Funnel plot for meta-analysis 10

Thyroid Dysfunction and COVID-19 Severity

Meta-Analysis 12: Thyroid Dysfunction vs COVID-19 Severity

Thyroid dysfunction evaluated as non-thyroidal illness syndrome (NTIS), subclinical thyrotoxicosis, thyrotoxicosis, overt thyrotoxicosis, hypothyroidism, overt hypothyroidism, subclinical hypothyroidism, subnormal TSH, low FT3, high FT3, low FT4 and high FT4.

Heterogeneity do not takes place ($Q = 9.74, p = 0.14, I^2 = 38\%$), fixed effect model is used. Effect size (ES) is measured by using odds ratio, $ES = 4.8$ (3.03 to 7.6). Among the mild/moderate and severe/critical groups odds ratio for having thyroid dysfunction is 4.8 greater in severe/critical group within the 95% CI (3.03 to 7.6) which means the prognosis of COVID-19 is more severe in patients having thyroid dysfunction. Due to $p > 0.05$, there exist no statistically significant difference among the studies. According to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is greater or equal than 0,8 is evaluated as a large relative size. So, having thyroid dysfunction have large effect on the COVID-19 severity. (figure 3.9.)

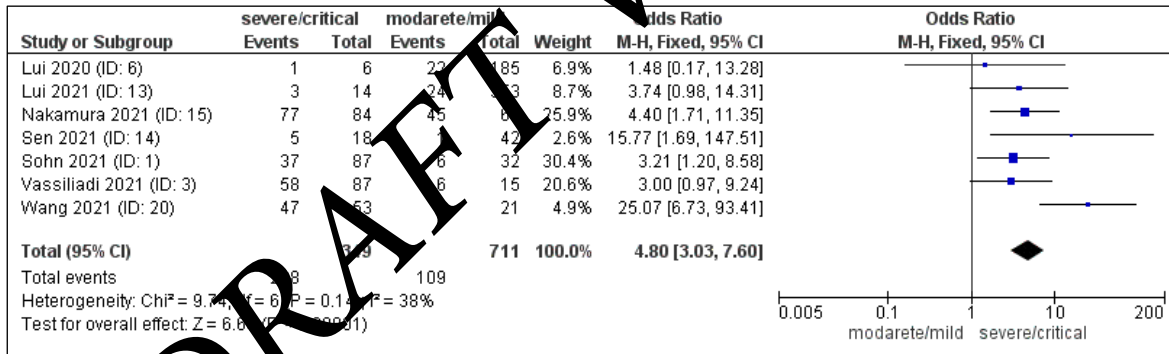


Figure 3.9. Fixed effect model result for meta-analysis 12

According to the Egger's test, the p-values greater than 0.05, lead to symmetric distribution in funnel plot (figure 3.10.). Since, $p = 0.14$, funnel plot is in symmetric form and publication bias does not exists. According to Begg's test, $p = 0.815$, and the statistically significant level is evaluated as $p < 0.05$. P-value for this test is not statistically significant ($0.05 < 0.815$), so publication bias is not observed.

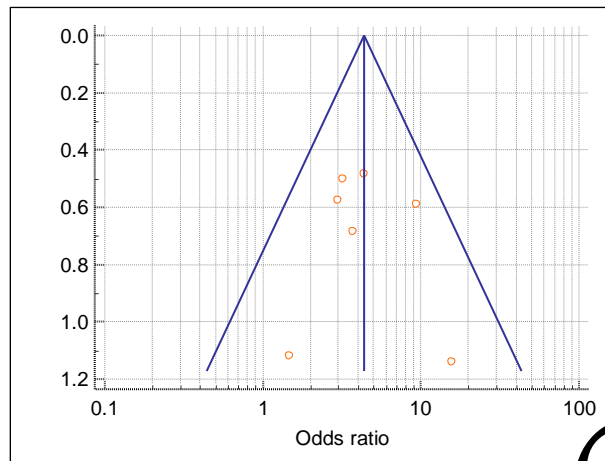


Figure 3.10. Funnel plot for meta-analysis 13

TFT and COVID-19 Existence

In meta-analysis 13: TSH ($\mu\text{IU/mL}$) vs COVID-19 Existence (ES = -0.39 (-0.58 to -0.2)), meta-analysis 15: TT4 (mcg/dL) vs COVID-19 Existence (ES = 0.47 (0.22 to 0.73)); according to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is between 0,2 and 0,5 is evaluated as small relative size. So, TSH and TT4 values have small effect on the COVID-19 existence. In meta-analysis 14: TT3 (ng/dL) vs COVID-19 Existence (ES = -0.02 (-0.49 to 0.45)) the CI of studies passes through the zero axis, interpreting the effect size is not meaningful. So, no relative size exists between the TT3 values and COVID-19 existence.

Meta-Analysis 16: TSH ($\mu\text{IU/mL}$) vs COVID-19/Healthy Status

Heterogeneity does not take place ($Q = 2.53, p = 0.11, I^2 = 61\%$) fixed effect model is used. Effect size (ES) is measured by using standardized mean difference (SMD), ES = -1.08 (-1.3 to -0.87). Due to $p > 0.05$, there exists no statistically significant difference among the studies. Among the COVID-19 patients and non-COVID-19 healthy groups, standardized mean TSH difference is 1.08 greater in COVID-19 patients group within the 95% CI (-1.3 to -0.87). According to Cohen' (Cohen, 1988) "Rules-of-Thumb" for the standardized mean difference if the effect size is greater than 0.8, is evaluated as high relative size. So, TSH values have large effect on the COVID-19/healthy individuals. (figure 3.11.)

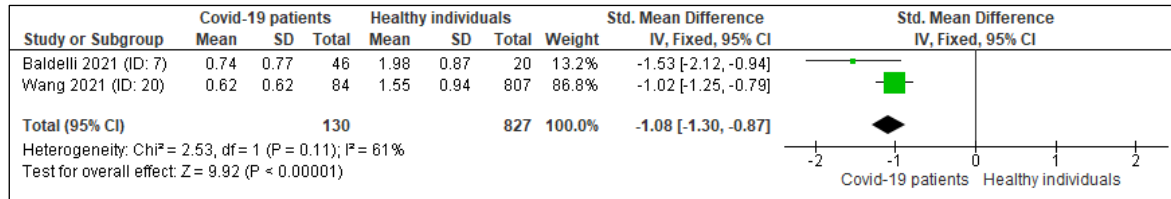


Figure 3.11. Fixed effect model result for meta-analysis 16

According to Egger’s test, the p-values greater than 0.05, lead to symmetric distribution in funnel plot (figure 3.12). Since, $p < 0.0001$, funnel plot is not in symmetric form and publication bias exists. According to Begg’s test, $p = 0.3173$, and statistically significant level is evaluated as $p < 0.05$. P-value for this test is not statistically significant ($0.05 < 0.3173$), so publication bias is not observed.

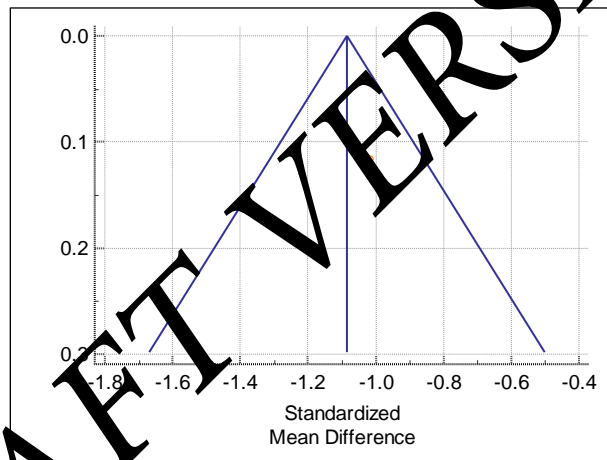


Figure 3.12. Funnel plot for meta-analysis 16

Conclusion and Discussion

Conclusion

TT3 value has large; FT3 value has medium; TSH have small; FT4 and TT4 have very small or no effect on the COVID-19 severity. Among the TFT’s, TT3 has the biggest and TT4 has the smallest effect on COVID-19 severity.

Diabetes and hypertension comorbidities has small effect on the COVID-19 severity. Having diabetes has more effect on COVID-19 severity than having hypertension. Diabetes is very near the medium effect threshold ($0.5 \leq ES \leq 0.8$).

FT3, TT3 have medium; TSH has small; FT4 has very small or no effect on the COVID-19 mortality. FT3 and TT3 are extremely near the large effect threshold ($0.8 \leq ES$).

Prognosis of COVID-19 is more severe in patients having thyroid dysfunction. Also, thyroid dysfunction have large effect on the COVID-19 severity.

TSH, TT4 have small and TT3 has very small or no effect on COVID-19 vs other diseased' patients. Despite that, TSH has large effect on COVID-19 patients vs healthy individuals.

Discussion

Llamas (Llamas et al., 2021) conducted a meta-analysis with 7 studies, 1183 patients from Turkey, Israel, China and Italy. Observed FT3 levels among the ICU and non-ICU admitted COVID-19 patients, FT3 levels between deceased/survived COVID-19 patients and low/normal FT3 levels on deceased/survived COVID-19 patients. He came up with a result as, both ICU-admitted (WMD = -0.91 , 95% CI: -1.08 ; -0.73) and deceased (WMD = -1.33 , 95% CI: -2.03 ; -0.64) COVID-19 patients had lower FT3 levels than non-ICU admitted and survived ones. So, FT3 levels are dramatically lower in severe COVID-19 patients than in non-severe. [16]

Chen (Chen et al., 2022) conducted a meta-analysis with 20 studies, 3609 patients from Italy, China, Turkey, UK, Israel, Greece, India, Brasil, Korea and Spain. Observed the relationship between the FT3, TSH, FT4 levels vs COVID-19 severity and mortality. He came up with a result as, thyroid disorders are more common in severe COVID-19 patients and mortality rates are higher; FT3, TSH levels are lower in severe COVID-19 patients; FT4 levels do not have a significant effect on COVID-19 severity. Also, deceased/survived status shows the same characteristics. In conclusion, low FT3 and TSH levels may increase the mortality rates and cause more severe COVID-19. [17]

Permana (Permana et al., 2022) conducted a meta-analysis and meta-regression with 20 studies, 24734 patients. Observed relationship between the comorbidities (coronary artery disease/cardiovascular disease (CAD/CVD), chronic obstructive pulmonary disease (COPD),

diabetes mellitus (DM), hypertension) vs severity, hospitalization, mortality and ICU admission of COVID-19. He came up with the result as, thyroid disorders increase the COVID-19 severity, mortality, ICU admission and hospitalization. Meta-regression results showed age, hypertension but not DM, CAD/CVD, gender, COPD, obesity affects the association. [18]

Damara (Damara et al. 2021) conducted a meta-analysis and meta-regression with 21 studies, 31339 patients. Observed the relationship between thyroid disorders vs severity, hospitalization, mortality and ICU admission of COVID-19. He came up with the result as, thyroid disorders increase the COVID-19 severity, mortality, ICU admission and hospitalization. Meta-regression results showed age affects the association. Hypothyroidism and not normal thyroid –not hyperthyroidism- are associated with poor COVID-19 outcomes. [19]

All in all, Llamas (Llamas et al., 2021) work has resulted in ICU-admitted, deceased and severe COVID-19 patients having lower FT3 levels. Present study indicates that FT3 has medium effect on COVID-19 severity and medium-large effect on COVID-19 related-mortality. Among the mild/moderate and severe/critical groups standardized mean FT3 difference is 0.65 greater in mild/moderate group within the 95% CI (0.31 to 0.99). Among the survived and deceased groups standardized mean FT3 difference is 0.77 greater in survived group within the 95% CI (0.49 to 1.06). Present study' results are similar to Llamas' (Llamas et al., 2021) result.

Chen (Chen et al., 2022) work has resulted in thyroid disorders increasing the mortality and severity of COVID-19, low FT3 and TSH levels may increase the mortality rates and causes more severe COVID-19 –FT4 has no effect-. Present study is just able to assess thyroid disorder and COVID-19 severity due to the limitation in data. Indicates that thyroid dysfunction have large effect on the COVID-19 severity. Among the mild/moderate and severe/critical groups odds ratio for having thyroid dysfunction 4.8 greater in severe/critical group within the 95% CI (3.03 to 7.6) which means the prognosis of COVID-19 is more severe in patients having thyroid dysfunction. TSH values have no effect on the COVID-19 severity. Among the mild/moderate and severe/critical groups standardized mean TSH difference is 0.3 greater in mild/moderate group within the 95% CI (-0.05 to 0.65). Since, in the forest plot the CI's of studies passes through the zero axis, interpreting the effect size is not meaningful. TSH values have small effect on the COVID-19 related mortality. Among the survived and deceased groups standardized mean TSH difference is 0.26 greater in the

survived group within the 95% CI (0.05 to 0.47). Similar to Chen' (Chen et al., 2022) output, the current study presents FT4 have no effect on COVID-19 severity and mortality but, FT3 related outcomes similar to Chen' (Chen et al., 2022) study. TSH related outcomes are contradict with Chen' (Chen et al., 2022).

Permana (Permana et al., 2022) and Damara (Damara et al., 2021) studies have resulted in the same conclusion: thyroid disorders increase the COVID-19 severity, mortality, ICU admission and hospitalization. The present study is just able to assess thyroid disorder and COVID-19 severity due to the limitation in data and ended with similar outputs to them. Indicates that thyroid dysfunction have large effect on the COVID-19 severity. Among the mild/moderate and severe/critical groups odds ratio for having thyroid dysfunction 4.8 greater in severe/critical group within the 95% CI (3.03 to 7.6) which means the prognosis of COVID-19 is more severe in patients having thyroid dysfunction.

In conclusion, it is shown that thyroid dysfunction patients tend to undergo more severe COVID-19. TSH, FT4, TT4 values have no effect on COVID-19 severity. Also, FT4 values was not affect COVID-19-related mortality. Patients with higher TF3 and TT3 levels tend to undergo milder COVID-19. Moreover, the chance of surviving from COVID-19 gets increases.

Limitations

There were several limitations of the presented meta-analyses work. First of all, in publication bias assessment, fewer studies containing meta-analyses, evaluation of either having bias or not, changes for each funnel plot, Egger and Begg tests. According to Idris (Idris, 2012), in moderate bias both Egger and Begg acts well but their precision is low in small meta-analysis. [20]

Second of all, quality score of all meta-analyses was resulted as "low". Including observational studies (cohort, cross-sectional) and due to the limitations in terms of time, some studies have been done with insufficient or unbalanced sample groups, populations, demographic structures etc. resulted as lower reliability levels.

Third of all, since each study focused on different aim and outcome, trying to combine them is difficult and resulted as small sample sizes are low rather than previous meta-analyses works. Also, thyroid hormone units, type of statistical measure (mean, median) given and COVID-19 severity

classification (mild, moderate, severe etc.) differs from study to study. Converting them to a single measure is the biggest challenge during this work.

Acknowledgments Statements

It is with immense gratitude that I acknowledge the support and help of my advisor Assist. Prof. Dr Elif Çiğdem Keleş and Assist. Prof. Meliha Melin Uygur, MD for the medical consultancy.

Conflicts of Interest Statements

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

1. Basics of COVID-19. (n.d.). *Centers for Disease Control and Prevention*. www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/your-health/about-COVID-19/basics-COVID-19.html
2. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (2nd ed.). US: Lawrence Erlbaum Associates
3. Ahn, J., Lee, M. K., Lee, J. H., & Sohn, S. Y. (2021, August 31). Thyroid Hormone Profile and Its Prognostic Impact on the Coronavirus Disease 2019 in Korean Patients. *Endocrinology and Metabolism*, *36*(4), 769–777. <https://doi.org/10.3803/enm.2021.1109>
4. Gao, W., Guo, W., Guo, Y., Shi, M., Dong, G., Wang, G., Ge, Q., Zhu, J., & Zhou, X. (2020, November 2). Thyroid hormone concentrations in severely or critically ill patients with COVID-19. *Journal of Endocrinological Investigation*, *44*(5), 1031–1040. <https://doi.org/10.1007/s40618-020-01460-w>
5. Vassiliadi, D. A., Iliak, I., Pratikaki, M., Jahaj, E., Vassiliou, A. G., Detsika, M., Ampelakiotou, K., Koulenti, M., Manolopoulos, K. N., Tsiplilis, S., Gavrielatou, E., Diamantopoulos, A., Zacharis, A., Athanasiou, N., Orfanos, S., Kotanidou, A., Tsagarakis, S., & Dimopoulou, I. (2021, June 1). Thyroid hormone alterations in critically and non-critically ill patients with SARS-CoV-2 infection. *Endocrine Connections*, *10*(6), 646–655. <https://doi.org/10.1530/ec-21-0029>
6. Malik, J., Malik, A., Javaid, M., Zahid, T., Ishaq, U., & Shoab, M. (2021, March 30). Thyroid function analysis in COVID-19: A retrospective study from a single center. *PLOS ONE*, *16*(3), e0249421. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249421>

7. Lui, D. T. W., Lee, C. H., Chow, W. S., Lee, A. C. H., Tam, A. R., Fong, C. H. Y., Law, C. Y., Leung, E. K. H., To, K. K. W., Tan, K. C. B., Woo, Y. C., Lam, C. W., Hung, I. F. N., & Lam, K. S. L. (2020, November 3). Thyroid Dysfunction in Relation to Immune Profile, Disease Status, and Outcome in 191 Patients with COVID-19. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *106*(2), e926–e935. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa813>
8. Baldelli, R., Nicastri, E., Petrosillo, N., Marchioni, L., Gubbiotti, A., Sperduti, I., Di Giacinto, P., Rizza, L., Rota, F., Franco, M., Lania, A., Aimaretti, G., Ippolito, G., & Zuppi, P. (2021, June 8). Thyroid dysfunction in COVID-19 patients. *Journal of Endocrinological Investigation*, *44*(12), 2735–2739. <https://doi.org/10.1007/s40618-021-01599-0>
9. Bonakdaran, S., Layegh, P., Hasani, S., Afkhamizadeh, M., Khorrami, Z. M., Mohebbi, M., Vojouhi, S., Mousavi, Z., Aboutorabi, R. B., Mehrad-Majidi, H., Sahebkar, A., & Yaghoubi, M. A. (2022, January 20). The Prognostic Role of Metabolic and Endocrine Parameters for the Clinical Severity of COVID-19. *Disease Markers*, *2022*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/5106342>
10. Güven, M., & Gültekin, H. (2021, March 13). The prognostic impact of thyroid disorders on the clinical severity of COVID-19: Results of single-centre pandemic hospital. *International Journal of Clinical Practice*, *76*(3). <https://doi.org/10.1111/ijcp.14129>
11. Dincer Yazan, C., Ilgin, C., Elbasan, O., Apaydin, T., Dashdamirova, S., Yigit, T., Sili, U., Karahasan Yagci, A., Sirikci, O., Haklar, G., & Gozu, H. (2021, August 13). The Association of Thyroid Hormone Changes with Inflammatory Status and Prognosis in COVID-19. *International Journal of Endocrinology*, *2021*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2021/2395212>
12. Lui, D. T. W., Lee, C. H., Chow, W. S., Lee, A. C. H., Tam, A. R., Fong, C. H. Y., Law, C. Y., Leung, E. K. H., To, K. K. W., Tan, K. C. B., Woo, Y. C., Lam, C. W., Hung, I. F. N., & Lam, K. S. L. (2021, April 12). Role of non-thyroidal illness syndrome in predicting adverse outcomes in COVID-19 patients predominantly of mild-to-moderate severity. *Clinical Endocrinology*, *95*(3), 469–477. <https://doi.org/10.1111/cen.14476>
13. Sen, K., Chakraborty, S., Sinha, A., Sen, S., & Alam, M. (2020). Thyroid Function Test in COVID-19 Patients: A Cross-Sectional Study in a Tertiary Care Hospital. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, *24*(6), 532. https://doi.org/10.4103/ijem.ijem_779_20

-
14. Nakamura, S., Kido, N., Watanabe, M., Ohmachi, Y., Inayama, Y., Kashitani, Y., Ishii, K., Ishida, I., Goda, N., Fujita, Y., & Iida, K. (2022). Analysis of thyroid function in Japanese patients with coronavirus disease 2019. *Endocrine Journal*, *69*(6), 643–648. <https://doi.org/10.1507/endocrj.ej21-0609>
 15. Wang, W., Su, X., Ding, Y., Fan, W., Zhou, W., Su, J., Chen, Z., Zhao, H., Xu, K., Ni, Q., Xu, X., Qiu, Y., & Teng, L. (2021, February 19). Thyroid Function Abnormalities in COVID-19 Patients. *Frontiers in Endocrinology*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.623792>
 16. Llamas, M., Garo, M. L., & Giovanella, L. (2021, August 11). Low free-T3 serum levels and prognosis of COVID-19: systematic review and meta-analysis. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, *59*(12), 1906–1913. <https://doi.org/10.1515/cclm-2021-0805>
 17. Chen, Y., Li, X., Dai, Y., & Zhang, J. (2022, January 4). The Association Between COVID-19 and Thyroxine Levels: A Meta-Analysis. *Frontiers in Endocrinology*, *12*. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.779692>
 18. Permana, H., Soeriadi, E. A., Damara, F. A., & Mulyani Soetedjo, N. N. (2022, May). The prognostic values of thyroid disorders in predicting COVID-19 composite poor outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, *16*(5), 102464. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102464>
 19. Damara, F. A., Muchamad, G. R., Mhsani, R., Hendro, Syafiyah, A. H., & Bashari, M. H. (2021, November). Thyroid disease and hypothyroidism are associated with poor COVID-19 outcomes: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, *15*(6), 102312. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102312>
 20. Idris, N. R. N. (2012, June 15). A Comparison of Methods to Detect Publication Bias for Meta-analysis of Continuous Data. *Journal of Applied Sciences*, *12*(13), 1413–1417. <https://doi.org/10.3923/jas.2012.1413.1417>

METAL EMTİA PİYASALARINDA ETKİNLİK HİPOTEZİNİN GÜNCEL BİRİM KÖK TESTLERİYLE İNCELENMESİ***Derya Öz^{1*}****¹Bilgisayar Programcılığı / Meslek Yüksekokulu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul***(doz@ticaret.edu.tr) Sorumlu yazar***Özet**

Zaman serisi verilerinde birim kök testleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Geleneksel birim kök testlerinin geliştirilmesiyle önerilen yeni birim kök testleri kullanılarak elde edilen sonuçların, daha iyi olduğu söylenebilmektedir. Bir başka deyişle, geleneksel birim kök testlerinde göz ardı edilen bazı önemli hususlar bulunmaktadır. Bir zaman serisi verisinin kalıntılarının istatistiki olarak normal dağılım gösterip göstermediği veya uygulamada kullanılan ilgili serinin yapısal kırılmalı olup olmadığı, ampirik sonuçları ve dolayısıyla bu sonuçların kullanımıyla alınacak kararların doğruluğunu önemli ölçüde etkilenmektedir. Finansal seriler istatistiki olarak incelendiğinde, dağılımlarının çoğunlukla normal dağılıma uygunluk göstermediği bilinmektedir. Ancak literatürde finansal serilerde geleneksel birim kök testleri kullanılarak yapılmış olan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle finansal seriler gibi kalıntıların normal dağılmadığı veri setlerinde geleneksel yöntemler yerine yeni geliştirilmiş birim kök testlerinin kullanımı daha uygun olacaktır. Çalışmanın ampirik kısmında finansal seri olan metal emtia piyasaları ele alınmıştır. Ülke ekonomisinde büyük öneme sahip bu piyasaların etkinliği incelenmiştir. Çalışmada kullanılan yöntemler ise güncel birim kök testleri olan Enders ve Lee (2012) Esnek Fourier Birim Kök Testi, Im- Lee ve Tieslau (2014) Kalıntılarla Arttırılmış En Küçük Kareler (RALS) ADF Birim Kök Testi ve Omay (2015) Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Birim Kök Testleridir.

Anahtar Kelimeler: zaman serileri, birim kök testleri, rals, fourier.**Giriş**

Etkinlik Hipotezi, Fama'nın 1970 yılında sermaye piyasalarında etkinlik konusunu ele almasıyla literatürde kavramsal olarak yerini almıştır. Fama'ya göre, fiyatların her zaman mevcut bilgileri yansıttığı piyasalar, etkin piyasalar olarak tanımlanmıştır. Etkin piyasalardaki ardışık fiyat

değişiklikleri rassal yürüyüş sergilemektedirler. Dolayısıyla, etkin piyasalardaki fiyatların ilgili piyasa hakkındaki tüm bilgileri içermesi ve ardışık fiyat değişikliklerinin rassal yürüyüş göstermesi sebebiyle, piyasalarla ilgili tüm bilgilerin kullanılmasıyla normalin üstünde bir getiri elde edilmesi söz konusu olmamaktadır. Kar elde etmeyi hedefleyen yatırımcılar, finansal piyasalardaki fiyat değişikliklerini doğru bir şekilde tahminlemeyi amaçlamaktadırlar. Fakat finansal piyasaların genellikle rassal yürüyüş sergilemesi, fiyatların geçmişteki değerleri kullanılarak tahmin edilememesi ve oluşan fiyatların tesadüfi (rastgele) olarak gerçekleşmesine neden olmaktadır. Eğer fiyatlar tahmin edilebilir olursa, yatırımcılar normal üstü getiri elde edebilme imkanı bulabilecektir. Fama, etkinlik hipotezini üç farklı formda ele almıştır. Bunlar; Zayıf Formda, Yarı-Güçlü Formda ve Güçlü Formda etkinlik hipotezidir. Zayıf formda etkinlik hipotezi menkul kıymetlerin geçmişteki tüm bilgilerinin fiyatlara yansımaları olarak tanımlanmaktadır. Yarı-Güçlü formda etkinlik hipotezi, kamuya açık tüm duyuruların fiyatlara yansımalarıdır. Güçlü formda etkinlik hipotezi ise, kamuya açık tüm bilgilerin yanısıra şirket içi bilgilerin de piyasa fiyatlarına yansımaları şeklinde ifade edilmektedir (Fama, 1970).

Bu çalışmada metal emtia piyasalarında etkinlik hipotezinin geçerliliğinin araştırılması amaçlanmaktadır. Metal emtia piyasalarındaki dalgalanmalar, reel ve finansal piyasaları önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle ele alınan bu piyasalara ait fiyatların geçmiş dönem fiyat değerleri ile tahmin edilebilir olup olmadığı sorusu gündeme gelmektedir. İktisadi araştırmalarda bir piyasanın gelecekteki değerlerinin tahmin edilebilir olup olmadığını test etmek amacıyla etkin piyasalar hipotezi kavramı ele alınmaktadır. Etkinlik hipotezinin test edilmesi için piyasaların birim köklü bir süreç sergileyip sergilemediği incelenmektedir. Dolayısıyla araştırmanın ampirik kısmında, ekonometrik yöntem olarak birim kök testleri kullanılmıştır. Kullanılacak birim kök testleri, finansal serilerin dağılımları göz önünde bulundurularak tercih edilmiştir. Buna göre, metal emtia piyasalarında yer alan; altın, alüminyum, çelik, gümüş, kalay, kurşun, nikel, paladyum ve platin değişkenlerine ait veri setlerinin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, serilerin leptokörtik bir dağılım gösterdikleri ve kalıntılarının normal dağılıma uygun olmadıkları söylenebilmektedir. Bütün bu bilgiler ışığında, çalışmanın ampirik kısmında RALS (Kalıntılarla Arttırılmış En Küçük Kareler) yöntemi ve Fourier Fonksiyonlarına dayalı güncel birim kök testleri ele alınmıştır. Etkinlik hipotezi kullanılarak yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde çoğunlukla finansal zaman serilerinin kullanıldığı görülmektedir. Leptokörtik dağılım gösteren finansal seriler, kuyrukların

daha kalın ve sivri olması sebebiyle normal dağılımdan farklılaşmaktadır. Dolayısıyla finansal zaman serileri, geleneksel ekonometri yöntemlerine ait varsayımların incelenmesi aşamasında, normal dağılıma uygunluk göstermemektedir (Çil, 2015). Bu durumda bu serilerin durağanlığının geleneksel birim kök testleri ile test edilmesiyle hatalı sonuçlar elde edilebilmektedir. Ancak güncel ekonometrik çalışmalarda, geleneksel birim kök testlerinin geliştirilerek daha önceden karşılaşılan varsayım problemleri gibi bir çok etkeni dikkate alan testler önerilmiştir. Özellikle RALS yöntemine dayalı ve Fourier Fonksiyonları kullanılarak geliştirilen Birim Kök testleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada Metal Emtia Piyasalarında etkinlik hipotezinin geçerli olup olmadığı test etmek amacıyla, ilgili piyasalara ait günlük dolar bazlı kapanış fiyatları veri setleri ele alınarak; RALS yöntemine dayalı RALS – ADF Birim Kök Testi, Fourier Fonksiyonlarına dayalı Esnek Fourier Birim Kök Testi ve Kesirli Esnek Fourier Birim Kök Testi ile analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada sabitli trendli formda oluşturulan modeller için birim kök testleri uygulanmıştır.

Veri Seti ve Metodoloji

Uygulamada kullanılan veri seti, gözlem dönemlerinde farklılık bulunsa da, en geniş tarih aralığı olarak 4 Ocak 2010 – 31 Aralık 2022 dönemine aittir. Veri seti www.investing.com adresinden her bir emtia piyasasının günlük dolar bazlı kapanış fiyatları şeklinde elde edilmiştir. Serilerin analizlerde kullanılabilmesi amacıyla, öncelikle serilerin doğal logaritması alınmıştır. Çalışmada kullanılan metal emtia piyasaları ve gözlem dönemlerine ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır:

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Metal Emtia Piyasaları ve Gözlem Dönemleri

Piyasalar	Gözlem Dönemi
Altın	04.01.2010-31.12.2022
Alüminyum	17.06.2014-31.12.2022
Çelik	17.06.2014-31.12.2022
Gümüş	04.01.2010-31.12.2022
Kalay	17.06.2014-31.12.2022
Kurşun	17.06.2014-31.12.2022
Nikel	17.06.2014-31.12.2022
Paladyum	04.01.2010-31.12.2022
Platin	04.01.2010-31.12.2022

Çalışmanın ampirik kısmında kullanılan ekonometrik yöntemler: Enders ve Lee (2012) Esnek Fourier Birim Kök Testi, Im, Lee ve Tieslau (2014) RALS – ADF Birim Kök Testi ve Omay (2015) Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Birim Kök Testidir.

Enders ve Lee (2012) Esnek Fourier Birim Kök Testi

Enders ve Lee (2012), bir veya daha fazla yapısal kırılmalı bir serinin temel özelliklerini, az sayıda düşük frekanslı bileşenlerin kullanıldığı Fourier yaklaşımıyla incelemiştir. Bu yöntemin en önemli özelliği, kırılma zamanı ya da sayısının önceden bilinmesi şartının olmamasıdır. Dolayısıyla belirli kırılma tarihlerini, kırılma sayısını ve kırılma şeklini seçmek yerine, uygun frekans bileşenlerini tahmin denklemine dahil ederek bu spesifikasyon sorunu ortadan kaldırılmış olacaktır. Bu çalışmada Enders ve Lee ile Rodrigues ve Taylor'ın çalışmaları genişletilerek Dickey-Fuller tipi yeni bir Fourier Birim kök testi önerilmiştir. Enders ve Lee'nin Fourier birim kök testi, Lagrange Çarpımı (LM) na dayalı trendden arındırma yöntemini benimserken; Rodrigues ve Taylor'ın Fourier testinde Dickey-Fuller Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (DF-GLS)'e dayalı trendden arındırma yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, bu trendden arındırma yöntemleri başlangıç değeri büyük olan serilerde önemli bir güç kaybına sebep olmaktadır. Standart Dickey-Fuller tipi birim kök testleri kullanımı bakımından basit olmasının yanısıra, bu başlangıç değeri probleminden de muaf olmaktadır. Ayrıca bu çalışmada doğrusal olmama durumları için ön test olarak bir F testi önerilmiştir. Bu tür bir ön test faydalı olacaktır, çünkü Fourier testlerini, doğrusallığın sağlanmadığı durumlarda kullanmak önemli bir güç kaybına sebep olabilmektedir.

Enders ve Lee (2012) çalışmasında Dickey-Fuller Testi, zamana bağlı bir fonksiyon olan ve α_t ile gösterilen deterministik terimle ele alınarak;

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

şeklinde ifade edilmiştir. Burada ε_t , σ_ε^2 sabit varyanslı hata terimini, $\alpha(t)$ ise t 'nin deterministik fonksiyonunu göstermektedir.

Enders ve Lee (2012), bir birim kök için boş hipotezin test edilmesini amaçlamışlardır (yani $\rho = 1$). Eğer $\alpha(t)$ yanlış tanımlanmış veya bilinmiyorsa, $\rho = 1$ için herhangi bir test sorunlu olacaktır. Bilinmeyen işlevsel $\alpha(t)$ formunun bir yakınsaması olarak Fourier açılımı;

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \beta_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right); \quad n \leq T/2 \quad (2)$$

Burada n , yaklaşımda yer alan frekans sayısını, k belirli bir frekansı ve T ise gözlem sayısını temsil etmektedir.

$\alpha_1 = \beta_1 = \dots = \alpha_n = \beta_n = 0$ ise, süreç doğrusaldır ve geleneksel birim kök test metodolojileri uygun olmaktadır. Ancak bir yapısal kırılma ya da doğrusal olmama eğilimi söz konusu ise, veri türetme sürecinde en az bir Fourier frekansı bulunması gerekmektedir. Dolayısıyla $\alpha(t)$ ' nin spesifik biçimini belirlemek yerine (2) numaralı açılıma dahil edilecek uygun frekansların seçimi yapılmalıdır. İlk olarak yalnızca bir tane k frekansı kullanıldığı durum için test regresyonu aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + c_1 + c_2 t + c_3 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + c_4 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + e_t \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitlikte $\rho = 0$ sıfır hipotezi için t istatistiği $\tau_{DF,t}$ şeklindedir. Dickey-Fuller testlerinin asimptotik özellikleri, testin LM versiyonundaki farklı değildir. Dolayısıyla burada asimptotik dağılım için bir gösterim yapılmamıştır. Burada önemli nokta, bir birim kök sıfır hipotezi için kritik değerlerin diğer testlerde olduğu gibi yalnızca k frekansına ve T örneklem büyüklüğüne bağlı olmasıdır. Ancak Fourier terimlerinin katsayılarına ve diğer deterministik terimlere bağlı değildir. Dolayısıyla simülasyonla kritik değerler tablolastırılabilir. $\tau_{DF,t}$ ' nin kritik değerleri aşağıdaki Tablo 2'de verilmiştir:

Tablo 2. $\tau_{DF,t}$ ' nin kritik değerleri (Enders ve Lee, 2012)

k	T = 100			T = 200			T = 500			T = 2500		
	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%
Critical values of $\tau_{DF,t}$												
1	-4.95	-4.35	-4.05	-4.87	-4.31	-4.02	-4.81	-4.29	-4.01	-4.80	-4.27	-4.00
2	-4.69	-4.05	-3.71	-4.62	-4.01	-3.69	-4.57	-3.99	-3.67	-4.58	-3.98	-3.67
3	-4.45	-3.78	-3.44	-4.38	-3.77	-3.43	-4.38	-3.76	-3.43	-4.38	-3.75	-3.43
4	-4.29	-3.65	-3.29	-4.27	-3.63	-3.31	-4.25	-3.64	-3.31	-4.24	-3.63	-3.30
5	-4.20	-3.56	-3.22	-4.18	-3.56	-3.24	-4.18	-3.56	-3.25	-4.16	-3.55	-3.24
Critical values of $F(k) = \text{Max}F(k)$												
	12.21	9.14	7.78	11.70	8.88	7.62	11.52	8.76	7.53	11.35	8.71	7.50

Araştırmacı k değerini belirtmek isterse, test doğrudan bu kritik değerler kullanılarak yapılmalıdır. Eğer k değeri tahmin edilecekse aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

Adım 1: (2) numaralı denklem, $1 \leq k \leq 5$ olacak şekilde tüm k tamsayı değerleri için tahmin edilmelidir. Kalıntı kareler toplamı (Sum of square (SSR)) en küçük olan regresyon modeline göre \hat{k} elde edilmektedir. Eğer kalıntılarda korelasyon varsa (2) numaralı denklemin Δy_t gecikmeli değerler ile tahmin edilmesi gerekmektedir.

Adım 2: Doğrusal-dışı durumlar için ön test yapılmalıdır. Bunun için sıfır hipotezi $c_3 = c_4 = 0$ şeklinde ifade edilmektedir ve F testi ile test gerçekleştirilmektedir. Birim kök sıfır hipotezi veri türetme süreci (data-generating process (DGP))ne uygulandığında, F istatistiğinin dağılımı standart olmamaktadır. Dolayısıyla Tablo 2'deki kritik değerler $F(\hat{k})$ olarak tanımlanacaktır. Eğer hesaplanan F değeri kritik değerden küçükse, doğrusal eğilimi ifade eden sıfır hipotezi reddedilememektedir. Bu durumda klasik doğrusal Dickey-Fuller testinin kullanımı uygun olacaktır.

Bu testte Dickey – Fuller (DF) tipi bir test regresyon modeli kullanılmaktadır. Enders ve Lee (2012) tarafından önerilen sabit terimli ve sabit terim ile birlikte trendli yapıların bulunduğu test regresyonları aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_t = \alpha + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Yukarıdaki (4) ve (5) numaralı denklemlerde;

k : Frekans sayısı,

T : Gözlem sayısı,

t : Deterministik trendi,

$\pi=3.14$ olarak ifade edilen pi sayısı şeklinde tanımlanmaktadır. Ayrıca *sin* ve *cos* terimleri ise modellerdeki diğer deterministik bileşenler olan trigonometrik terimler olarak ifade edilmektedir. Test için geliştirilen (4) ve (5) numaralı regresyon modelleri EKK yöntemi ile tahmin edilmektedir. Bu testte de k değerinin uygun bir şekilde tespit edilmesi, testin istatistiksel dağılımının k değerine bağlı olması nedeniyle önemlidir. Farklı k değerlerine ait tahmin edilen test regresyonlarının kalıntı

kareler toplamını minimum yapan k frekans sayısı, uygun frekans sayısı olarak kabul edilmektedir ve bu değer kullanılarak tahmin edilen model dikkate alınmaktadır (Enders and Lee, 2012).

Enders ve Lee (2012) birim kök testinde ilk olarak birim kök süreci araştırılmamaktadır, bu nedenle de izlediği prosedür bakımından diğer Fourier fonksiyonlarına dayalı birim kök testlerinden farklılık göstermektedir. Bu testte ilk olarak trigonometrik terimlerin istatistiki açıdan anlamlı olup olmadığı sınanmaktadır. (4) ve (5) test regresyonlarında yer alan \sin ve \cos terimlerinin anlamlılığı için kurulacak hipotezler ve kullanılacak $F(\hat{k})$ test istatistiği aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = 0$ (Katsayılar istatistiki olarak anlamsızdır.)

$H_0: \gamma_1 \neq \gamma_2 \neq 0$ (Katsayılardan en az biri istatistiki olarak anlamlıdır.)

$$F(\hat{k}) = \left(\frac{ESS_R - ESS_{UR}(k)/2}{ESS_{UR}(k)/(T-q)} \right) \quad (6)$$

Formülde yer alan ESS_R kısıtlı modele ilişkin hesaplanan kalıntı kareler toplamını, $ESS_{UR}(k)$ ise kısıtsız modele ait kalıntı kareler toplamını ifade etmektedir. Ayrıca T gözlem sayısını, q kısıtsız modele ilişkin parametre sayısını göstermektedir. (4) veya (5) test regresyonları için elde edilen $F(\hat{k})$ test istatistiği değeri, Enders ve Lee (2012) çalışmasında önerilen kritik değerlerden büyük olduğunda sıfır hipotezinde belirtilen durumun geçersizliği ve bu durumda trigonometrik terimlere ait katsayılardan en az birinin istatistiki olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Katsayılardan en az birinin istatistiki olarak anlamlı olması, birim kök varlığının test edilmesinde Enders ve Lee (2012) Esnek Fourier birim kök testinin kullanımının uygun olduğunu göstermektedir. Örneğin test istatistiğinin kritik değerlerden küçük olması halinde, sıfır hipotezi reddedilemez, diğer katsayılar istatistiki açıdan anlamsız olmaktadır. Bu sonuca göre de birim kökün varlığını test etmek için Esnek Fourier birim kök testi yerine geleneksel ADF birim kök testinin kullanımı uygunluk göstermektedir.

Katsayıların anlamlılığının test edilmesi sonucunda eğer trigonometrik terimler anlamlıysa, ikinci aşamada Enders ve Lee (2012) Esnek Fourier birim kök testi için tahmin edilecek (4) ve (5) test regresyonlarına ilişkin kurulacak hipotezler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$H_0: \delta=0$ (Seri birim köklüdür.)

$H_1: \delta<0$ (Seri durağandır.)

Test için kullanılacak test istatistiği (4) numaralı denklem için τ_{DF_c} ve (5) numaralı denklem için τ_{DF_t} olarak tanımlanmakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\tau_{DF_c}, \tau_{DF_t} = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})} \quad (7)$$

(7) numaralı formülde yer alan $\hat{\delta}$, δ parametresinin tahminidir ve $SE(\hat{\delta})$ değeri de bu tahminciye ilişkin hesaplanan standart hata olarak adlandırılmaktadır. Eğer hesaplanan τ_{DF_c} , τ_{DF_t} test istatistikleri mutlak değerce Enders ve Lee (2012) tarafından elde edilen kritik değerlerden küçük ise, sıfır hipotezi reddedilemediğinden seri birim köklüdür sonucuna ulaşılmaktadır. Aksi takdirde hesaplanan test istatistikleri mutlak değerce kritik değerlerden büyük ise, sıfır hipotezi reddedilerek serinin durağan bir süreç izlediği ifade edilmektedir (Hepsağ, 2022).

Im, Lee ve Tieslau (2014) RALS-ADF Birim Kök Testi

Geleneksel birim kök testleri, test regresyonlarına en kalıntılar normallik varsayımını sağlamasa bile uygulanabilmektedir. Im, Lee ve Tieslau (2014) çalışmasında, birim kök testlerine ait test istatistiklerinin asimptotik dağılımında herhangi bir eksi olmasa bile, normallik şartının önemli olduğu vurgulanmaktadır. Normallik varsayımının sağlanmaması durumunu birim kök süreçlerine dahil ederek, daha etkin tahminler ile birim kök testlerinin daha güçlü olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Im vd. (2014) yapmış oldukları bu çalışmada, Im ve Schmidt (2008) çalışmasında yer alan Kalıntılarla Arttırılmış En Küçük Kareler (RALS) yöntemini ADF birim kök testi için düzenlemişlerdir. Bu nedenle bu test RALS – ADF testi olarak da adlandırılmaktadır. Im, Lee ve Tieslau RALS-ADF (2014) testinde, geleneksel birim kök testlerinden olan ADF testine ait regresyon modelleri kalıntılarının normallik varsayımını sağlamaması sebebiyle, yüksek mertebeli momentlerindeki normal dağılmama durumunun açıklanması amaçlanmıştır. Böylece normallik varsayımını sağlamayan kalıntıların yüksek dereceli momentleri, normal dağılıma uygunluk göstermeme konusunda bilgi vermektedir.

Im, Lee ve Tieslau (2014) RALS-ADF birim kök testinde tahmin süreci iki aşamada yapılmaktadır. İlk olarak sabit terimli ve sabit terim ile birlikte trendli durumlar için geleneksel ADF test regresyonları en küçük kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilmektedir ve bu test regresyonlarına ilişkin kalıntı serileri hesaplanmaktadır. Aşağıda ilgili ADF test regresyonları sırasıyla sabit terimli ve sabit terim ile birlikte trendli durumlar için verilmiştir:

$$\Delta y_t = \mu + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$\Delta y_t = \mu + \beta t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (9)$$

Testin ikinci aşamasında, tahmin edilen ADF test regresyonlarına ait kalıntıların ikinci ve üçüncü momentleri bulunarak normal dağılmama durumu incelenmektedir. Kalıntılara ilişkin ikinci ve üçüncü momentler aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$m_2 = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2}{T} \quad (10)$$

$$m_3 = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^3}{T} \quad (11)$$

Burada;

$\hat{\varepsilon}_t^2$: Testin ilk aşamasında elde edilen kalıntı kareleri,

$\hat{\varepsilon}_t^3$: Testin ilk aşamasında elde edilen kalıntıların küpleri,

T : Gözlem sayısını ifade etmektedir.

Yukarıdaki ikinci ve üçüncü momentler elde edildikten sonra kalıntılarla genişletilmiş değişkenler olarak tanımlanan \hat{w}_{2t} ve \hat{w}_{3t} değişkenleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$\hat{w}_{2t} = \hat{\varepsilon}_t^2 - m_2 \quad (12)$$

$$\hat{w}_{3t} = \hat{\varepsilon}_t^3 - m_3 - 3m_2 \hat{\varepsilon}_t \quad (13)$$

Kalıntılarla genişletilmiş \hat{w}_{2t} ve \hat{w}_{3t} değişkenleri tahmin edildikten sonra (8) ve (9) geleneksel ADF birim kök test regresyonlarına eklenerek RALS-ADF test regresyonları:

$$\Delta y_t = \mu + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta y_{t-i} + \gamma_2 \hat{w}_{2t} + \gamma_3 \hat{w}_{3t} + u_t \quad (14)$$

$$\Delta y_t = \mu + \beta t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta y_{t-i} + \gamma_2 \hat{w}_{2t} + \gamma_3 \hat{w}_{3t} + u_t \quad (15)$$

(14) ve (15) test regresyonları sırasıyla sabit terimli ve sabit terim ile birlikte trendli durum için RALS-ADF test regresyonları olarak ifade edilmektedir. RALS-ADF test regresyonları klasik en küçük kareler (EKK) yöntemiyle elde edilmektedir. Daha sonra birim kökün varlığının test edilmesi $\tau_{RALS-ADF}$ şeklinde gösterilen test istatistiği:

$$\tau_{RALS-ADF} = \rho\tau_{ADF} + \sqrt{1 - \rho^2}Z \quad (16)$$

olarak tanımlanmaktadır. Burada;

τ_{ADF} : Klasik ADF birim kök testi için hesaplanan test istatistiğini,

Z: Sıfır (0) ortalamalı ve birim varyansa sahip rassal bir değişkeni göstermektedir.

Ayrıca ρ^2 :

$$\hat{\rho}^2 = \hat{\sigma}_u^2 / \hat{\sigma}_\varepsilon^2 \quad (17)$$

şeklinde tahmin edilmektedir. Burada;

$\hat{\sigma}_u^2$: RALS-ADF birim kök testi için test regresyonuna ait hata teriminin varyans tahminini,

$\hat{\sigma}_\varepsilon^2$: Geleneksel ADF birim kök testi için test regresyonuna ait hata teriminin varyans tahminini göstermektedir.

Test için kurulacak hipotezler aşağıdaki gibidir:

$H_0: \delta = 0$ (Seri birim köklüdür.)

$H_1: \delta < 0$ (Seri durağandır.)

Hesaplanan $\tau_{RALS-ADF}$ test istatistiğinin dağılımı ρ^2 parametresine bağlıdır. Bu parametrenin $\rho^2=0.1, 0.2, \dots, 0.9$ değerleri için hesaplanan kritik değerler $\tau_{RALS-ADF}$ test istatistiği ile kıyaslanmaktadır. Eğer hesaplanan $\tau_{RALS-ADF}$ test istatistiği mutlak değerce belirlenen kritik değerden küçükse, sıfır hipotezi reddedilemeyeceği için seri birim köklü olacaktır. Ancak $\tau_{RALS-ADF}$ test istatistiği mutlak değerce belirlenen kritik değerden büyükse, sıfır hipotezi reddedilerek serinin durağan bir süreç izlediği sonucuna ulaşılmaktadır (İm vd., 2014).

Omay (2015) Kesirli Esnek Fourier Birim Kök Testi

Literatürde bulunan çoklu doğrusal kırılmalı birim kök testlerinden Becker vd. (2006), Enders ve Lee (2012) ve Rodrigues ve Taylor (2012) birim kök testleri Esnek Fourier birim kök testlerinin farklı formları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmalarda Fourier yaklaşımı; bilinmeyen formdaki bir deterministik fonksiyonun periyodik olmasa bile davranışını yakalayabilme, kırılmaların anlık veya yumuşak geçişli olmasına bakılmaksızın kukla değişken yöntemlerinden daha iyi sonuçlar alınabilmesi ve kırılmaların formu, sayısı ve gerçekleştiği tarihin bilinmemesi

durumunda kullanılabilmesi bakımından avantaj sağlamaktadır. Tüm bu çalışmalarda Fourier dönüşümlerinde k frekans değerinin tam sayılı olarak kullanılması şartıyla yapısal kırılmanın belirlenebileceği, aksi halde bir takım problemlerin ortaya çıkması durumu söz konusudur. Ancak, bu çalışmaların hiçbirinde k frekans değerinin kesirli olabileceği ele alınmamıştır. Omay (2015) Kesirli Esnek Fourier birim kök testi, Becker vd. (2004) çalışmasındaki yapısal kırılma testine dayanmaktadır. Ayrıca Omay (2015) Kesirli Esnek Fourier birim kök testi, Becker vd. (2004) testi ile birlikte Enders ve Lee (2012) testinin kombinasyonu şeklinde Fourier dönüşümlerine dayanan bir birim kök testi olması amaçlanarak geliştirilmiştir (Omay, 2015).

Omay (2015) Kesirli Esnek Fourier birim kök testinde k frekans değeri kesirli (ondalıklı) değerler alabilmektedir. k^{fr} kesirli frekans sayısı olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca k , 0.1 ile 2 arasında değer almaktadır ($0.1 \leq k^{fr} \leq 2$). Kesirli Esnek Fourier test regresyonları sabit terimli ve sabit terim ile birlikte trendli durum için sırasıyla (18) ve (19)'daki gibi tanımlanmıştır:

$$\Delta y_t = \alpha + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi k^{fr} t}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi k^{fr} t}{T}\right) + \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (18)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi k^{fr} t}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi k^{fr} t}{T}\right) + \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (19)$$

Bu formüllerde;

T : Gözlem sayısını,

t : Deterministik trendi,

$\pi=3.14$ olarak tanımlanan pi sayısını göstermektedir. Ayrıca \sin ve \cos deterministik bileşenleri ise trigonometrik terimlerdir.

Yukarıdaki (18) ve (19) test regresyonları EKK yöntemi yardımıyla tahmin edilmektedir. Omay (2015) Kesirli Esnek Fourier birim kök testinde de k^{fr} frekans sayısını belirlemek önemlidir. Elde edilen modellerde kalıntı kareler toplamını en küçük yapan k^{fr} değeri en uygun frekans sayısı olarak kabul edilmektedir. Böylece belirlenen k^{fr} frekans değeri ile tahmin edilen model, birim kökün sınanması için kullanılacak model olarak kullanılmaktadır. Bu testte de ilk aşamada test regresyonunda yer alan trigonometrik terimlerin istatistikî açıdan anlamlılığı sınanmaktadır. Bu amaçla (18) ve (19) test regresyonlarındaki \sin ve \cos trigonometrik terimleri için kısıtlara dayalı

ve sabit terimli durum ya da sabit terim ile birlikte trendli duruma ilişkin test istatistiği $F(\hat{k}^{fr})$ olarak tanımlanmaktadır.

Test için kurulacak hipotezler aşağıdaki gibidir:

$H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = 0$ (Katsayılar istatistiki olarak anlamsızdır.)

$H_0: \gamma_1 \neq \gamma_2 \neq 0$ (Katsayılardan en az biri istatistiki olarak anlamlıdır.)

Hipotezlerin sınanması amacıyla hesaplanacak $F(\hat{k}^{fr})$ test istatistiği:

$$F(\hat{k}^{fr}) = \frac{(ESS_R - ESS_{UR}(k^{fr})/2)}{ESS_{UR}(k^{fr})/(T-q)} \quad (20)$$

şeklindedir.

Formülde yer alan ESS_R kısıtlı modele ilişkin hesaplanan kalıntı kareler toplamını, $ESS_{UR}(\hat{k}^{fr})$ ise kısıtsız modele ait kalıntı kareler toplamını ifade etmektedir. Ayrıca T gözlem sayısını, q kısıtsız modele ilişkin parametre sayısını göstermektedir. (18) veya (19) test regresyonları için elde edilen $F(\hat{k}^{fr})$ test istatistiği değeri, Omay (2015) çalışmasında önerilen kritik değerlerden büyük olduğunda sıfır hipotezinde belirtilen durumun geçersizliği ve bu durumda trigonometrik terimlere ait katsayılardan en az birinin istatistiki olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Katsayılardan en az birinin istatistiki olarak anlamlı olması, birim kök varlığının test edilmesinde Omay (2015) Kesirli Esnek Fourier birim kök testinin kullanımının uygun olduğunu göstermektedir. Öte yandan test istatistiğinin kritik değerlerden küçük olması halinde, sıfır hipotezi reddedilemediğinden katsayılar istatistiki açıdan anlamsız olmaktadır. Bu sonuca göre de birim kökün varlığını test etmek için Omay (2015) Kesirli Esnek Fourier birim kök testi kullanılabilir.

Trigonometrik terimlerin anlamlılığı sonucu altında, Omay (2015) Kesirli Esnek Fourier birim kök testi kullanılarak (18) ve (19) test regresyonlarında birim kök varlığı sınanmak üzere kurulacak hipotezler:

$H_0: \delta=0$ (Seri birim köklüdür.)

$H_1: \delta < 0$ (Seri durağandır.)

Test için kullanılacak test istatistiği (18) numaralı denklem için $\tau_{DF_c}^{fr}$ ve (19) numaralı denklem için $\tau_{DF_t}^{fr}$ olarak tanımlanmakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\tau_{DF_c}^{fr}, \tau_{DF_t}^{fr} = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})} \quad (21)$$

(21) numaralı formülde yer alan $\hat{\delta}$, δ parametresinin tahminidir ve $SE(\hat{\delta})$ değeri de bu tahminciye ilişkin hesaplanan standart hata olarak adlandırılmaktadır. Eğer hesaplanan $\tau_{DF_c}^{fr}, \tau_{DF_t}^{fr}$ test istatistikleri mutlak değerce Omay (2015) tarafından elde edilen kritik değerlerden küçük ise, sıfır hipotezi reddedilemediğinden seri birim köklüdür sonucuna ulaşılmaktadır. Aksi takdirde hesaplanan test istatistikleri mutlak değerce kritik değerlerden büyük ise, sıfır hipotezi reddedilerek serinin durağan bir süreç izlediği ifade edilmektedir. Omay (2015) çalışmasında yer alan kritik değerler tablosu incelendiğinde k^{fr} değerinin 1.1 ile 1.9 arasında olmasına dayalı kritik değerlerin üretildiği gözlemlenmektedir. k^{fr} frekans değerinin 0.5 ve daha küçük değerleri için kullanılacak kritik değerler de aynı çalışmada mevcuttur (Hepsağ, 2022).

Sonuçlar

Çalışmanın uygulama kısmında ele alınan yöntemlere göre elde edilen sonuçlar Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir:

Tablo 3'te verilen metal emtia değişkenlerinin F-ADF birim kök sonuçlarına göre Çelik, Kurşun ve Paladyum için Fourier terimlerinin istatistiki olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir. Diğer değişkenler için ise Fourier terimleri anlamsızdır. Dolayısıyla analizde Çelik, Kurşun ve Paladyum değişkenleri ele alınmıştır. Buna göre ilgili değişkenlere ilişkin F-ADF test sonuçlarında Kurşun ve Paladyum için birim kökün varlığını ileri süren sıfır hipotezi reddedilerek, serilerin durağan olduğu kabul edilmiştir. Çelik değişkeni ise birim köklü bir süreç izlemektedir. F-ADF testinin sonuçları etkinlik hipotezi bakımından özetlenirse; Kurşun ve Paladyum piyasalarında etkinlik hipotezi geçerli değilken, çelik piyasalarında etkinlik hipotezi geçerli olmaktadır. Ayrıca tüm metal emtia değişkenleri için normallik varsayımının ifade edildiği sıfır hipotezi reddedilerek, değişkenlerin normal dağılıma uygunluk göstermediği tespit edilmiştir.

Tablo 3: Enders ve Lee (2012) Esnek Fourier Birim Kök Testi, Im, Lee ve Tieslau (2014) RALS – ADF Birim Kök Testi

Emtia	τ_{DF}	k	$F(\hat{k})$	JB	$\tau_{RALS-ADF}$	ρ^2
Altın	-4.147(0)	1	3.349	6917.8***	-3.105(3)*	0.62
Alüminyum	-3.273(0)	2	7.094	507.3***	-2.231(0)	0.59
Çelik	-1.501(0)	2	8.184**	75.6***	-2.985(25)*	0.61
Gümüş	-3.348(0)	1	3.106	8685.9***	-2.206(1)	0.68
Kalay	-2.242(0)	2	6.372	4514.9***	-2.297(13)	0.57
Kurşun	-5.859(0)*	2	10.260**	18742.1***	-3.847(2)*	0.83
Nikel	-3.242(0)	1	1.761	2503892.7***	-2.892(17)	0.69
Paladyum	-4.340(0)*	1	8.615**	15506.4***	-1.593(22)	0.80
Platin	-3.910(0)	1	3.808	6781.4***	-2.656(0)	0.72

* %1, %5 veya %10 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi olan birim kökün varlığını reddedildiğini göstermektedir.

** %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi olan trigonometrik terimlerin anlamsız olduğu ifadesinin reddedildiğini göstermektedir.

*** %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi olan normal dağılım varsayımının reddedildiğini ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler ise uygun gecikme uzunluklarıdır.

Tablo 3'te verilen metal emtia değişkenleri için RALS-ADF birim kök sonuçları incelendiğinde Altın, Çelik ve Kurşun piyasalarında birim kökün varlığını ileri süren sıfır hipotezi reddedilerek, serilerin durağan olduğu kabul edilmiştir. Diğer değişkenler ise birim köklü bir süreç izlemektedir. Bu durumda, RALS-ADF birim kök testi sonucuna göre çalışmadaki tüm metal emtia değişkenleri için etkinlik hipotezinin geçerliliği incelendiğinde, Altın Çelik ve Kurşun piyasalarının etkin olmadığı, diğer piyasaların etkin olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 4'te verilen metal emtia değişkenlerinin FFFF-ADF birim kök testi sonuçlarına göre analizde ele alınan tüm değişkenlerin Fourier terimlerinin istatistiki olarak anlamsız olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca tüm metal emtia değişkenleri için normallik varsayımının ifade edildiği sıfır hipotezi reddedilerek, değişkenlerin normal dağılıma uygunluk göstermediği tespit edilmiştir.

Tablo 1 : Omay (2015) Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Birim Kök Testi (FFFF-ADF)

Emtia	$\tau_{DF,t}^{fr}$	k^{fr}	$F(\hat{k}^{fr})$	JB
Altın	-3.603	0.2	1.710	6662.48***
Alüminyum	-1.937	0.1	0.220	507.26***
Bakır	-3.158	0.2	3.800	1204.80***
Çelik	-1.102	0.1	2.230	516746.70***
Gümüş	-3.518	0.2	3.653	8718.21***
Kalay	-1.507	0.1	0.327	4514.94***
Kurşun	-4.208	0.2	1.353	18742.09***
Nikel	-3.809	0.1	3.740	2547742.9***
Paladyum	-4.050	0.2	6.990	15468.75***
Platin	-4.125	0.1	1.644	6493.61***

* %1, %5 veya %10 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi olan birim köklerin varlığının reddedildiğini göstermektedir.

** %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi olan trigonometrik terimlerin anlamsız olduğu ifadesinin reddedildiğini göstermektedir.

*** %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi olan normal dağılım varsayımının reddedildiğini ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler ise uygun gecikme uzunluklarıdır.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, finansal serilerin istatistiksel özellikleri bakımından geleneksel birim kök testleri ile ele alındığında ortaya çıkabilecek sorunlardan dolayı, güncel ekonometrik yöntemler kullanılarak birim kök testleri gerçekleştirilmiştir. Uygulamada yararlanılan birim kök testleri, Esnek Fourier Birim Kök Testi, RALS-ADF Birim Kök Testi ve Kesirli Esnek Fourier Birim Kök testidir. Ele alınan metal emtia piyasasındaki değişkenleri ilgili birim kök testleri ile incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre tüm değişkenlere ilişkin kalıntıların normallik varsayımını sağlamadığı görülmüştür. Esnek Fourier Birim Kök Testine göre Çelik, Kurşun ve Paladyum değişkenleri için fourier terimleri anlamlıdır ve Kurşun ve Paladyum serileri durağan iken Çelik değişkeni birim köklüdür. Dolayısıyla Esnek Fourier Birim Kök testine göre, Çelik piyasasının etkin piyasa olduğu ifade edilebilmektedir. RALS-ADF birim kök testinin sonuçları ise; Altın, Çelik ve Kurşun piyasaları durağan iken, diğer değişkenlerin birim köklü bir süreç izlemesi sebebiyle etkin piyasalar olduğu söylenebilmektedir. Son olarak Kesirli Esnek Fourier Birim Kök testinde ise, analizde kullanılan tüm değişkenler için fourier terimlerinin anlamsız olması sebebiyle birim kök

analizlerine devam edilememiştir. Görüldüğü üzere ele alınan zaman serilerinin gösterdiği özellikler bakımından elde edilen sonuçlarda da farklılık bulunmaktadır. Bu nedenle özellikle finansal serilerdeki ekonometrik analizlerin güncel yöntemler kullanılarak yapılması önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Çil Yavuz, N. (2015), “Finansal Ekonometri”, Der Yayınları, 2. Baskı.
- Enders, W., And Lee, J. (2012). The Flexible Fourier Form and Dickey-Fuller type Unit Root Tests. *Economics Letters*, 117 (1), 196–199.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, May, 1970, Vol. 25, No. 2, Papers and Proceedings of the Twenty-Eighth Annual Meeting of the American Finance Association, New York, N.Y. December, 28-30, 1969 (May, 1970), 383-417.
- Hepsağ, A. (2022). Ekonometrik Zaman Serileri Analizlerinde Güncel Yöntemler (WinRATS Uygulamalı). Der Yayınları, İstanbul.
- Im, K. S. And Schmidt, P. (2008). More efficient estimation under non-normality when higher moments do not depend on the regressors, using residual augmented least squares. *Journal of Econometric*, 144, 219–233.
- Meng, M., Im, K. S., Lee, J. And Tieslau, M. A. (2014). More powerful LM unit root tests with non-normal errors. In *Festschrift in honor of Peter Schmidt*, Springer, New York, NY, 343–357.
- Omay, T. (2015). Fractional frequency flexible Fourier form to approximate smooth breaks in unit root testing. *Economic Letters*, 134, 123–126.
- Yazici, B.E. (2021). Fourier Fonksiyonlarına Dayalı Doğrusal Olmayan Yeni Bir Eşbütünleşme Testi Önerisi (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 3-42.

USER CHURN ANALYSIS AND PACKAGE RENEWAL PREDICTION*Tolga Kaplan^{1*}, Bekir Çetintav²**¹R & D Center, Arabam.com Internet and Information Services, Turkey**²Statistics, Mehmet Akif Ersoy University, Turkey***(tolga.kaplan@arabam.com) Corresponding author***Abstract**

This study aims to predict user behaviours regarding the renewal of premium packages on platforms such as Arabam.com, which provide second-hand car listings. Users of the platform have the option to purchase premium packages such as standard, gold, and platinum to highlight their listings and enjoy additional privileges. The data used for analysis includes factors such as the exchange rate of the dollar to Turkish Lira (TL), package tenure, the number of views listings receive, and the frequency of package purchases. Data analysis investigates the impact of these factors on user decisions regarding package renewal. According to the study results, factors such as the dollar-TL exchange rate, package tenure, and the number of views received by listings have been identified as critical factors influencing user behaviour regarding the renewal of premium packages. Comparative analyses among machine learning algorithms revealed that the LightGBM algorithm achieved the best prediction performance. This study can be considered an important step towards understanding user behaviours on the platform and improving services. The findings may assist Arabam.com in allocating resources more effectively and better meeting user expectations.

Keywords: User Behaviour Analysis, Premium Packages, LightGBM, Prediction, Second-hand Car Market

Introduction

Today's digital marketing and service delivery are becoming increasingly complex. Online platforms like Arabam.com, which specializes in second-hand car listings, require advanced strategies to maintain customer satisfaction and minimize customer churn. In this context, churn analysis is becoming a critical data science approach. Churn analysis leverages technical tools such as data mining, machine learning algorithms, and big data analytics to predict changes in user

behavior and anticipate customer attrition, helping businesses retain customer loyalty. Customer satisfaction is a measure of how your organisation's total product performs in relation to a set of customer requirements (Hill & Alexander, 2006).

Fighting churn involves five key steps. Firstly, it measures churn and establishes metrics. Then, it monitors user behaviors and creates behavioral metrics. Churn analysis examines these behaviors to predict which users will stay and which will leave. Customers are segmented based on their characteristics and risks, and intervention strategies are developed based on these analyses (Gold & Tzuo, 2020).

In the early days of "intelligent" applications, many systems relied on manually coded "if" and "else" rules to process data and adapt to user input. For example, a spam filter used predefined rules like a blacklist of words to identify spam emails. However, this approach had two main limitations: it was domain-specific and required significant human expertise to create rules. On the other hand, machine learning automates decision-making by learning from existing examples. For instance, a spam filter can analyze a dataset of emails and determine whether new emails are spam without the need for predefined rules. (Müller & Guido, 2017).

This article explores how Arabam.com can utilize data science to assess churn risk among its 18,500 VIP users and optimize business performance. Analyzing user behaviors is a fundamental tool for improving customer satisfaction and tailoring services. Additionally, the paper provides a detailed explanation of the techniques used in churn analysis implementation and its results. Data scientists, analysts, and business owners will find this study a valuable resource for enhancing customer relationships and maintaining competitiveness.

Methodology

Data Collection and Preparation

Arabam.com extensively records the interactions users perform on the platform in an anonymous manner. These data serve as a valuable source to measure user interests and satisfaction levels.

Table 1. Data Content

Infos	Item	Content
User and Package Details	MemberId	Member ID
	BundleDurationType	Bundle duration type
	BundleType	Bundle type
	SubscriptionType	Subscription type
	AdvertLimit	Package ad limit
	ExtraLimit	Additional limits
	StartDate	Package start date
	EndDate	Package end date
	Status	Purchase Status
	BundlePrice	Bundle price
	Discount	Discount
	DiscountedPrice	Discounted price
	OrderStatus	Order status
	LoginCount	Login count
	CityName	City name
Advert Interactions	TotalCall	Total call number
	TotalAnswered	Total answered number
	TotalDuration	Total call duration
	PackageQuantity	Package quantity
	PackageUsed	Used package quantity
	PaidUsed	Used paid services quantity
	AdvertCount	Number of adverts
	AdvertViewCount	Ad view count
	FavoritedAdvert	Favorited ads count
	PhoneClick	Phone clicks
	FreeTurbo	Free Turbo usage
	PaidTurbo	Paid Turbo usage
	DateUpdateUsed	Date update usage
	TotalPaid	Total paid amount
Tender Use	Favorited	Favorited count
	Provision	Commission amount
	Bid	Bid count
	Buy	Purchase count
Market	USD_TL	Dollar & TL price change

In particular, package prices, activities related to listings, user interactions, and preferences provide critical data for understanding user behaviors and satisfaction. As seen in Table 1, a wealth of significant data is collected under headings such as user and package details, listing activities, and bid usage. However, advert and bid activities serve as indicators of user satisfaction and interest in the package they are using. User engagement and satisfaction are the most critical factors in predicting user retention. This is because if a user is engaged and satisfied, they will continue to use the service or product.

The activities and interactions of users are collected from the database. Data obtained includes tasks such as adjusting data types according to potentially abnormal data, filling in null values (based on package and date information), and applying various filters to extract the data that needs further analysis (e.g., users who have been using the package for more than 60 days). In order to predict user churn most effectively, new features have been created.

- *Segmentation of the year into quarters based on date information.
- *Calculation of the total package usage duration.
- *Counting the number of package purchases.
- *Calculating the total duration of package ownership for users.
- *Creating clustering features based on package purchase statuses.
- *Determination of the user churn rate.

The most important of these points is to calculate the user churn rates. The other pieces of information all serve as supporting data for this rate. Consumer satisfaction is the perception of a consumer regarding the extent to which a product or service meets their expectations. Consumers prefer vendors who provide more value and make them satisfied. While every company aims for profit, success is challenging to achieve without consumer satisfaction. Therefore, consumer satisfaction is of utmost importance for businesses (Musafir, 2017).

This rate is generated as follows:

The data obtained from job posting activities and auction usages has been normalized to the (0,1) range. For normalization, the following formula has been used.

$$x_{scaled} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

The normalized churn metrics were weighted based on detailed visualizations, analyses, and guidance from the business unit. Subsequently, these metrics were summed to calculate a satisfaction score for each user.

$$\text{Satisfaction Score} = (w_1 \times \text{column}_1) + (w_2 \times \text{column}_2) + \dots + (w_n \times \text{column}_n)$$

The satisfaction score has only been used in determining the labels. This score has been derived from the total ratio of features that could contribute to the churn rate or customer attrition. This feature has been removed from the data after the data has been labeled.

Machine Learning

Each user in our databases has defined package usage durations and the dates they stopped using the packages. However, because we track these packages on a monthly basis, understanding why or how a user left the package can be challenging for us. Data labeling and determining whether a user will churn or not based on specific probabilities are established considering the interactions and activities performed by that user in that particular month. The satisfaction score has been the primary factor in determining the label for that user. At this point, using regression, classification, or time series algorithms becomes a more appealing solution. For predicting user churn, various algorithms or methods can be used. Briefly discussing these algorithms:

Logistic Regression: Logistic Regression is a simple and effective method frequently used for churn prediction. It is suitable for binary classification problems and predicts whether a customer will churn or not.

Random Forest: Random Forest is a model created by combining numerous decision trees. This model is useful for identifying complex relationships and can be employed to assess variable importance.

Gradient Boosting Machines: GBM is an ensemble model that generates predictions by sequentially training multiple decision trees. Libraries like XGBoost, LightGBM, and CatBoost are widely used in this area due to their speed and efficiency.

Support Vector Machines: SVM attempts to find the best separation between two classes. It can be used for churn prediction, but training time can be long for large datasets.

Nearest Neighbors: K-NN makes predictions by grouping similar users and analyzing the behavior of a user's neighbors.

Neural Networks: Artificial neural networks, utilizing deep learning techniques, can effectively capture complex relationships, especially on large datasets.

Naive Bayes: Naive Bayes can be used to calculate the probability of specific features for churn prediction.

Time Series Analysis: Time series analysis can be used, especially in subscription-based services, to predict future churn rates by analyzing users' past behavior.

Results

Our data has been obtained, necessary preprocessing has been performed, features determining the user's interest and satisfaction levels have been identified, and new features have been created. Now, we are training our models based on the real data with labels according to the package expiration dates that have occurred to date. We split our dataset into 70(212870) - 30(91231) proportions to test the performance of machine learning models.

	Description	Value
0	Session id	564
1	Target	label
2	Target type	Binary
3	Original data shape	(304101, 130)
4	Transformed data shape	(304101, 104)
5	Transformed train set shape	(212870, 104)
6	Transformed test set shape	(91231, 104)
7	Ignore features	26
8	Numeric features	103

Figure 2. Dataset Information

Comparing Machine Learning Models

The comparison of machine learning algorithms and the analysis of results have been performed using the Pycaret library. Pycaret is a Python library used for developing data science and machine learning applications. Pycaret automates and simplifies a range of crucial tasks in data analysis, model selection, hyperparameter tuning, model evaluation, and presentation of results. Its key advantages include:

- *Rapid model selection and comparison.
- *Automated hyperparameter tuning.
- *Automation of data preprocessing tasks.
- *Automatic evaluation of model performance.
- *Sustainable project management.
- *Automation of tasks.
- *Modular and flexible structure

	Model	Accuracy	AUC	Recall	Prec.	F1	TT (Sec)
catboost	CatBoost Classifier	0.9930	0.9997	0.9904	0.9900	0.9902	22.9420
xgboost	Extreme Gradient Boosting	0.9898	0.9996	0.9851	0.9862	0.9856	1.8270
lightgbm	Light Gradient Boosting Machine	0.9878	0.9994	0.9790	0.9865	0.9828	1.1710
rf	Random Forest Classifier	0.9762	0.9981	0.9556	0.9771	0.9662	10.4980
et	Extra Trees Classifier	0.9697	0.9969	0.9441	0.9700	0.9569	11.6380
gb	Gradient Boosting Classifier	0.9657	0.9959	0.9466	0.9567	0.9516	40.1320
dt	Decision Tree Classifier	0.9607	0.9577	0.9473	0.9428	0.9450	1.6200
ada	Ada Boost Classifier	0.9501	0.9909	0.9271	0.9323	0.9297	10.0860
lr	Logistic Regression	0.9196	0.9785	0.8954	0.8807	0.8880	20.5270
svm	SVM - Linear Kernel	0.8977	0.0000	0.8886	0.8421	0.8609	1.8410
knn	K Neighbors Classifier	0.8733	0.9366	0.8368	0.8129	0.8247	11.5740
lda	Linear Discriminant Analysis	0.8435	0.9169	0.7191	0.8194	0.7659	4.2190
ridge	Ridge Classifier	0.8422	0.0000	0.7026	0.8284	0.7603	0.2900
nb	Naive Bayes	0.7271	0.8671	0.9485	0.5703	0.7123	0.3230
qda	Quadratic Discriminant Analysis	0.6954	0.8059	0.9610	0.5411	0.6923	3.4400
dummy	Dummy Classifier	0.6438	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0600

Figure 3. The Results of Machine Learning Algorithms

When we look at the comparison of models, we see that the GBM models offer the best performance. Why LightGBM? It is more advantageous in terms of speed, performance, and resource consumption compared to other algorithms. It can deliver excellent results even with both

large and small datasets. While Catboost provides the best performance, it is notable that LightGBM is faster than all GBM models in terms of speed. The success rate will also be close to Catboost when hyperparameters are optimized. Based on experimental studies conducted with big data and a large number of features, LightGBM has proven to outperform Xgboost, Stochastic GB, and other similar algorithms in terms of computational speed and memory consumption (Ke et al., 2017). Therefore, LightGBM has been selected as the algorithm.

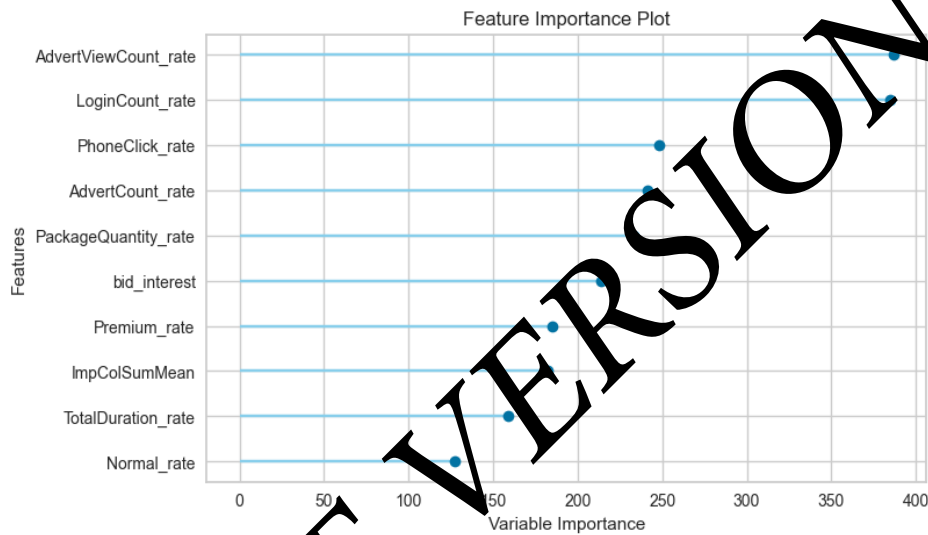


Figure 4. Feature Importance

After training with the LightGBM model, the most important variables leading us to the correct result are visualized in Figure 4.

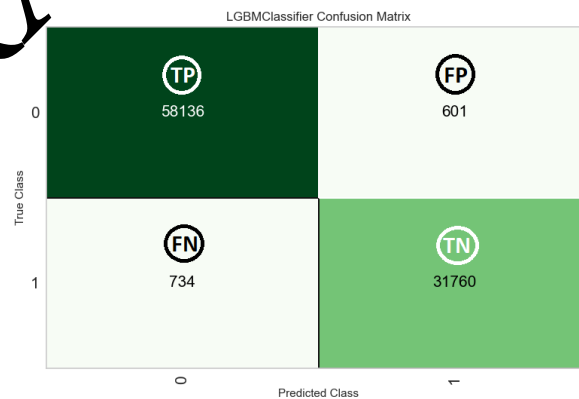


Figure 5. Confusion Matrix

A binary confusion matrix is a two-by-two table used to evaluate the accuracy of a predictive model for binary outcomes (i.e., whether a specific condition is present or not) (Zinoviev, 2016). We can see the quality of the model's prediction results with the confusion matrix in Figure 5.

Conclusion and Discussion

A customer's interaction with a subscription business involves three crucial elements: customer experience, customer perception, and customer behavior. To enhance customer satisfaction and loyalty, it's essential to thoroughly comprehend these aspects and their interplay. Fortunately, for most large companies, the answers are now accessible. Information technology systems collect extensive operational data at the customer level, and businesses can extract essential churn-related insights from this data. Although the analysis might be intricate, it can unveil surprising revelations, enabling management to make precise cost-benefit trade-offs and strategic investments in their services (Kon, 2007).

Churn analysis is a vital data science approach that helps businesses like Arabam.com solve critical issues. Following the deployment of our project, we gathered positive feedback from relevant departments. Thanks to churn prediction results, we were able to provide proactive solutions to performance issues by setting alarms months in advance, ultimately reducing customer churn and increasing renewal rates from 48% to around 80%. Additionally, it enabled us to discover the potential of users, calculate unit costs for dissatisfied users, and identify opportunities for targeted marketing.

This analysis is used to maintain the loyalty of VIP users and subscription subscribers, understand the appeal of subscription packages, measure customer satisfaction, and gain a competitive advantage. It benefits marketing, sales, customer service, and product development teams, enhancing the company's financial performance by focusing on reducing customer churn.

In conclusion, churn analysis is a critical tool for businesses like Arabam.com to enhance success, reduce customer loss, increase satisfaction, and optimize subscription packages.

References

Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang T., Chen W., Ma W., Ye Q., Liu T. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree. 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017), Long Beach, CA, USA. proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2017/file/6449f44a102fde848669bdd9eb6b76fa

[-Paper.pdf](#)

Kon, M., (2007). Customer Churn: Stop it before it starts. Mercer Management Journal 17, 54-55. https://oliverwyman.com/content/dam/oliverwyman/global/en/files/archive/2004/CMMJ17_Customer_Churn.pdf

https://oliverwyman.com/content/dam/oliverwyman/global/en/files/archive/2004/CMMJ17_Customer_Churn.pdf

Musafir, S., (2017). Consumer Satisfaction and Consumer Delight. International Journal of Advanced Research in Management and Social Sciences, Vol. 6, No. 5, 329. <https://garph.co.uk/IJARMSS/May2017/24.pdf>

Gold, C., & Tzuo, T. (2020). Fighting Churn with Data: The Science and Strategy of Customer Retention. Manning Publications Co.

Hill, N., & Alexander, J. (2006). The Handbook of Customer Satisfaction and Loyalty Measurement: Third Edition. Manning Publications Co. By Routledge

Müller, A. C. & Guido, S. (2017). Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists. By O'Reilly Media, Inc.

Zinoviev, D. (2016). Data Science Essentials in Python: Python Companion to Data Science. The Pragmatic Programmers, LLC.

IRSYSC 2023

7th International Researchers, Statisticians, and Young Statisticians Congress

2-5 November 2023 - İstanbul, TÜRKİYE

*****POSTERLER*****

DRAFT VERSION

**A NOVEL CONCEPT DRIFT DETECTION METHOD BASED ON THE PARTIAL
DEPENDENCE PROFILE DISPARITY INDEX***Ugur Dar^{1*}, Mustafa Cavus¹**¹Eskisehir Technical University, Department of Statistics, Türkiye***(ugurdarr@gmail.com) Corresponding author***Abstract**

Many machine learning models are used in real-time systems. In data streaming, where both the data's characteristics and the behavior of the models can change. Significant decreases in the model's prediction performance, which is referred data drift, can be observed in such cases. Data drift is fundamentally divided into two categories: virtual drift refers to situations where the distributions of response or predictors change but the relationship between them remains unchanged, while concept drift indicates a change in the relationship between response and predictors. Concept drift can be observed as sudden, incremental, recurring, and gradual drift. In the literature, various methods are available for detecting concept drift such as statistical tests and monitoring the model's prediction performance. However, tests solely based on variable distributions may be insufficient to understand potential changes in model behaviour while using performance metrics alone. There may be no overall change in the model's prediction performance. In that case, eXplainable Artificial Intelligence (XAI) tools can be used for the detailed insight of model behaviour. Partial Dependence Profile (PDP) is one of the commonly used XAI methods to examine how a predictor in the model affects the prediction of the response. In this study, we propose a novel concept drift detection method based on the Profile Disparity Index which is a metric provides the differences between PDPs. It has demonstrated that, apart from relying solely on statistical tests and model performance metrics, concept drift can also be detected in data streams using a profile difference index. Experimental studies are conducted to investigate the performance of the proposed method on synthetic data for different window size and drift type. The usability of the method is discussed according to the findings.

Keywords: concept drift; model monitoring; explainable artificial intelligence; partial dependence profile.

**BANK FAILURE PREDICTION MODELS ADDRESSING IMBALANCED DATA AND
OUT-OF-TIME PERFORMANCE***Seyma Gunonu¹, Gizem Altun¹, Mustafa Cavus^{1*}**¹Department of Statistics, Eskisehir Technical University, Turkiye***(mustafacavus@eskisehir.edu.tr) Corresponding author***Abstract**

The banking sector plays a critical role in the economic development of a country, directly influencing financial stability and economic growth. However, crises in the banking sector can lead to economic downturns and severe disruptions. Therefore, timely detection and management of potential issues in banks are of paramount importance. Prediction models offer valuable solutions for predicting problems such as bank failures. Nevertheless, training a bank failure prediction model presents several challenges, including the selection of predictors, choice of data timeframes, imbalanced data, and poor out-of-time performance. Notably, the literature often neglects the issues of out-of-time prediction performance and class imbalance in such models. This study aims to propose a prediction model of U.S. bank failures for the period 2008-2023 that excels in both out-of-sample and out-of-time prediction accuracy. To achieve this, tree-based models Decision Trees, Random Forests, and Extra Trees are employed, coupled with resampling and weighting techniques. The results indicate that the bank failure prediction model based on the Decision Trees model achieves the highest out-of-sample prediction performance when utilizing the weight-based method, while the bank prediction model based on the Random Forests model attains the highest out-of-time prediction performance. Finally, the bank failure prediction model based on the Decision Trees model successfully resolves class imbalance using the weight-based method, resulting in high out-of-time prediction performance.

Keywords: bank failure prediction; imbalanced data; resampling; out-of-time performance.

COMPARISON OF THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF TWO COMPOSITE PLATES MADE OF NATURAL AND SYNTHETIC FIBERS BY SIMULATION.

S .A.Benmansour^{1,2}, A.Ferouani¹, S.M.N. Serdoun¹*

¹ *Preparatory training department, Higher School of Applied Sciences of Tlemcen, Algeria*

² *Material and corrosion research, LAEPO, research Laboratory, University of Tlemcen, Algeria*

**(benmansour.sidahmed@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

In this work we analyze the behavior of two rectangular flat plates subjected to a three-point bending loading and varied according to the orientation of the fibers. The first plate is made of 8 layers of an epoxy carbon fiber composite and the second plate is made of 8 layers of an epoxy jute fiber composite. The orientation of the ply is assumed to be symmetrical with respect to the neutral axis of the laminate. The orientation changes from $\theta = 0^\circ$, $\theta = 45^\circ$, $\theta = 45^\circ$ and $\theta = 90^\circ$. For this analysis, 0° is assumed to be aligned with the x-axis which also coincides with the longest dimension of the rectangular plate. The finite element method is used to evaluate the Von Mises stress. A finite element model was created using ANSYS computer code. These results are then used to optimize the flat plate for maximum stiffness. In this article, we presented the study by simulation of the static behavior of composite materials (laminates). The materials used in this work consist of laminates of carbon fiber fabric or jute fibers and epoxy resin with a stacking sequence of the type $[0^\circ_2/90^\circ_2]_s$, $[0^\circ_4]_s$, $[90^\circ_4]_s$, $[+45^\circ/-45^\circ/0^\circ/90^\circ]_s$. A numerical model based on thin plate theory was established to describe the static behavior of a composite material sample. She evaluated the bending stiffness by varying the different orientations of the fibers. Analyses of the simulation results showed that the choice of orientation and nature of the fibers are beneficial for the rigidity of any mechanical structure.

Keywords: numerical simulations; finit element; composite; multilayer; natural fiber; synthetic fiber.

**KUMARASWAMY GENERALIZED EXPONENTIAL DISTRIBUTIONS WITH
ACCELERATED FAILURE TIME**

Khaoula Aidi^{1}*

¹*Laboratory of probability and statistics LaPS, University Badji Mokhtar-Annaba, Algeria*

**(khaoula.aidi@yahoo.fr) Corresponding author*

Abstract

Accelerated failure time (AFT) models consist in reducing the lifetimes of the products by the acceleration of degradations causing the failures. So, data are collected from experiments under higher than usual stress conditions and characteristics can be obtained within short times. This work concerned the study of an accelerated life time model with the Kumaraswamy generalized exponential distribution as the baseline and called AFT-KwGME. Statistical properties are presented and numerical methods are used to compute the maximum likelihood estimators of the unknown parameters. A modified chi-square test based on the Nikulin-Rao-Robson statistic is constructed to fit data from this model.

Keywords: Accelerated failure time models- Chi-square test- Maximum likelihood estimation- Reliability.

DRAFT VERSION

**MODELISATION OF THE SECOND HARMONIC GENERATION OF HEXAGONAL
BISMUTH BORATE $\text{SrBi}_2\text{B}_2\text{O}_7$ CRYSTAL FOR ULTRAVIOLET OPTO-
ELECTRONIC APPLICATIONS: AN AB INITIO STUDY**

N.Boudghene Stambouli^{1}, T.Ouahrani², Ch.Ougherb³*

¹ Formation préparatoire / ESSA, Tlemcen, Algeria

² Formation supérieure / ESSA, Tlemcen, Algeria

³ Formation préparatoire / ESSA, Tlemcen, Algeria

**(nawelboud1978@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

To achieve efficient frequency conversion, the nonlinear ultraviolet crystal must exhibit strong second harmonic generation and possible phase matching conditions, which brought us back to doing the first-principles calculations that currently predict that $\text{SrBi}_2\text{B}_2\text{O}_7$ represents a potentially new class of materials with such characteristics. For this purpose, we present in our article a first analysis of the dynamic, binding, linear, and nonlinear optical properties of the $\text{SrBi}_2\text{B}_2\text{O}_7$ single crystal. To demonstrate these properties, both density functional theory and topological analysis have been used.

Keywords: ab initio calculation; Band structure; Bonding analysis.

DRAFT VERSION

**NUMERICAL MODELING AND ANALYSIS OF THE MECHANICAL BEHAVIOR
AND REPAIR OF A METAL STRUCTURE WITH A SLEEVE MADE OF COMPOSITE
MATERIALS**

S .A.Benmansour^{1,2}, A.Ferouani¹, N.Benhadj Serradj¹, A. Benmoussat², M. Fekih³*

¹ *Preparatory training department, Higher School of Applied Sciences of Tlemcen, Algeria*

² *Material and corrosion research, LAEPO, research Laboratory, University of Tlemcen, Algeria*

³ *Department of mechanical engineering, Faculty of technology, University of Tlemcen- Algeria*

**(benmansour.sidahmed@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

In this work, we are interested in the study and numerical modeling of the mechanical behavior of a metal structure in X60 steel under stress leading to pitting corrosion and repairs by bonding sleeves based on composite materials. The effect of different types of stresses such as mechanical stresses and environmental stresses not only changes the behavior of the adhesive but also acts on the interfacial interactions and adhesion forces. These stresses are factors of reduction in the mechanical strength of the joints, loss of the adhesion function and reduction in the life of the bonded joints. The results of the reinforcement with a sleeve based on composite material showed that the stress almost reaches the stress of a tube without a defect and the repair results are better when the defect is filled before welding. Maximum Von Mises stress is decreased by almost three times in a corroded and repaired pipe, represents almost the maximum stress of a pipe without flaws which shows the necessity and effectiveness of filling defects in the structure by the sleeve made of composite material. . Finally, from our simulation results by ANSYS, we can conclude that the bonding repair of the composite is very effective and promising for the repair of metallic structures.

Keywords: numerical simulations; composite sleeve; multilayer; localized corrosion; repair.

SIZING OF A DRIP IRRIGATION SYSTEM WITH PHOTOVOLTAIC PUMPING

***Benhadji Serradj Kawther¹, Hassaine Taha², E.A. Benmansour Abdelhalim³,
Benhadji Serradj Nasr-Eddine⁴***

¹ *Department of Hydrolics Engineering, Université of Tlemcen, Algeria*

² *Department of Hydrolics Engineering, Université of Tlemcen, Algeria*

³ *Department of Hydrolics Engineering, Université of Tlemcen, Algeria*

⁴ *Preparatory department, Higher School of Applied Sciences of Tlemcen, Algeria*

**(kawtherbenhadjiserradj@gmail.com) Corresponding author*

Abstract

A country's self-sufficiency is the key to its development. Indeed, the world's growing population is alarming. According to studies, more than 12.9% of the world's population is undernourished. Therefore, the major challenge of this century is to develop arid and semi-arid land, while optimizing the quantity and the quality of the water used for irrigation as well as reducing greenhouse-gas (GHG) emissions. In this type of situations, it is imperative to control a country's population growth rate, so to overcome this problem it is more efficient to use the water resources wisely, and to change the energy sources from fossil to sustainable and renewable.

The purpose of this study is to propose a "green" action and program for the development of an agricultural perimeter of semi-arid region. This will be achieved by introducing clean renewable energy sources, photovoltaics, which can pump water in between sunrise and sunset at low-cost with a drip irrigation system.

For this practical work, we've collected data from a well-studied agricultural perimeter: Sidi Mokhfi, in the commune of Sidi Djillali, located south of the wilaya of Tlemcen (north-west of Algeria). The chosen crop will be olives.

Keywords: Irrigation, Drip system, Photovoltaic.

**STRUCTURAL, DYNAMICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CSBiO₃
OXIDE-PEROVSKITE FROM AB-INITIO CALCULATIONS.**

Chewki Ougherb^{1*}, *Tarik Ouahrani*¹, *Abdelkarim Ferouani*¹

¹ *Ecole Supérieure en Sciences Appliquées, BP 165 RP Bel Horizon 13000, Tlemcen, Algérie.*

* (*chewki_ouherb@yahoo.com*) *Corresponding author*

Abstract

The quest for a new stable oxide perovskite is a crucial challenge for use in many fields of applications. However, the Jahn-Teller effect in conjunction with symmetry breaking distortion in some compounds acts as a key ingredient for several intriguing quantum phenomena causing instability in the ideal cubic structure. Using density functional theory (DFT) calculations, we find that the CsBiO₃ compound is rather stable in a distorted tetragonal structure than in an ideal cubic one. To analyze this stability, we investigated deeply the thermodynamic and dynamical properties of the title compound. The results suggest that the octahedral distortion is due to the anti-symmetric breathing modes moving the BiO₆ octahedra. Both electronic and topological analyses of electron density showed that these distortions found their origin in the sp lone pair bonds in the Bi units.

Keywords: Ab initio, Dynamical stability, Distortion, Bonding properties.

DRAFT VERSION

**THE ODD MOMENT EXPONENTIAL-G POISSON DISTRIBUTIONS: PROPERTIES,
ESTIMATION, AND APPLICATIONS*****Khaoula Aidi*** ^{1*}¹*Laboratory of probability and statistics LaPS, University Badji Mokhtar-Annaba, Algeria***(khaoula.aidi@yahoo.fr) Corresponding author***Abstract**

This paper introduces a new two-parameter G-family of continuous distributions called the odd moment exponential-G Poisson family of distribution. The proposed family of distributions is constructed by compounding the odd moment exponential-G distribution with the truncated Poisson distribution. Some of its mathematical properties including explicit expressions for the moment generating function, residual life, reversed residual life, order statistics, Probability weighted moments, stress-strength reliability, Rényi entropy and mean deviation are derived. Important special model of the new family also provided. The estimation of the model parameters is performed by the maximum likelihood method. A simulation study is carried out under varying sample size to assess the performance of the estimation. The flexibility of the proposed family is illustrated through one application to the failure time data set.

Keywords: OME-G family, P-G family, the maximum likelihood method, AIC, KS test.

DRAFT VERSION