



DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ - ARALIK 2019 - SAYI 43



Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Evliya Çelebi Yerleşkesi Tavşanlı Yolu 10.Km. 43270 Kütahya
Telefon: (0274) 443 19 29 - 30
E-Posta: fbed@dpu.edu.tr
<http://fbed.dpu.edu.tr>

Journal of Science and Technology
of Dumlupınar University

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
E-ISSN: 2651-2769
Sayı 43, Aralık 2019



Journal of Science and Technology
of Dumlupınar University
E-ISSN: 2651-2769
Number 43, December 2019

Sahibi / Owner

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi adına
Prof. Dr. Kazım UYSAL (Rektör)

Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Önder UYSAL

Yardımcı Editör / Associate Editor

Doç. Dr. Fatih ŞEN

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Önder UYSAL
Prof. Dr. Cengiz YENİKAYA
Prof. Dr. Cengiz KARAGÜZEL
Prof. Dr. Gürsel YANIK
Doç. Dr. Cemal PARLAK
Doç. Dr. Nevzat BEYAZIT
Doç. Dr. Levent URTEKİN
Doç. Dr. Fatih ŞEN
Dr. Öğr. Üyesi Ümran ERÇETİN

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Kimya
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği
Ege Üniversitesi / Fizik
Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Çevre Mühendisliği
Ahi Evran Üniversitesi / Makine Mühendisliği
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Biyokimya
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Makine Mühendisliği

Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, yayın hayatına 2000 yılında başlamış olup, Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda düzenli olarak 2 kez yayımlanan ulusal hakemli bir dergidir. Derginin yazım dili Türkçe ve İngilizce'dir. Dergiye gönderilen makaleler, editör kurulu tarafından seçilen ve konusunda uzman en az iki hakem tarafından değerlendirilmektedir. Dergiye sunulan bütün makaleler çift-körleme yöntemiyle değerlendirilmektedir. Değerlendirilmek üzere dergimize gönderilen makalelerin, daha önce yayınlanmamış, yayınlanmak üzere kabul edilmemiş ve yayınlanmak için başka bir dergide değerlendirilme sürecinde olmaması gerekmektedir. Dergide yayınlanan yazıların her türlü sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.

Dergi, fen ve mühendislik bilimlerinde ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan bilimsel çalışmalarını bilim insanları ve kamuoyu ile paylaşmayı amaçlar. Dergiye, fen ve mühendislik bilim dallarında yapılan, özgün araştırma makaleleri, derleme makaleleri ve kısa notlar kabul edilir. Özgün araştırma makalelerinin başka dergilerde yayınlanmamış olması, teorik ve deneysel sonuçlar içermesi beklenir. Derleme makalelerinde ise belirli bir konu üzerinde bilimsel, teknolojik ve güncel gelişmelerin geniş bir kaynakça kullanılarak yansıtılması ve bunların doyurucu bir değerlendirilmesinin yapılması aranır. Kısa notlar, özgün bir çalışmanın ilk bulgularının duyurulması amacıyla yönelik hazırlanan kısa yazılar olmalıdır.

Yazışma Adresi: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Evliya Çelebi Yerleşkesi Fen Bilimleri Enstitüsü 43270
KÜTAHYA

Telefon: 0 274 443 19 29 - 30

E-posta: fbed@dpu.edu.tr

Faks: 0 274 265 20 60

Web Sayfası: <http://fbed.dpu.edu.tr>

Journal of Science and Technology of Dumlupınar University started its publication life in 2000 and is a national peer-reviewed journal published regularly twice a year in June and December. The language of the journal is Turkish and English. Articles submitted to the journal are evaluated by at least two referees who are experts in the subject and selected by the editorial board. All articles submitted to the journal are evaluated by the double-blind method. Articles submitted to our journal for review should not be previously published, accepted for publication and in the process of being evaluated for publication in another journal. All responsibility for the articles published in the journal belongs to the author(s).

The journal aims to share scientific studies carried out in the fields of science and engineering at national and international level with scientists and the public. Original research articles, review articles and short notes in science and engineering disciplines are accepted for the journal. Original research articles are expected to contain theoretical and experimental results and should not be published in other journals. In the review articles, it is expected that scientific, technological and current developments on a specific subject are reflected by using an extensive bibliography and made a satisfying evaluation of these. Short notes should be brief writings prepared to announce the first findings of an original study.

Correspondence Address: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Evliya Çelebi Yerleşkesi Fen Bilimleri Enstitüsü
43270 KÜTAHYA

Phone: 0 274 443 19 29 - 30

E-mail: fbed@dpu.edu.tr

Fax: 0 274 265 20 60

Webpage: <http://fbed.dpu.edu.tr>

Bölüm Editörleri / Section Editors

İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering Prof. Dr. M. Çağatay KARABÖRK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering Prof. Dr. Ramazan KÖSE	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği / Electrical-Electronics Engineering Dr. Öğr. Üyesi Kadir VARDAR	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği / Computer Engineering Doç. Dr. Doğan AYDIN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği / Industrial Engineering Dr. Öğr. Üyesi Kerem CİDDİ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Maden Mühendisliği / Mining Engineering Dr. Öğr. Üyesi Uğur DEMİR	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği / Geology Engineering Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ÖZBURAN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği / Metallurgical and Materials Engineering Prof. Dr. İskender IŞIK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Gıda Mühendisliği / Food Engineering Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Çevre Mühendisliği / Environmental Engineering Doç. Dr. Nevzat BEYAZIT	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Matematik / Mathematics Dr. Öğr. Üyesi Cansu KESKİN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Fizik / Physics Doç. Dr. Huriye Sanem AYDOĞU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Kimya / Chemistry Doç. Dr. Bülent ZEYBEK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Biyoloji / Biology Dr. Öğr. Üyesi Nüket Akalın BİNGÖL	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Biyokimya / Biochemistry Doç. Dr. Derya KOYUNCU ZEYBEK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
İş Sağlığı ve Güvenliği / Occupational Health and Safety Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Sibel AKAR	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / Kimya
Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK	Selçuk Üniversitesi / Biyoloji
Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK	Gazi Üniversitesi / Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği
Prof. Dr. Uğur ARİFOĞLU	Sakarya Üniversitesi / Elektrik-Elekt. Mühendisliği
Prof. Dr. Oktay ARSLAN	Balıkesir Üniversitesi / Kimya
Prof. Dr. Şükrü ASLAN	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi / Çevre Mühendisliği
Prof. Dr. Ülfet ATAV	Selçuk Üniversitesi / Fizik
Prof. Dr. Mustafa BAYRAKTAR	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Niyazi BİLİM	Konya Teknik Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Prof. Dr. İsmail BOZTOSUN	Akdeniz Üniversitesi / Fizik
Prof. Dr. Erdal ÇELİK	Dokuz Eylül Üniversitesi / Metalurji Malzeme Müh.
Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Biyoloji
Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Gıda Mühendisliği
Prof. Dr. Mehmet Ali EBEOĞLU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Elektrik-Elekt. Müh.
Prof. Dr. İsmail Göktay EDİZ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Prof. Dr. İsmail EKİNCİOĞLU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Kaan ERARSLAN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Prof. Dr. Zeynal Abiddin ERGÜLER	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği
Prof. Dr. Seyhan FIRAT	Gazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği
Prof. Dr. Remzi GÖREN	Sakarya Üniversitesi / Met. Malzeme Müh.
Prof. Dr. Rasim İPEK	Ege Üniversitesi / Makine Mühendisliği
Prof. Dr. Refail KASIMBEYLİ	Eskişehir Teknik Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği
Prof. Dr. Hamdi Şükür KILIÇ	Selçuk Üniversitesi / Fizik
Prof. Dr. Yaşar KİBİCİ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği
Prof. Dr. İsmail KOCAÇALIŞKAN	Yıldız Teknik Üniversitesi / Moleküler Biy. ve Genetik
Prof. Dr. Mahmut KOÇAK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / Mat.-Bilgisayar
Prof. Dr. Muhsin KONUK	Üsküdar Üniversitesi / Moleküler Biy. ve Genetik
Prof. Dr. Mustafa KURU	Başkent Üniversitesi / Moleküler Biy. ve Genetik
Prof. Dr. Ömer İrfan KÜFREVİOĞLU	Atatürk Üniversitesi / Biyokimya
Prof. Dr. Halim MUTLU	Ankara Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği
Prof. Dr. Ekrem SAVAŞ	İstanbul Ticaret Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Murat TANIŞLI	Eskişehir Teknik Üniversitesi / Fizik
Prof. Dr. Ali Rehber TÜRKER	Gazi Üniversitesi / Kimya
Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN	Giresun Üniversitesi / Biyoloji
Prof. Dr. Abdülmecit TÜRÜT	İstanbul Medeniyet Üniversitesi / Fizik Mühendisliği
Prof. Dr. Eşref ÜNLÜOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği
Prof. Dr. Nurettin YAYLI	Karadeniz Teknik Üniversitesi / Eczacılık
Prof. Dr. Yusuf YAYLI	Ankara Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Elçin YUSUFOĞLU	Uşak Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Hüseyin Serdar YÜCESU	Gazi Üniversitesi / Otomotiv Mühendisliği
Prof. Dr. Mehmet Tevfik ZEYREK	Orta Doğu Teknik Üniversitesi / Fizik

DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
Journal of Science and Technology of Dumlupınar University
E-ISSN: 2651-2769

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES

- Provincial Human Capital Flows and Urban Dynamism in Turkey*** 1-20
Türkiye’de İller Arası Beşeri Sermaye Akımları ve Kentsel Dinamikler
Dilcu GÖNÜL, Gül den ERKUT
- Rotasyon Orman Sınıflandırma Algoritması Kullanarak Kronik Böbrek Rahatsızlığının Tahmini*** 21-34
Prediction of Chronic Kidney Disease using Rotation Forest Classification Algorithm
Serhat KILIÇARSLAN, Mete ÇELİK
- Mersin, Tarsus Scarabaeinae, Dynastinae (Coleoptera, Scarabaeidae) Faunası Üzerine Bir Çalışma*** 35-42
A Study About Fauna of Scarabaeinae, Dynastinae (Coleoptera, Scarabaeidae) at Mersin Tarsus
Mehmet GÜLMEZ, Kemal DİNDAR, Hasan ARI
- Assessment of Antimicrobial Activity on the Skin Secretions of Nine Anuran Species from Turkey*** 43-52
Türkiye’den Dokuz Anura Türünün Deri Sekresyonlarının Antimikrobiyal Aktivitesinin Değerlendirilmesi
Dilek AYKIL, Arzu ÖZKARA, Uğur Cengiz ERİŞMİŞ
- Kütahya İlinde Akraba Evliliği Sıklığı ve Sonuçları*** 53-73
The Frequency and Outcomes of Consanguineous Marriage in the Province of Kütahya
Hayri DAYIOĞLU, Ayhan YILMAZ, Elif BULUT
- Türkiye’de Biyokaçakçılık*** 74-90
Bio-Smuggling in Turkey
Hayri DAYIOĞLU, Ayhan YILMAZ, Gamze BAŞARAN
- Kähler-Einstein Metrik Üzerine*** 91-107
On Kähler-Einstein Metric
Cemile YETİM, Mine TURAN

DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
Journal of Science and Technology of Dumlupınar University
E-ISSN: 2651-2769

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES

- The Structural, Surface Morphology, Optical and Electrical Properties of ZnO Film Doped Gallium at 10%*** 108-124
%10 Galyum Katkılı ZnO Filminin Yapısal, Yüzey Morfolojisi, Optik ve Elektrik Özellikleri
Senem AYDOĞU, Seda UZKALAN



PROVINCIAL HUMAN CAPITAL FLOWS AND URBAN DYNAMISM IN TURKEY

Dilcu GÖNÜL^{1,*}, Gülden ERKUT²

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul, dilcugonul@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-5632-988X

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul, gerkut@itu.edu.tr,
ORCID: 0000-0001-5553-7751

Geliş Tarihi: 10.11.2018

Kabul Tarihi: 27.12.2018

ABSTRACT

Human capital is being argued as an urban development factor for many years. People who can think, create, change way of thinking easily according to fast evolving new situations, make innovations and produce innovative solutions are the bases of urban dynamism. In the world literature, after human capital has gained such an important role, many researches have been conducted in order to understand relationship between human capital flows and spatial development. However, in Turkish literature, mainly due to lack of detailed migration data, this kind of studies are not in sufficient number. In this study, it is aimed to cluster the most popular urban migration destinations according to their human capital immigration profiles by using some exploratory techniques and there are some surprising conclusions reached by these analysis in Turkey, like, although Istanbul is the outlier for almost all of the urban dynamism characteristics for Turkey, she is not lucky enough for gaining the most valuable urban migration profile. Besides; it is seen that there are opportunities to gain and benefit from this valuable profile by developing some policies on training, internship opportunities, creation of jobs for the ones which are not as popular migration destinations as Istanbul, like Kutahya, Erzurum, and Manisa. Therefore, human capital and its relation with space are very important issues for planning authorities and policy makers to dig up. This paper is written to shed light on this crucial issue. In the first part; literature on analyzing the relation between human capital and urban development is presented. In the second part, exploratory analysis of human capital migration is introduced. Third part includes the reached clusters and their interpretations. Paper ends with some concluding remarks pointing issues on further research on this subject.

Keywords: *Human capital flows, Urban development, Urban dynamism*

TÜRKİYE'DE İLLER ARASI BEŞERİ SERMAYE AKIMLARI VE KENTSEL DİNAMİKLER

ÖZ

Beşeri sermaye kentsel gelişmenin bir faktörü olarak yıllardır tartışılmaktadır. Düşünebilen, yaratabilen, hızlı evrimleşen durumlara göre düşünce yönünü değiştirebilen, yenilikler yapan ve yenilikçi çözümler üreten insanlar kentsel dinamizmin temelini oluşturmaktadır. Dünya literatüründe;

beşeri sermayenin böyle önemli bir rol kazanmasının ardından, beşeri sermaye akımları ve mekansal gelişme arasındaki ilişkiyi anlamaya yönelik pekçok araştırma yapılmaktadır. Ancak Türk literatüründe bu tür çalışmalar; daha çok detaylı göç verisinin eksikliği nedeniyle, yetersiz kalmıştır. Bu çalışmada; açıklayıcı veri teknikleri ile, en çok göç çeken iller beşeri sermaye göç profillerine göre kümelendirilmiştir ve bu analizler neticesinde Türkiye için bazı ilginç sonuçlara da ulaşılmıştır. Örneğin; İstanbul kentsel dinamizm özelliklerin hemen hepsi için Türkiye’de dışadüşen olmasına rağmen, en değerli kentsel göç profilini kazanmak yönünde pek de şanslı olmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra; İstanbul kadar revaçta olmayan göç çekim merkezlerinin; Kütahya, Erzurum ve Manisa gibi, eğitim, staj fırsatları, yaratılacak iş imkanları gibi politikalar ile bu kıymetli göç profilini kendine çekmek ve fayda yaratmak için fırsatlar olduğu görülmektedir. Bu sebeplerle beşeri sermaye ve onun mekan ile ilişkisi; planlama otoriteleri ve politika geliştiren çevreler için derinleme araştırılması gereken önemli bir konudur. Bu makale; bu önemli konuya ışık tutmak için yazılmıştır. Birinci bölümde; beşeri sermaye ve kentsel gelişme arasındaki ilişkiyi araştıran literatüre sunulmaktadır. İkinci bölümde; beşeri sermaye göçünü açıklayıcı analizler sunulmaktadır. Üçüncü bölüm ise elde edilen kümeler ve yorumlarını içermektedir. Makale bu konunun ilettilmesine yönelik bazı tespitler ile sonuçlandırılmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Beşeri sermaye akımları, Kentsel gelişme, Kentsel dinamizm*

1. INTRODUCTION

Globalization wave evolved migration phenomenon into a fact which holds new dependencies and relations. Thus, mobility and migration concepts intertwined. In consequence of these changes; it is no more easy to analyze migration’s spatial effects. By the end of 20th and with 21st centuries; migration has begun to turn into local scale dynamic mobilities among the boundaries that we have not witnessed before in history. Nonetheless, motivations of migration and the evolutionary effects of migrants on destinations have also changed. Besides forced migration, voluntary and selective migration has increased. This second type of migrants are known to evaluate many different factors together like standards of living, approximate wages, culturel closeness, social networks, dangers, other benefits and costs in possible destinations and then they make their decisions [1]. Mobility of human capital –educated and productive population- that became visible in 1980s and continuing nowadays as an important factor for urban development is an example to this kind of migration behavior [2], [3], [4], [5]. Increase in mobility of this population group is explained by their higher ability to access and interpret the information [6]. Their main motivation is mostly to carry themselves to a better position in society. Technological improvements and globalization increased migration frequencies and distances. According to 2009 estimations 740 million people moved around within the country boundaries in the world and this accounts for %3.3 of world population [7].

Migration oriented studies are mostly concentrated on economic effects on space. However, with endogenous growth theories human capital and new information gained importance on production side and this stimulated researches themed as “human capital mobility and its impacts on space”. This development is resulted with wide range of studies looking for the relation between formation and spillover of new information and ideas with human capital mobility [8], [9], [10], [11] [12], [13] [14], [15]. These researches are mostly concluded that labor and human capital mobility is a balancing and flourishing factor for regional development. At the start of 1980s, migration was defined as a mobility from rural areas to urban regions. This mobility could not be controlled and faced urban regions with unbalanced spatial developments, environment challenges, security problems, inadequate health and

education facilities. Spatial disintegration got bigger and bigger, day by day [16]. Nowadays, urban to urban migration is also a considerable issue [17], especially the mobility of human capital. In order to stop this spatial disintegration in urban regions and also rural areas, balanced human capital distribution can be a chance to achieve livable and sustainable environments. All these reasons paved the way for this research and we focused on analyzing the provinces attracting human capital.

2. STUDIES ON HUMAN CAPITAL MIGRATION AND URBAN DEVELOPMENT

[18], mentions about the change in economic structures of the cities and nations. He defines the early economies as the manufacturing economies. Then he speaks about the change in the economic focus of the cities from manufacturing to information and he concludes with determining today's economic focus as the cultural or creative industries. According to him, these creative industries are the main tools to attract mobile, educated human capital to the regions. Additionally practical experiences have showed that divergence and dynamism of cultural sector have influence on attracting investments by international companies because it constructs a productive and intellectual environment for their employees [19].

Nowadays, regions or cities need to be competitive in order to become a node in the global network economy [20]. One of the most important components of competitiveness is innovation which is in close relation with knowledge. Thus the relation between regional characteristics and their roles in knowledge production and spillovers has become a growing interest of the recent scientific researches. Models developed in the light of these concerns try to identify the reasons of the knowledge-base differentiations between the regions.

[21], argue in their study that not only the densely populated large cities but also some small urban centers with appropriate environments for knowledge spillovers have the potential to become innovative centers. According to the literature, knowledge spillover becomes possible by the human capital movements between firms. Additionally, on a larger scale, it is possible through the highly qualified university graduate flows between the regions. Although the researches on the relationship between learning regions and human capital flows are not in large amounts, most of the economists and policymakers accepted human capital as the main ingredient of innovation and economic growth [22],[23].

[24]'s surveys conducted with innovative firms located in London metropolitan region showed that transportation infrastructure; general and specialized business knowledge and information; finance, training, knowledge and information; factors of production; technical and professional labor were the four groups of components which develop the firms' innovativeness. However, the most rated prerequisite for innovation is the proximity to highly qualified human capital among those groups. Their study also stressed that international connections play more important role than the local and regional relations in innovativeness. Therefore they are drawing attention to high accessibility –like closeness to important airports or being connected with high capacity transport modes- as regional characteristics of places in terms of innovativeness. Following this finding, they suggest not only to rely on the indicators, based on firms and economy but also on quality of life indicators such as availability of good housing, advanced education facilities for children, accessibility of high quality recreational amenities, etc. in innovativeness analysis. These indicators get high scores in their surveys.

3. RESEARCH QUESTIONS

If we look into the migration literature, we come across with many different types of studies. It is possible to categorize those studies by two main aspects. The first aspect is the scale of migration dealt with and the second one is the kind of determinants used to explain the migration behavior.

The first category consists of two types of studies such as micro scale and macro scale migrations [25].

Macro scale migration models deal with mass migration which is a property that differs them from the micro approach. Thus, the main interest of those models is percentage of unemployed or environmental characteristics. Classical economic models suggest that interregional migration decreases inequality between the regions' economic structures by the flows of unemployed to the regions where they can find better opportunities. However, [8], mentions that Myrdal (1957) had some contradictory ideas which support the imbalances caused by interregional flows of people in a selective nature. According to [8] another influential study on interregional migration was introduced by Lee (1966) who was dealing with detection of the regional characteristics that make people migrate to or migrate from.

Second aspect for the categorization of migration studies is the different determinants used to explain migration behaviors. Classical labor migration models, human capital models, job search models, and gravity models can be listed in this category.

As a result of the mentioned deficiencies of classical theory of labor migration some other alternative models have been developed in order to make better explanations for this complex action. One of them is the **human capital models of migration** [26]. Although it requires effort to collect more information, its explanatory power is higher than the classical theory. The base ideas of this kind of modeling come from the human capital theory.

Human capital theory, originated from [27] work, deals with explanation of the income disparities. Basically; talents, experience and knowledge gained by an individual form the human capital. In order to improve human capital in value; schooling and professional knowledge accumulation are needed. Individuals decide whether to improve human capital in value or not and this decision affects both the efficiency of the work life and the income. Human capital theory is the way of thinking about individual decisions to acquire knowledge and about the consequences of these decisions for productivity [28]. This theory laid the background for some of the economists and they used human capital as important inputs for their growth models. The idea of using human capital concentrations in economic growth models has its roots in the endogenous growth theory that came into existence by the end of 1980's. In early human capital models all the intangible forms of knowledge including human capital skills were considered as unique and competitive inputs for economic growth [29].

Knowledge transfers and accumulation are very important factors for economic and technological improvement where the economy's main material is knowledge and migration is an effective factor in the process of knowledge spillovers between the regions which may adjust the human capital reserve. For that reason, many works have underlined the impact of human capital on the regional development [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [24], [37]. Researchers assume that as the workers move between the companies or institutions, they share the knowledge learned from the past experiences and the social capital. This process motivates general improvement in knowledge and innovation base of a region. Employees' knowledge is an important factor which increases the

productivity of companies. The way of improving the innovativeness depends on R&D personnel and talented personnel working in operation [38]. Cities' ability to attract the talented people [39], has been also a significant research area.

Human capital approach in migration theory differs from the classical theory with its ability to take into consideration the migrant's remaining working life while assuming that he/she will respond to the higher incomes. One of the main assumptions in this theory is that both mobile and well-educated group of graduates also corresponds to the group who has the highest share in the contribution of the knowledge formation and accumulation [9]. As to express more clearly, when talented and well-educated people move into a region, production capacity increases, competence of the labor market rises and information and innovation begin to be transferred more effectively. Therefore, identifying the influential features in the process of migrants' decision making on destination choices is a very crucial action. It is proved by many researches that cities as living spaces are mostly preferred by well-educated people [38]. Higher payments and improved chances proposed in the cities are major factors stimulating this tendency. Additional factors are listed as chances for education and family life. [26], was the pioneer of this argument. According to him, when somebody moves to a region, he/she makes investment. Following the evaluation of negative and positive consequences of migration, the decision is made. Negative and positive consequences of migration can affect people both economically and psychologically. Regional human capital accumulation has its theoretical roots in this decision making process. [34], introduces another factor of human capital accumulation in regions. He suggests that the reason for migrating to cities is the chance to improve their knowledge and talents by getting together with other professionals and thus rise in their careers. Those further will cause increase in their incomes [34]. Additionally, all the costs and benefits are included in the human capital approach many of which were incomplete in the classical one. The last strength of the human capital approach in migration modeling is its sensitivity to the selective nature of the action which draws the attention to the tendency of the young, highly educated and skilled ones to migrate [38]. This tendency causes the divergence of wages and incomes within a region and also throughout the country. For this reason, quality of life in peripheral places declines in time [40][41]. Despite its wider scope of explanatory factors, the human capital theory has also been criticized because of the assumption that the migrants are able to reach perfect information [42].

Human capital approach has been very inspiring for many of the migration and urban studies in the literature starting with the work of Jane Jacobs in 1984 and continuing with the most recent ones. [43], used the term 'creative people' as a synonym to 'human capital' and noted that regional economic development depends on the qualifications of the cities to attract creative people. Lucas (1988), inspired by Jane Jacobs, stressed that most of the knowledge is spilled over by the interactions between people accumulated in cities. The importance of human capital has increased with development of industry specialized in high technology products and services.

[44], as a contemporary supporter of creative economies argues that mobile-talented human capital pool is the most important factor for the companies to cluster in certain regions and this source of human capital makes them more competitive and creative. According to [44], economic reasons are not the only reasons for high qualified and talented people to move from one place to another. He argues that diversity of the places is one of the most important driving forces of the talented population's movements between the borders. For this reason, he defines culturally diverse places as the creative centers where creative human capital, innovation and high-tech industry are concentrated. Those places become centers of growth because of the creative people's preferences of living there.

[21], searched the influence of knowledge capacity of the regions on their ability to attract the young graduates. In their research, they analyzed the data which showed them the migration patterns of British students by the help of GIS (Geographical Information Systems). The statistical technique to assess the relationship between regions' knowledge assets and flows of young human capital was a three stage least squares simultaneous equation system. In order to reach their main aim, they brought together the migration data and the regional assets of knowledge production and innovativeness. Knowledge capacity indicators used in the study were regional labor market indicators, industry structure indicators (employment demand and innovation indices), quality of life indicators, and geographical indicators. One of the results drawn from the research is the positive correlation between attractiveness of a region for the young human capital and some of the characteristics of the regions such as innovative potential, crime rate, the proportion of knowledge workers and geographical peripherality. Another outcome of the study is the negative correlation between weakness of the local job market and ability of the region to attract the young talented population. Besides, results of the study prove that having a research institute or a university raises the chance of the region to benefit from the young graduates as talented human source. However, there is no direct evidence of the relationship between universities' contribution to innovative activities in regions.

[45], in their study, assessed the effects of a regional policy to create a well educated and talented population and then make them contribute to regional economy by keeping them within the same region. Results of the survey showed that human capital flows are most influenced by the increase in income per unit of labor relative to national mean among these regional characteristics and higher unemployment rates have discouraging effects on the flows. The analysis also proved that regions growing faster receive more young talented migrants compared to the national average. In terms of quality of life indicators, crime has a stronger effect on decisions to move out of that region. However, population density has an adverse but a weaker effect which means that young talented individuals prefer to move into more populated and diverse places.

4. RESEARCH QUESTIONS and METHODOLOGY

Inspired by the review of literature in the previous part, aim of this study is to catch some clues for further steps on modeling the relationship between human capital migration patterns and urban dynamism by exploring general picture of migration paths and patterns in Turkey. To reach that aim, the study is constructed to answer the following research questions;

1. Which provinces are the most attractive destinations in terms of urban migration? -First step is to filter urban migration data in order to exclude rural migration. Following this, provinces are ordered according to the amount of population received from other city centers and a map is produced. Another city to city migration map is produced by ordering provinces according to proportion of each province's immigration compared to that province's total immobile population.
2. What is the most influential migration reason for each destination? -Second step is to explore and map the relationship between reasons of immigration and destinations.
3. What are the human capital urban migration profiles of the most popular destinations in Turkey? – Third step is to form clusters of provinces according to their human capital migration profiles.

In order to answer above research questions, exploratory data analysis techniques like stem & leaf plots and cluster analysis are used during the production of maps and figures for the study. It is believed that before constructing a regression model in order to understand the most and the least effective indicators on spatial human capital migration patterns, first it is useful and crucial to lay out

the data distribution on space and the interrelations between main indicators of human capital migration and provinces. This research is conducted as a preliminary step for improved spatial econometric analysis.

Data used in this section and in the following sections belongs to year 2000 provincial level data, and all values are calculated from TUIK's (Turkish Institute for Statistics) Migration Statistics by the writers. It is a fact that, in Turkey we do not have a detailed migration data which can be attributed to space. Different institutions have different kind of data according to their interest areas. However, these data are not very convenient to combine and compare in a research of spatial analysis. Detail of data used in the following parts were available for the year 2000. That is why we used this database. Therefore, findings of the research are reflecting a picture belonging to that period. Rural migration statistics are excluded during calculations of migration statistics.

5. MAIN FINDINGS

5.1 Attractiveness of Provinces in Terms of Urban Migration

When we order urban immigration for each province of Turkey, İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Antalya, and Konya constitute the extreme cases ranging between 82000 to 642000 people (Figure 1).

Mean value for urban immigration is around 41000, and only 18 out of 81 provinces are receiving population over this value. Most of provinces (55 cases) are accumulated within interval of 3000-28000. Other than the extreme cases, provinces receiving urban immigration over mean value are mostly located in surrounding geographies of metropolitan cities like İstanbul (Kocaeli, Tekirdağ), Ankara (Eskişehir), İzmir (Balıkesir, Manisa, Aydın), Antalya (Mersin, Adana). Samsun is the only province receiving urban immigration over mean value in Black Sea Region. Similarly, Kayseri stands alone for middle Anatolia, and Gaziantep and Diyarbakır for South Eastern regions (Figure 1).

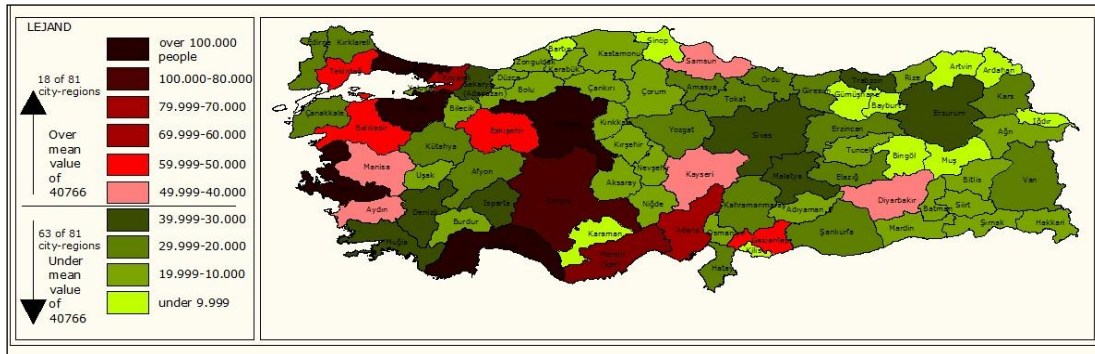


Figure 1. City regions' immigration from other city regions.

5.2 Influential Migration Reasons for Each Destination

According to results of analysis, for all the defined reasons of in-migration, İstanbul, Ankara and İzmir are calculated as outliers which means that they affect the mean values so much that it becomes difficult to understand the general picture of immigration for the rest of the country. Therefore the analyses above are carried out by excluding those three extreme cases.

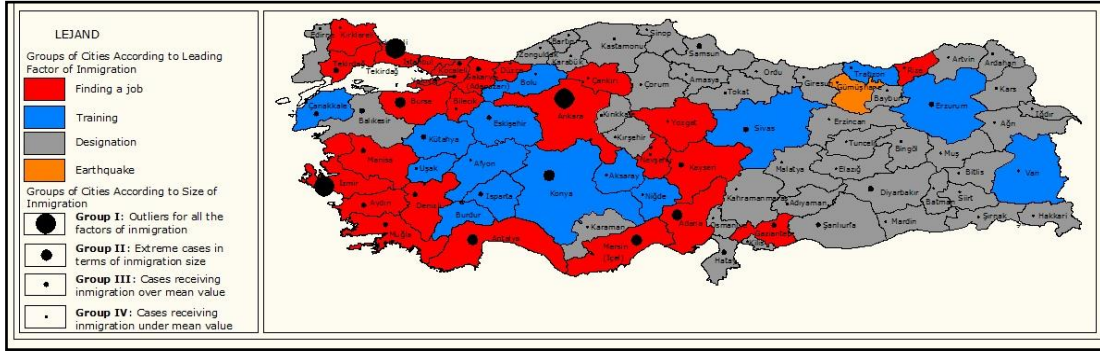


Figure 2. Leading factors of immigration for each province and groups of provinces according to size of immigration.

Figure 2 overlaps two different variables which are size of immigration and the most rated factors of immigration for each province in Turkey. TUIK identified 8 options for immigration factors and categorized the answers according to them. However, categories like “unknown”, “other”, and “migration related to another member” are not well-defined answers, and they do not give a considerable idea about the migration behavior in Turkey. Therefore, during the creation of the above map those four categories have been ignored. The highest proportions among the categories, designation, security, earthquake, marriage, training, and finding a job have been selected as the leading factors for each city.

Previous explorations of the immigration data have showed that İstanbul, Ankara and İzmir are outliers for all of the immigration factors, and job seeking/finding factor is the most rated answer for these cities. In terms of size of immigration Bursa, Antalya, Mersin, Adana, and Konya are the extreme cases with very high numbers of people. For this second group of extreme cases, job opportunity is again the leading factor except Konya. Training is the most rated factor for Konya to receive population.

Third group of cities in this map show the cities receiving population over the mean value of immigration for the whole Turkey. In this group, Kocaeli, Tekirdağ, Gaziantep, Manisa, Aydın, Kayseri, Muğla, Denizli, and Sakarya are receiving migration due to their job opportunities. Some of them are probably under effect of large neighboring economies like Kocaeli-Tekirdağ-Sakarya (located closer to İstanbul), Manisa-Aydın (located closer to İzmir), Denizli-Muğla (located both closer to İzmir and Antalya), Kayseri-Gaziantep (located closer to Adana). Another interesting result for this third group is that for some of the cities like Eskişehir, Erzurum, Isparta, Sivas, Çanakkale, and Kütahya training factor is more important than the other factors including job opportunity. There are universities located in each city, and there are two universities in Eskişehir. The oldest university dates back to 1957 which is Atatürk University in Erzurum, and the newest ones date back to 1992, namely Çanakkale Onsekiz Mart University in Çanakkale, Dumlupınar University in Kütahya, and Süleyman Demirel University in Isparta. Data on immigration shows that they are important centers for attracting students (URL: yok.gov.tr, higher education catalog, 2011).

Some of the cities in the third group like Balıkesir, Diyarbakır, Samsun, Malatya, Şanlıurfa, and Hatay attract people mostly on designation purpose. Balıkesir is the only city located in the west side that has been preferred on designation purpose; the rest is located in the eastern part of Turkey.

Forth group of cities in this map represent the ones receiving number of people under the mean value for the whole Turkey. In this group, interesting result is that designation is a dominant factor for 35 (more than half) out of 52 cities. Finding a job is at the top of immigration factors for cities like Yozgat, Kırklareli, Bilecik, Çankırı, Rize, Yalova, Düzce and Nevşehir. Those cities are mostly located in the Eastern part of Turkey or in the middle of Anatolia (like Yozgat and Nevşehir) except Rize which is located in the Eastern Black Sea Region. Training is a leading factor for Van, Afyon, Niğde, Bolu, Uşak, Aksaray, Burdur, and Trabzon. Among those cities, except Van, the cities are located in the Eastern or Middle Eastern part of Turkey. Furthermore, they all have a university. The oldest one is located in Trabzon in 1955, and the newest ones are located in Aksaray, Burdur, and Uşak in 2006 (URL: yok.gov.tr, higher education catalog, 2011).

Earthquake appears as a leading factor of immigration for only Gümüşhane.

5.4. Migration Relations and Human Capital Profiles of Immigration

According to the result of exploratory analysis done for this report, it can be possible to work on some clusters showing similar migration paths and patterns in terms of human capital profiles, directions and reasons. As the main aim of the research was to look for a relationship between urban shrinkage and human capital flows, forming clusters of similar migration paths and patterns, and clusters of showing similar shrinkage tendencies can be the next step of the research.

In this part of the analysis immigration patterns of popular destinations will be displayed. Firstly, power of immigration relations are analyzed and shown on maps and then, by the help of radar charts, human capital profiles of immigration to destinations are shown. Human capital is defined as the combination of high skilled, experienced, and educated people. Therefore, here, human capital profiles are represented by percentages of series of indicators which are measures for skills, experience, and education (Table 1).

Table 1. Human Capital Measures, Indicators and Their Relations with Literature.

CONCEPTS DEFINING "HUMAN CAPITAL"	HUMAN CAPITAL INDICATORS FOR MIGRANTS	HOW IS THE INDICATOR RELATED WITH THE CONCEPT OF "HUMAN CAPITAL" ACCORDING TO LITERATURE?
EXPERIENCE	% of 25-54 age group of migrants	Most productive cohort in terms of economic activity and also an important ingredient of skill is gained by experience which is associated with age.
EDUCATION and SKILLS	% of migrants who had higher education (at least university graduates)	Skills in economic activities are highly correlated with education levels of people
SKILLS and EXPERIENCE	% of employed migrants	It is assumed that this cohort of migrants are able to guarantee work contracts before moving to that city on the strength of their skills/education
EDUCATION and SKILLS	% of students	Among the group of migrants who are not in labor force, "students" are the only ones likely to contribute high profile business environment. Rest of this group consists of housewives, jobless people for at least 3 months and quitted searching job via any channel, retired people, and income recipients.
SKILLS, EXPERIENCE, and EDUCATION	% Employees in scientific, technical, professional, and related business	This is the highest profile group of occupations and migrants occupied in these positions are moving only from urban centers to other urban centers which mean that they represent high quality urban business environment.

Analysis will be carried out in groups which were created in the previous map showing the leading factors and volumes of immigration for destination provinces (Table 2). Destinations receiving population under the mean value are excluded because of their less popularity as migration destinations.

Table 2. Leading Factors and Volumes of Immigration for the Most Popular Destination Provinces.

LEADING FACTORS FOR INMIGRATION	I. CLUSTER OF DESTINATIONS: Outliers for all the factors of immigration	II. CLUSTER OF DESTINATIONS: Extreme cases in receiving immigration	III. CLUSTER OF DESTINATIONS: Cases receiving immigration over mean value for Turkey
FINDING JOB	İstanbul, Ankara, İzmir	Bursa, Antalya, Mersin, Adana	Kocaeli, Tekirdağ, Gaziantep, Manisa, Aydın, Kayseri, Muğla, Denizli, Sakarya
TRAINING	-	Konya	Eskişehir, Erzurum, Isparta, Sivas, Çanakkale, Kütahya
DESIGNATION	-	-	Balıkesir, Diyarbakır, Samsun, Malatya, Şanlıurfa, Hatay

In this part of the study, provinces are clustered according to two main indicators which are selected to represent human capital (Table 1). These indicators are percentage of employees in scientific, technical, professional, and related business and percentage of migrants who had at least high school education. Only the provinces attracting over mean value are included for this part of the research. In cluster analysis applied here, Euclidean Distance Measure is used for amalgamation procedures and those measures are clustered according to single linkage hierarchical clustering technique. The lowest similarity level to produce clusters is decided by the help of information emerged as a result of previous exploratory analysis of migration data and the dendrogram (Figure 3).

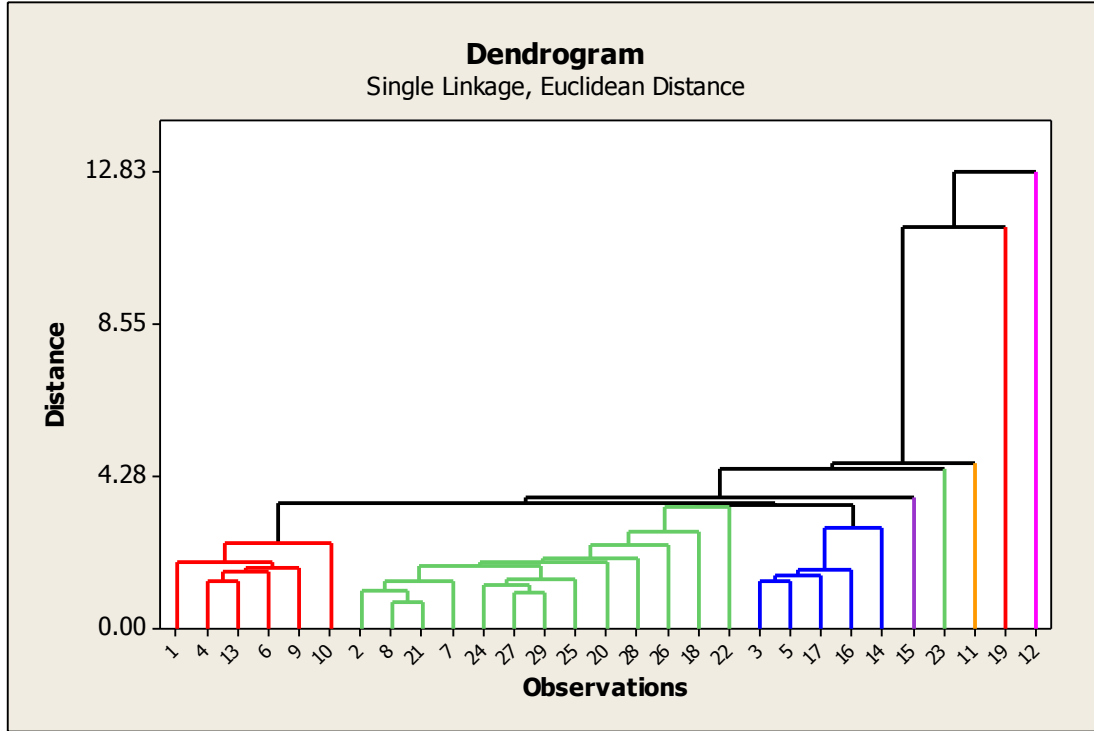


Figure 3. Dendrogram produced by single linkage, euclidean distance cluster analysis.

Table 3. Clusters produced by single linkage, Euclidean distance cluster analysis.

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6	Cluster 7	Cluster 8
İstanbul Bursa Aydın Mersin Kocaeli Tekirdağ	Ankara Konya Sivas Adana Balıkesir Malatya Hatay Diyarbakır Isparta Şanlıurfa Samsun Eskişehir Çanakkale	İzmir Antalya Sakarya Denizli Kayseri	Muğla	Kütahya	Gaziantep	Erzurum	Manisa

Cluster 1 (low quality job basis migration destinations) consists of provinces receiving lowest level of human capital (Figure 4 , Table 3). Although this cluster consists of mainly industry centers for the data period, they do not get a high profile of human capital migration. They are still at the top of the destinations provinces. This may be explained by the geographical differences of in-migration origins

(Figures 5, 6, 7, 8, 9). These figures tell us that provinces of cluster 1 are not just regional attractions, they are getting migrants from relatively less developed eastern and northern regions of Turkey. Additionally, the migrants towards this cluster are mostly motivated with job opportunities (Figure 3).

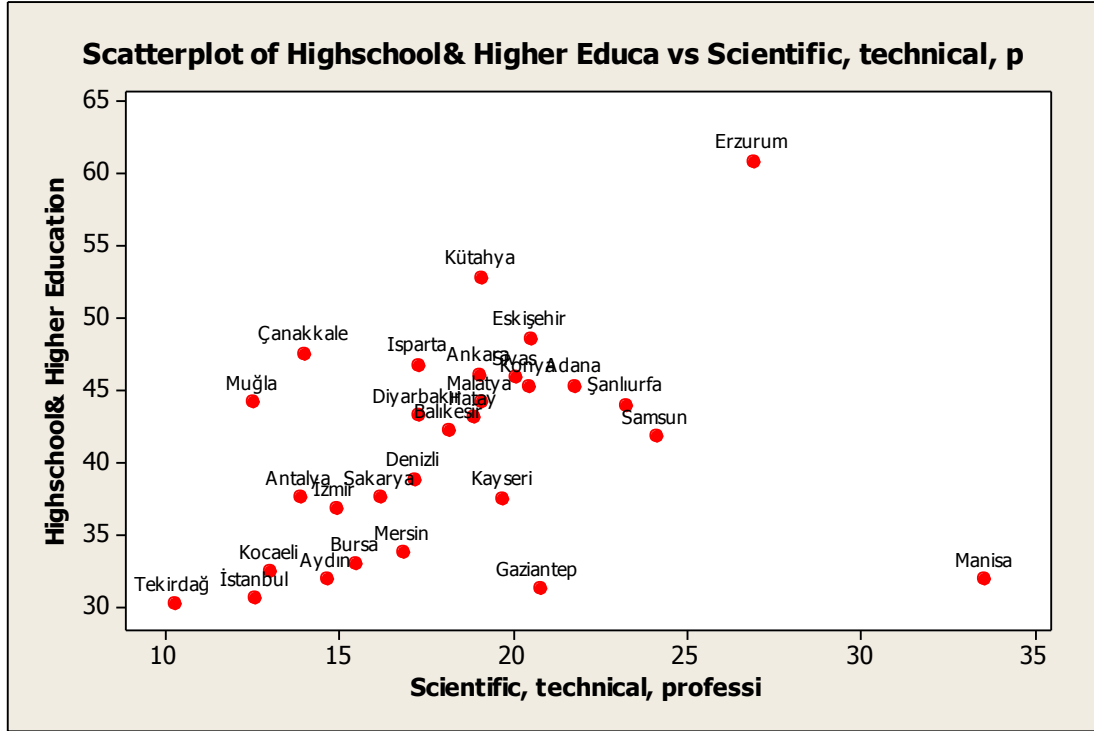


Figure 4. Scatter plot of % of high educated migrants versus migrants holding high profile work positions.

It is interesting that although Istanbul is an extreme case receiving immigration for all of the purposes outpacing the rest of Turkey, structure of migrants are quite different from the other attractive metropolitan areas like Ankara, İzmir, Antalya, Adana and, Konya. As attractive migration destinations Bursa and Mersin are also sharing the same fate with İstanbul. İstanbul, Bursa, Tekirdağ, and Kocaeli are highly industrialized provinces. However, they are attracting low profile of migrants. In fact, when migration relations of İstanbul are investigated it is obvious that, she is not very selective because she is receiving migration from all over Turkey and the ratios are ranging almost evenly. Besides this main characteristic, Black Sea Coastal zone has a small amount of dominance as origin for migration flows towards İstanbul.

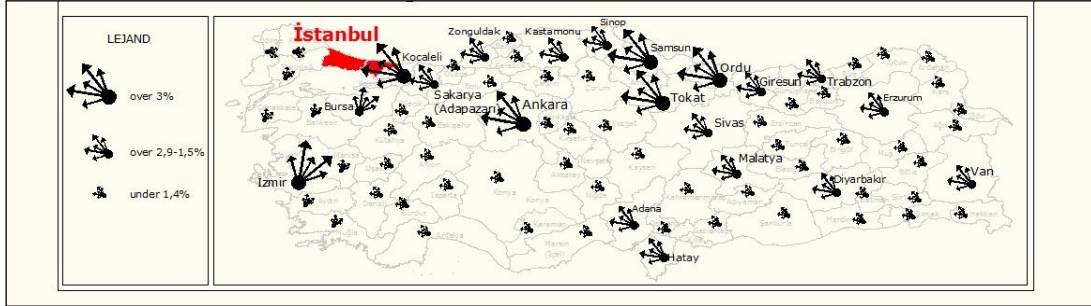


Figure 5. Migration relations of İstanbul.

This may be explained by the decentralization process of industry from Istanbul to neighboring locations like Kocaeli, Tekirdağ, and Bursa. This process might stimulate also decentralization of low profile human capital from Istanbul to new industrial centers.

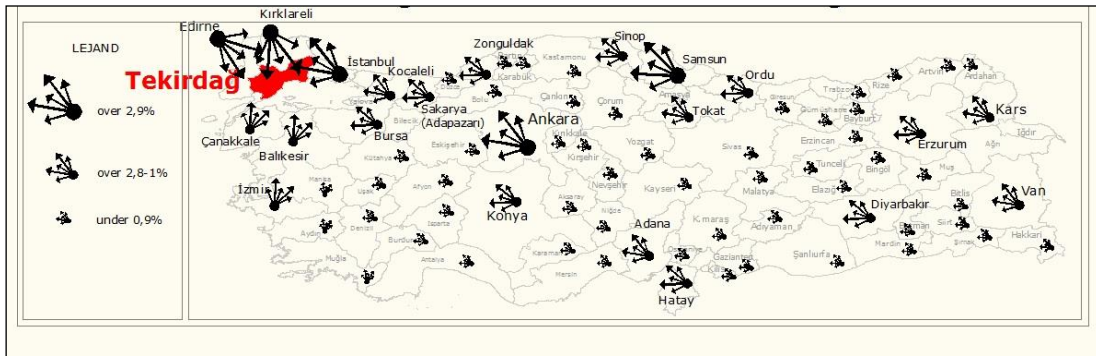


Figure 6. Migration relations of Tekirdağ.

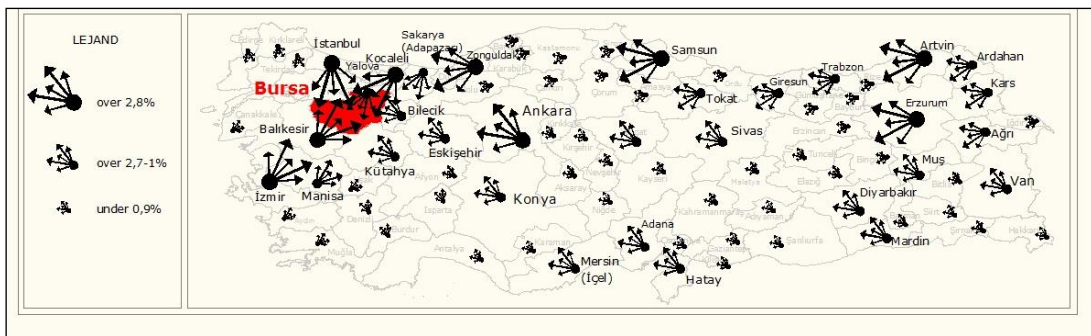


Figure 7. Migration relations of Bursa.

For this first cluster, Mersin has a very different in-migration pattern compared to the rest of the cluster. It is a popular destination for mostly the south eastern provinces of Turkey (Figure 8).



Figure 8. Migration relations of Mersin.

Case of Aydın is something in between. It is receiving most of the migrants from Izmir. Conversely, it is also an attraction for south eastern provinces (Figure 9).

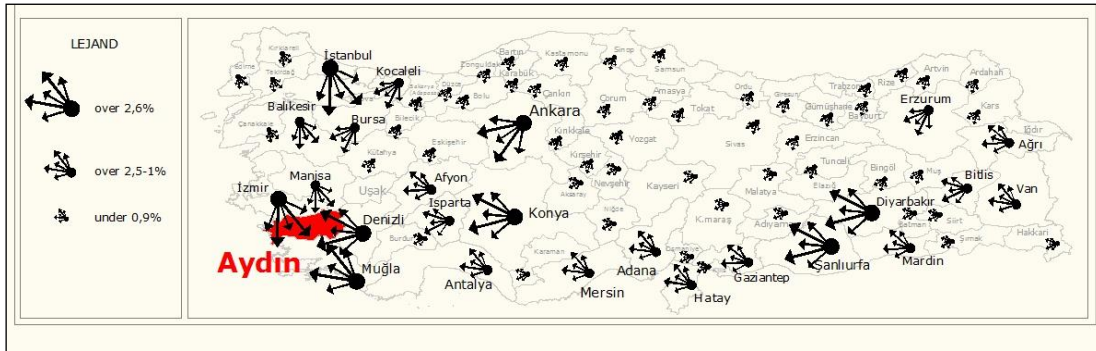


Figure 9. Migration relations of Aydın.

Cluster 2 consists of **high quality mixed purpose basis human capital attraction destinations**. Migration flows towards Ankara are not geographically dispersed like Istanbul case. It is mostly attracting population from closer and less developed provinces for its job opportunities (Figure 10).

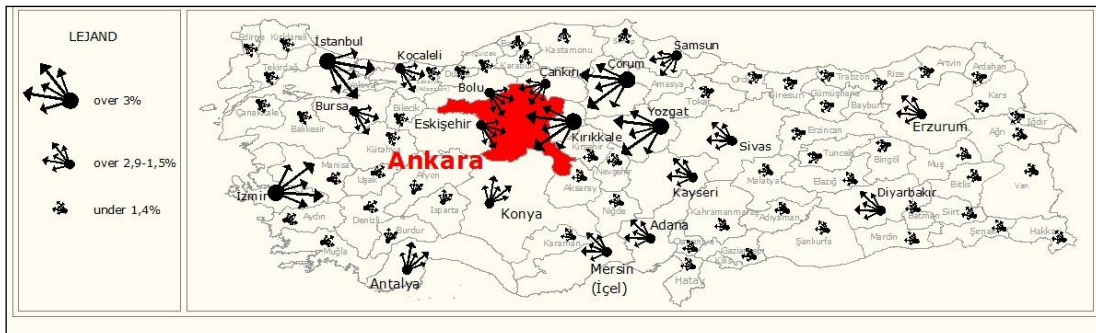


Figure 10. Migration relations of Ankara.

Konya is attracting population from dispersed geographies, but comparably developed urban centers have the dominance on migration flows towards Konya. For Sivas, Adana, Balıkesir, Malatya, Hatay, Diyarbakır, Şanlıurfa both neighboring provinces and metropolitan areas like Istanbul, Izmir, and Ankara dominate the migration flows. For Isparta, Antalya is the first ranked city to send with value of %10,19, and İstanbul is the follower with %8,29. Western provinces dominate migration waves.

Samsun is attracting most of its migrated population from both eastern and western sides of Black Sea coastal zone. However, İstanbul is the leader of migrated population shares of Samsun with distinguishing difference from the rest (% 20,61). Ordu is coming next with 8,44 percentage. Ankara, İzmir, and Bursa are also among the provinces that have primary migration relations with Samsun.

For Eskişehir; Ankara (%11,39) and İstanbul (%9,03) are at the top of the list of. Neighboring provinces, relatively close locations constitute the first category. Secondary origins are scattered to Eastern, South eastern, and South western regions.

For Çanakkale; İstanbul has the highest share in migrated population to Çanakkale with value of %22,4. Rest of the primary relations is with neighboring and close geographies except Ankara. Secondary waves of migration are coming from mostly South and South eastern part of Turkey.

It seems that Istanbul does not improve her human capital reserve via immigration. However, it has important effect on developing other urban centers' human capital reserves. It is also true for Ankara and Izmir with a lesser impact compared to Istanbul.

Cluster 3 consists of medium profile job basis human capital receiver provinces. They are all seem to be regional attractions.

Cluster 4 has only one member which is Muğla. Although its migrants' education levels are very high (they are almost equal to the ones in the second cluster), the percentages of scientific, technical, and professional workers are showing very limited amounts. To put differently, the migrants are highly educated, but hold lower positions at work. This might be the result of different character and the volume of the main economic sector in Muğla compared to the other provinces of Turkey mentioned in this study.

Cluster 5 has only the case of Kütahya. It has a higher profile of human capital from Muğla and it has one of the highest education levels among the rest of the provinces. However, percentage of scientific, technical and professional workers is very low. University might be an influential factor to attract the educated people and conversely small amount of industrial firms might be a bottleneck to offer the migrants high profile positions at work.

Cluster 6 has only Gaziantep which receives a low percentage of highly educated but offers higher percentages of higher profile working positions to the migrants.

Cluster 7 Erzurum is the most extraordinary case with both high levels of education and high profile working positions. Erzurum is another case that attract migration for education purposes. University contained within the province boundaries can be an important factor to attract such a high quality human migration.

Cluster 8 Manisa is another interesting case attracting very low percentage of educated migrants but having the highest percentage of high profile working positions. This may be interpreted based on manufacturing infrastructure of the province back then. Research held within [46], on manufacturing and subcontracting relations between firms and provinces, found out that Manisa was one of the important subcontractor centers for textile and engineering industries. Their findings also showed that; subcontractor firms in those provinces employed low skilled human capital. Therefore, immigration profile of Manisa for the year 2000 is compatible with the industries' needs.

6. CONCLUSION

In this study, using hierarchical cluster analysis technique, provinces that are receiving migration over mean value are analyzed according to the migrants' human capital levels. Eight clusters are identified receiving similar properties of human capital. It is necessary to see extraordinary cases and also the cases showing similar tendencies in terms of attracting human capital in order to produce urban policies to decrease regional developmental disparities in Turkey. There are some surprising conclusions reached by our analysis, like, although Istanbul is the outlier for almost all of the urban dynamism characteristics for Turkey, she is not lucky enough for gaining the most valuable urban migration profile. Besides; it is seen that there are opportunities to gain and benefit from this valuable profile by developing some policies on training, internship opportunities, creation of jobs for the ones which are not as popular migration destinations as Istanbul, like Kutahya, Erzurum, and Manisa. Therefore, human capital and its relation with space are very important issues for planning authorities and policy makers to dig up.. However, the indicators are very limited to draw conclusions that might lead for urban policies. For further studies, more indicators should be included and similarities and differences among the clusters should be compared in depth using quality of life measures.

Human capital migration is a central issue for Turkey. This concept should be examined in depth by looking both from the causes and consequences aspects. Besides these causes and consequences should be revealed in relation to urban space. However, as it is mentioned in the data and methodology part; in Turkey, there is a data limitation for this kind of analyses. Migration data should cover; gender, age, education level, working position, stage of the lifecycle, marital status, the position holding at work (both in the destination and in the origin), origin of migration and etc. Migration data should be collected systematically, periodically and compatible with other national statistics. This is very crucial in order to relate migration inputs with spatial urban and regional policies. Goodnews is that there is an ongoing government project under the name of "spatial address recording system" (MAKS). It is aimed with this project to integrate all the various government institutions' textual database with geographical coordinations. When it is completed, we are hoping to overcome the data limitation for migration analysis. Another data gap for human capital migration is its unrelatedness with labour statistics. There should be comparable statistics on the nonmigratory population's and migrants' labour environment, in order to produce spatial strategy and policies.

REFERENCES

- [1] King R., (2002), "Towards a New Map of European Migration", International Journal of Population Geography, 8, 89-106, doi: 101002/ijpg.246.

- [2] Faggian, A., McCann, P., & Sheppard, S., (2007), Some evidence that women are more mobile than men: Gender differences in UK graduate migration behavior. *Journal of Regional Science*, 47(3), 517–539. doi:10.1111/j.1467-9787.2007.00518.x
- [3] Greenwood, M. J., (1975), Research on internal migration in the United States: A survey. *Journal of Economic Literature*, 13(2), 397–433. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2722115>
- [4] Molloy, R., Smith, C. L., & Wozniak, A., (2011), Internal migration in the United States (Discussion Paper No. 5903). Bonn: Institute for the Study of Labor (IZA).
- [5] Faggian A., Rajbhandari I., Dotzel K. R., (2017), The interregional migration of human capital and its regional consequences: a review, *Regional Studies*, 51:1, 128-143, DOI: 10.1080/00343404.2016.1263388
- [6] DaVanzo, J., (1978), Does unemployment affect migration? Evidence from micro data. *Review of Economics and Statistics*, 60(4), 504– 514. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1924242>
- [7] Overcoming barriers: Human mobility and development, Human Development Report, (2009), United Nations Development Programme , New York, USA, ISBN 978-0-230-23904-3
- [8] Boschma,R., Eriksson,R., & Lindgren, U., (2009), How doeslabour mobility affect the performance of plants? The importance of relatedness and geographical proximity. *Journal of Economic Geography*, 9(2), 169–190. doi:10.1093/jeg/lbn041
- [9] Faggian A., McCann P., (2009), Human capital, graduate migration and innovation in British Regions, *Cambridge Journal of Economics*, 33, p. 317-333.
- [10] Boschma, R., Eriksson, R. H., & Lindgren, U., (2014), Labour market externalities and regional growth in Sweden: The importance of labour mobility between skill-related industries. *Regional Studies*, 48(10), 1669–1690. doi:10.1080/00343404.2013. 867429
- [11] Jones, B. F., (2009),The burden of knowledge and the ‘Death of the renaissance man’: Is innovation getting harder? *Review of Economic Studies*, 76(1), 283–317. doi:10.1111/j.1467-937X. 2008.00531.x
- [12] McCann,P.,& Simonen, J., (2005), Innovation,knowledgespillovers and local labour markets. *Papers in Regional Science*, 84(3), 465– 485. doi:10.1111/j.1435-5957.2005.00036.x
- [13] Romer, P. M., (1986), Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037. doi:10.1086/261420
- [14] Romer, P. M., (1987), Growth based on increasing returns due to specialization. *American Economic Review*, 77(2), 56–62.

- [15] Solow, R. M., (1957), Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.
- [16] Gezici, F. & Hewings, G. J. D., (2007), Spatial analysis of regional inequalities in Turkey, *European Planning Studies*, 15(3), pp. 383–403.
- [17] Akgun, A. A., Baycan, T. & Nijkamp, P., (2010), Business dynamics as the source of counter-urbanization: An empirical analysis of Turkey, *International Sustainable Development*, 13(1/2), pp. 200–214.
- [18] Hall P., (2006), Creative Cities and Economic Development, *Urban Studies*, 37.4, 639-649.
- [19] Landry C., (2000). *The Creative City-A Tool for Urban Innovators*, Earthscan, London.
- [20] Lever W. F., (2004). The knowledge base and the competitive city, in *Urban Competitiveness-Policies for dynamic cities*, edited by Begg I., Policy Press, Briston, UK.
- [21] Faggian A., McCann P., (2006), Human Capital Flows and Regional Knowledge Assets: a Simultaneous Equation Approach, *Oxford Economic Papers*, 52, 475-500.
- [22] Simmie J., Sennett J., Wood P., (2004). “Innovation and clustering in the London metropolitan region” in *Urban Competitiveness-Policies for dynamic cities*, edited by Begg I., Policy Press, Briston, UK.
- [23] Coniglio N. D., Prota F., (2008), Human Capital Accumulation and Migration in a Peripheral EU Region: the case of Basilicata, *Papers in Regional Science*, 87.1, 77-95.
- [24] Simmie J., Sennett J., Wood P., (2004), “Innovation and clustering in the London metropolitan region” in *Urban Competitiveness-Policies for dynamic cities*, edited by Begg I., Policy Press, Briston, UK.
- [25] Stillwell J., (2008), ‘Interregional migration modeling: a review’, in Poot J., Waldorf B., and Van Wissen L. (eds.), *Migration and Human Capital, New Horizons in Regional Science*, Edward Elgar, USA.
- [26] Sjaastad L. A., (1962), The Costs and Returns of Human Migration, *Journal of Political Economy*, V.70, No:5, Part 2, p. 80-93.
- [27] Becker, G. S., (1962), “Investment in human capital: a theoretical analysis”, *Journal of Political Economy*, 70 (5:2), 9-45.
- [28] Lucas, R. E., (1988), On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22: 3-42.
- [29] Romer, P. M., (1990), Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy*, Vol. 98: S71-102.

- [30] Barro, R. J., Sala-i-Martin, X., (1995), *Economic Growth*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- [31] Rauch J. E., (1993), Productivity Gains from Geographic Concentrations of Human Capital: Evidence from Cities, *Journal of Urban Economics*, 34, 380-400.
- [32] Simon C., Nardinelli C., (1996), The Talk of the Town: Human Capital, Information and the Growth of English Cities, 1861-1961, *Explorations in Economic History*, 33.3, 384-413.
- [33] Simon C., (1998), Human Capital and Metropolitan Employment Growth, *Journal of Urban Economics*, 43, 223-243.
- [34] Glaeser, E., (1999), "Learning Cities", *Journal of Urban Economics*, 46(2), 254-277.
- [35] Glaeser E., (2000), The New Economics of Urban and Regional Growth, in G. Clark, M. Gertler, M. Feldman (eds.), *The Oxford Handbook Economic Geography*, pp. 83-98, Oxford: Oxford University Press.
- [36] Mathur V. K., (1999), Human Capital-Based Strategy for Regional Economic Development, *Economic Development Quarterly*, 13.3, 203-216.
- [37] Rodriguez-Pose A., Vialta-Bufi M., (2005), Education, Migration and Job Satisfaction: the Regional Returns of Human Capital in the European Union, *J. Econ. Geogr.*, 5., 545-566.
- [38] Ritsila J., Ovaskainen M., (2001), Migration and regional centralization of human capital, *Applied Economics*, 33, 317-325.
- [39] Glendon S., (1998), *Urban Life Cycles*, unpublished working paper. Cambridge, MA: Harvard University.
- [40] Krugman P., (1991), Increasing returns and economic geography, *Journal of Political Economy*, 99, 483-499.
- [41] Coniglio N. D., (2003), Regional integration and migration: An economic geography with heterogeneous labor force, Glasgow University Department of Economics Discussion Paper series n.1.
- [42] Armstrong H., Taylor J., (2000), *Regional Economics and Policy- Third Edition*, Blackwell Publishers LTD., UK (chapter 6 : interregional migration, p: 141-165).
- [43] Jacobs J., (1984), *Cities and the Wealth of Nations*. New York: Random House.
- [44] Florida R., (2003), Cities and the Creative Class, *City & Community*, 2.1, 3-19.
- [45] Coniglio N. D., (2008), Human Capital Accumulation and Migration in a Peripheral EU Region: the case of Basilicata, *Papers in Regional Science*, 87.1, 77-95.

[46] Taymaz E. & Kiliçaslan Y., (2005), Determinants of subcontracting and regional development: An empirical study on Turkish textile and engineering industries, *Regional Studies*, 39:5, 633-645, DOI: 10.1080/00343400500151913.

[47] Turkish Statistical Institute Report, (2000), Migration



ROTASYON ORMAN SINIFLANDIRMA ALGORİTMASI KULLANARAK KRONİK BÖBREK RAHATSIZLIĞININ TAHMİNİ

Serhat KILIÇARSLAN^{1*}, Mete ÇELİK²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Tokat, serhat.kilicarslan@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9483-4425

²Erciyes Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kayseri, mcelik@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1488-1502

Geliş Tarihi: 24.09.2018

Kabul Tarihi: 14.02.2019

ÖZ

Kronik böbrek rahatsızlığı (KBR) son günlerde artarak insanların yaşamını olumsuz etkileyen ve böbreklere zarar vererek normal görevlerini uzun süre yapmalarını engelleyen bir rahatsızlıktır. KBR'nin erken tanı ve tedavisi yapılmaz ise yüksek tansiyon, kalp rahatsızlığı, şeker rahatsızlığı, böbrek yetmezliği gibi hastalıkları da tetikleyebilmekte ve rahatsızlığa bağlı ölümler artabilmektedir. Bu nedenle kronik böbrek rahatsızlığının teşhis ve tahmininin erken yapılması önemlidir. Literatürde KBR tahmini için sezgisel ve sezgisel olmayan veri madenciliği teknikleri uygulanmıştır. Bu çalışmada KBR'nin tahmini için sezgisel olmayan kolektif veri madenciliği yöntemlerinden olan rotasyon orman algoritmasının kullanılması önerilmiştir. Deneysel sonuçlar önerilen yaklaşımın, kronik böbrek rahatsızlığını tahmin etmede, diğer algoritmalarından daha iyi performans sergilediğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Kronik Böbrek Rahatsızlığı, Rotasyon Orman Algoritması, Veri Madenciliği.

PREDICTION OF CHRONIC KIDNEY DISEASE USING ROTATION FOREST CLASSIFICATION ALGORITHM

ABSTRACT

Chronic kidney disease (CBR) has increased in recent years by affecting the lives of people adversely. It affects kidneys and prevents them doing their normal duties properly. Without early diagnosis and treatment of CBR, it can trigger diseases such as high blood pressure, heart disease, diabetes mellitus and kidney failure and it can even cause deaths. For this reason, it is important to diagnose and predict CBR early. In the literature, various heuristic and non-heuristic data mining classification techniques have been applied on predicting CBR. In this study, it is proposed to use the rotation forest algorithm as a non-heuristic collective data mining method for predicting CBR. Experimental evaluations show that the proposed approach performs better than other algorithms on predicting CBR.

Keywords: Chronic Kidney Disease, Rotation Forest Algorithm, Data Mining.

1. GİRİŞ

Kronik böbrek rahatsızlığı (KBR) son zamanlarda yaşamı olumsuz etkileyen ve böbreklere zarar veren bir rahatsızlıktır. Bu rahatsızlığın teşhisi böbrek fonksiyonlarının azalmasına bağlı olarak idrar yoğunluğunun artmasıyla konulabilmektedir. KBR'nin tedavisi tansiyon yüksekliği, kemik rahatsızlığı, anemi, kan damar rahatsızlıkları, böbrek yetmezliği gibi hastalıkları da tetikleyebilmekte ve rahatsızlığa bağlı ölümler artabilmektedir [46]. Bilgisayar destekli karar sistemi uzman doktorlara yardımcı olma açısından önemi her geçen gün artmaktadır [45-46]. Bu çalışmada veri madenciliği yöntemleriyle KBR'yi tespit etme ve bu sayede uzman doktorlara uygulayacakları tedavi öncesinde tam teşhis koymalarına destek verici yapısı geliştirilmek istenmektedir. Doğru teşhis sağlanması, önlenebilir hastalıklar için zamanında tarama yapılması veya hatalı ilaç etkileşimlerinin önlenmesi gibi klinik gereksinimlere hitap etmesi tıbbi karar destek sistemlerinin en önemli faydalarındandır.

KBR son yıllarda artarak insanın yaşamını olumsuz olarak etkileyen bir rahatsızlıktır [1]. Nisan 2017'de Mexico City'deki Uluslararası Nefroloji Derneği (ISN) Dünya Kongresi 2005-2015 yılları arasında KBR'nin sebep olduğu ölüm sayısı %32 artarak yaklaşık 1 milyon olarak açıklanmıştır [2,29]. Ülkemizde 2012 yılı sonu verilerine göre diyaliz uygulanan veya böbrek nakli yapılmış yaklaşık 62.000 hasta bulunmakta ve devlete olan maliyetinin 2,5-3 milyar doları bulacağını öngörülmektedir [3,28]. Ayrıca, hastalığın ilerlemesiyle birlikte, hastaların bir sağlık kuruluşuna bağlı olarak yaşaması sosyal problemlere sebep olabilmektedir ve hastalığın ilerlemesi diğer organları etkileyebilmekte ve dolayısı ile tıbbi problemlere de sebebiyet vermektedir [3].

Bilişim teknolojilerinin gelişimi ile birlikte elde edilen çok parametrelili veriler veri madenciliği teknikleriyle işlenerek anlamlı bilgiler keşfedilmekte ve karar-destek sistemlerinde kullanılabilir [47,48]. Bu teknikler hastalığı belirlemek, ileriye dönük hastalığı veya hastalık durumlarını tahmin etmek amacıyla kullanarak tanı ve tedavi sürecine yardımcı olabilmektedir. Sürekli gelişen teknoloji ile birlikte yeni ve gelişmiş algoritmalar ortaya çıkmakta ve bu algoritmalar tıp gibi çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaktadır [48].

Literatürdeki KBR verilerinin sınıflandırılması ile ilgili teknikleri sezgisel ve sezgisel olmayan teknikler olarak ikiye ayırabiliriz. KBR verilerinin sınıflandırılması için kullanılan sezgisel teknikler yapay sinir ağları [6], naïve bayes [10], radial tabanlı sinir ağları [5], destek vektör makinesi [15] olarak ve sezgisel olmayan teknikler de rastgele orman [12], karar ağacı [14], kstar [14], k-NN [16] algoritmaları olarak listelenebilir.

Bu çalışmada kolektif sınıflama algoritmalarından rotasyon orman algoritmasını [20] KBR verilerini sınıflandırmak için kullanmayı öneriyoruz. Önerilen model sınıflandırma performansını arttıran yeni nesil kolektif sınıflandırma algoritmalarından biridir. Diğer kolektif algoritmalarından farklı olarak, rotasyon orman algoritması temel bileşen analizi (TBA) uygulayarak ayırt ediciliği yüksek olan özelliklerin seçilmesiyle başarılı bir sınıflandırma işlemi gerçekleştirmektedir.

Çalışma, doktorların karar verme sürecini basitleştirmeyi ve önerilen modelle kronik böbrek hastalığı teşhisi süresini kısaltmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması sunulmuş, üçüncü bölümünde KBR verilerinin sınıflandırılması için önerilen modelin detayları tartışılmış, dördüncü bölümde KBR veri kümesinin detayları verilmiş ve deneysel sonuçlar sunulmuş ve son bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde kronik böbrek rahatsızlığı verilerinin sınıflandırılması için yapılan çalışmalarda kullanılan teknikleri, sezgisel ve sezgisel olmayan teknikler olarak ikiye ayırmak mümkündür. KBR verilerinin sınıflandırılması için kullanılan sezgisel olmayan sınıflandırma algoritmaları ise istatistiksel tabanlı ve kolektif sınıflandırma algoritmaları olarak ikiye ayrılabilir. Bu çalışmada sezgisel olmayan kolektif sınıflandırma algoritması olan rotasyon orman algoritması KBR verilerinin sınıflandırılması için önerilmiştir. Literatürdeki çalışmaların çoğunda UCI ML veri deposundan alınan kronik böbrek hastalığı verisi kullanılmıştır [4]. Bu çalışmada da aynı veri kümesi kullanılmıştır. UCI ML kronik böbrek hastalığı verisi 400 hastanın laboratuvar sonuçlarından elde edilen 24 niteliğe sahip veri bulunmaktadır ve veri kümesinde hastanın böbrek hastası olup olmadığını gösterir iki sınıf vardır. Veri ile ilgili detaylar Bölüm 4.1’de verilmiştir.

Sezgisel sınıflandırma algoritmaları arasında yapay sinir ağları (YSA), radial tabanlı sinir ağı (RBF) gibi sınıflama algoritmaları sayılabilir [5-9]. İlkuçar’ın yapmış olduğu çalışmada UCI ML kronik böbrek hastalığı veri kümesi üzerinde YSA ve RBF sınıflandırma algoritmaları kullanılarak kronik böbrek hastalarının tahmini yapılmış ve RBF’nin tahmin performansının daha iyi olduğunu ortaya konulmuştur [5]. Jena ve Kamila aynı veri kümesi üzerinde [4] naïve bayes (NB), çok katmanlı sinir ağı (MLP), destek vektör makineleri (SVM), karar ağaçları ve conjunctive rule sınıflama algoritmalarını kullanılmış olup bunlar arasında sezgisel algoritma olan MLP’nin daha iyi sonuç verdiğini ortaya koymuşlardır [6]. Rubini ve Eswaran aynı veri kümesi üzerinde [4] RBF, MLP ve lojistik regresyon algoritmalarını kullanmışlardır ve sezgisel algoritma olan MLP’nin daha iyi performans sergilediğini ortaya koymuşlardır [7]. Yıldırım’ın yapmış olduğu çalışmada kronik böbrek hastalığı veri kümesi üzerinde [4] sezgisel ve sezgisel olmayan algoritmalar kullanılarak kronik böbrek rahatsızlığı tahmin edilmeye çalışılmış ve en başarılı sonucu MLP ile elde edilmiştir [8]. Ramya ve Radha’nın yapmış oldukları çalışmada 1000 veri ve 15 farklı öznelikli veri kümesi üzerinde MLP, RBF ve rastgele orman sınıflama algoritmaları kronik böbrek hastalığının teşhisinde kullanılmış ve çalışmada en iyi başarıyı RBF sınıflandırma algoritmasının verdiği ortaya konulmuştur [9]. Ancak literatürde kullanılan sezgisel yöntemler her zaman optimal sonucu verememektedirler ve bu nedenle bu yöntemlerin sağlık verilerinde ve sektöründe kullanımları kısıtlıdır.

Literatürde, KBR tahmin probleminde kullanılan sezgisel olmayan algoritmalar arasında NB ve SVM sayılabilir. Kunwar ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada 180 hastanın 25 öznelikli veri kümesinde %60’lık kısmı hastaları %30’luk kısmı hasta olmayanları verilerinin analizi için NB ve YSA sınıflama algoritmalarını kullanmış olup NB algoritması ile iyi bir başarı elde edilmiştir [10]. Vijayarani ve Dhayanand’ın yapmış olduğu çalışmada sistematik böbrek foksionu testinden elde edilen 584 veri, 6 öznelik veri kümesi üzerine SVM ve NB algoritmalarını kullanarak tahmin işlemi gerçekleştirilmiş ve SVM ile daha yüksek başarı elde edildiği ortaya konulmuştur [11]. Kumar’ın gerçekleştirmiş olduğu çalışmada UCI ML kronik böbrek hastalığı veri kümesi [4] üzerinde rastgele orman (RO), SVM, NB, RBF, MLP ve basit lojistik regresyon (SLG) sınıflama algoritmaları kullanılmıştır ve rastgele orman algoritmasının daha iyi sonuç verdiği ortaya konulmuştur [12]. Balakrishna ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada UCI ML kronik böbre hastalığı veri kümesi [4] kullanılarak SVM, NB, hata budama azaltma (REPTree) ve RO algoritmalarının performansları kronik böbrek teşhisi üzerinde incelenmiş ve en iyi başarı sonucunu RO ile elde edilmiştir [13]. Baby ve Vital’in yapmış oldukları çalışmada Visakhapatnam bölgesinde 2014 ve 2015 yılları arasında toplanan 690 veri, 49 öznelikli veri kümesine alternatif karar ağacı, C4.5, KStar, naïve bayes ve RO algoritmaları böbrek hastalığı tahmininde kullanılmış ve en iyi performansı KStar ve RO sınıflandırma algoritmalarında elde edilmiştir [14]. Polat ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada

UCI ML kronik böbrek hastalığı veri kümesi [4] kullanılarak tahmin yapılmıştır ve çalışmada öznelik indirgeme filtreleri ve SVM algoritması kullanarak %98.5 başarı elde edilmiştir [15]. Sinha'nın yapmış olduğu çalışmada kronik böbrek rahatsızlığı verisi [4] üzerinde k-en yakın komşu (k-NN) ve SVM sınıflandırma algoritmalarının performansları incelenmiş ve en iyi sonucu KNN algoritmasının verdiği ortaya konulmuştur [16].

Sezgisel olmayan kolektif sınıflandırma algoritmaları da kullanılara KBR verileri analiz edilmiştir. Eroğlu ve Palabaş yapmış oldukları çalışmada UCI ML kronik böbrek hastalığı veri kümesinin [4] sınıflandırılması için NB, KNN, SVM, C4.5, rastgele ağaç, karar tablosu ve çeşitli kolektif algoritmaları (adaboost, bagging ve rastgele alt uzaylar) kullanılmıştır. Çalışmada bagging kolektif algoritması C4.5 ve rastgele ağaç algoritmalarıyla yapılan sınıflandırma işleminin daha başarılı olduğu ortaya konulmuştur [17]. Cheng ve arkadaşlarının böbrek rahatsızlığını tahmin etmek üzerine yaptığı çalışmada Tayvan'daki bir büyük şehir hastanesindeki böbrek sağlığı merkezinden 2004 ve 2013 yılları arasında toplanan 2066 hastanın veri kümesi üzerinde sezgisel olmayan istatistiksel ve kolektif algoritmalar kullanılmıştır. En iyi başarının AdaBoost + CART algoritmasının birlikte kullanılmasıyla elde edildiği görülmüştür [18]. Başar ve arkadaşları UCI ML kronik böbrek hastalığı veri kümesi [4] üzerinde yapmış oldukları çalışmada en iyi başarı Adaboost+BFTree kolektif algoritmasıyla elde etmişlerdir [19]. Ancak kolektif algoritmalarla yapılan bu çalışmalarda, kullanılan veri kümelerinde herhangi bir ayırt ediciliği yüksek özneliklerin seçilme işlemi gerçekleşmediğinden dolayı düşük başarılar elde edilmiştir.

Bu çalışmada, kronik böbrek hastalığının tahmini için, literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, sezgisel olmayan kolektif algoritmalarından olan rotasyon orman kolektif sınıflandırma algoritmasının kullanılması önerilmektedir. Bu algoritmanın diğer algoritmalara göre üstünlüğü veri kümesi içerisinden ayırt ediciliği yüksek özneliklerin seçilmesiyle daha başarılı sınıflandırma işlemi gerçekleştirmesidir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada KBR verilerinin sınıflandırılması için rotasyon orman ve rastgele ağaç yaklaşımlarının kombinasyonu olan bir yöntem önerilmiştir. Her iki yöntemin detayları aşağıda verilmiştir ve daha sonra önerilen modelin detayları verilmiştir.

3.1. Rotasyon Orman Sınıflandırma Algoritması

Rotasyon orman algoritması yeni nesil güçlü ağaç tabanlı kolektif algoritmalarından biridir. Rotasyon orman algoritması daha az sayıda ağaçla benzer veya daha iyi başarılar elde edebilmektedir. Rotasyon orman algoritması çalışma yapısı olarak rastgele orman algoritma yapısına benzemektedir ve bu algoritmada temel olarak bootstrap algoritma mantığı kullanılmaktadır [20]. Algoritmada eğitim kümesi rastgele olarak alt gruplara ayrılmakta ve her bir alt gruba temel bileşen analizi (principal component analysis-TBA) özellik çıkarım işlemi uygulanmaktadır. Daha sonra temel sınıflandırıcı olarak rastgele seçilen ağaç sonuçların geliştirilmesi için rotasyon orman topluluk algoritması ile değerlendirilmeye tutulmaktadır. Rotasyon orman algoritmasının kaba kodu Algoritma 1'de verilmiştir.

Eğitim Aşaması

X	-	Eğitim Veri Kümesi
F	-	Özellik Kümesi
C	-	Sınıf Etiketleri
L	-	Sınıf Sayısı

- K - Alt Küme Sayısı
 RM - Rotasyon Matrisi
For $i = 1:L$
1. Rotasyon matrisi hazırlanır R_i
 - a. K alt kümeler için F bölünür
 - b. For $j=1:K$
 - i. $X_{i,j}$ deki sınıfların rastgele bir alt kümesini ele
 - ii. $X_{i,j}^{new}$ için bootstrap oranı ile $X_{i,j}$ 'nin bootstrap örneği ile üretilir.
 - iii. $X_{i,j}^{new}$ ye TBA uygulandıktan sonra $C_{i,j}$ elde edilir.
 - c. R_i 'deki $C_{i,j}$ düzenlenir
 - d. R_i 'deki sütunları, F 'deki özelliklerin sırasına uyacak şekilde yeniden düzenleyerek RM 'yi oluştur.
 2. Eğitim kümesi olarak (X, RM, Y) kullanılacak

Sınıflandırma Aşaması

$$\mu_j(x) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L P_{i,j}(xRM), \quad j = 1, 2, \dots, c$$

Algoritma 1. Rotasyon Orman Algoritması Kaba Kodu [20]

Algoritma iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlar eğitim ve sınıflandırma aşamalarıdır. Başlangıçta X eğitim kümesi, F özellik kümesi, C sınıf etiketleri, L sınıf sayısı ve K alt küme sayısı verilmektedir. Daha sonra F özellik kümesi K alt küme sayısına bölünmektedir. Bölünen K alt küme sayısı kadar yeni eğitim veri kümesi bootstrap örneği ile eğitim ve test olacak şekilde veri kümesi üretilir. Üretilen veri kümesine TBA uygulanarak yeni kovaryans değeri hesaplanır. Oluşturulan kovaryans değerine göre yeni rotasyon matrisi oluşturulur. Son olarak da ortalama kombinasyon yöntemi kullanılarak her sınıfa ait güven oyu alınır ve sınıfı bilinmeyenlerden en yüksek güveni alanın sınıfına atama gerçekleştirilir. [20-22].

3.2. Rastgele Ağaç Sınıflandırma Algoritması

Çalışmada eğitim amacıyla verilmiş veri kümesine temel bileşen analizi uygulayarak özellik çıkarım işlemi uygulanmıştır ve daha sonra temel sınıflandırıcı olarak rastgele ağaç algoritması ile alınan sonuçların geliştirilmesi için rotasyon orman algoritması ile değerlendirme yapılmıştır.

Rastgele ağaç algoritması Brieman tarafından geliştirilen sınıflandırma algoritmasıdır [24]. Rastgele ağaç algoritması karar ağacı içerisinde regresyon problemlerinin çözmeye yardımcı olan sınıflandırma algoritmasıdır. Ayrıca oluşturulan ağaç içerisinde rastgele bir şekilde seçilen özellikler ile alt ağaç oluşturmayı sağlamaktadır. Algoritma içerisindeki ağaçlarda budama işlemi mevcut değildir. Rastgele ağaç algoritması, oluşturulan çok sayıda rastgele ağaç ile değerlendirmelerde yüksek doğruluk oranına sahip olabilmektedir [23,24]. Algoritmanın en önemli avantajlarından birisi karar ağaçlarındaki aşırı uyum problemini çözmüş olmasıdır. Rastgele ağaç yönteminde Denklem 1' deki şekilde ağaç tipi sınıflandırıcı kullanılır.

$$\{h(x, \theta_k) | k = 1, \dots\} \quad (1)$$

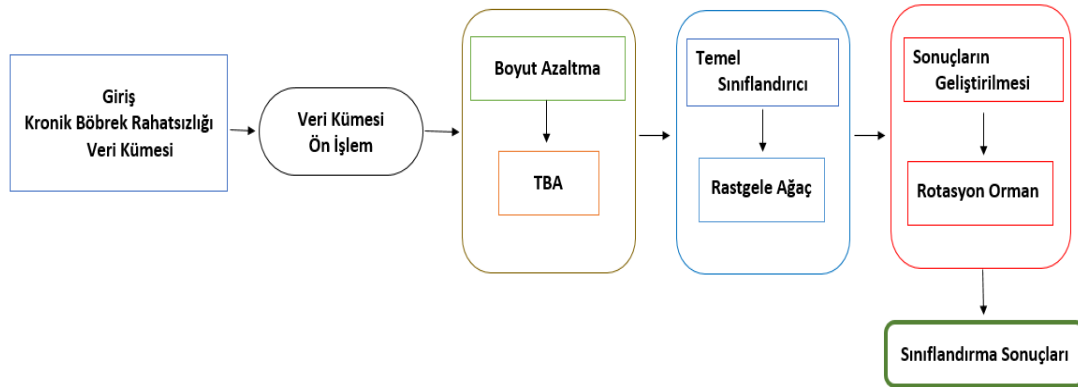
Denklem 1'de girdi verisi olarak x ve rastgele vektörü ise θ_k ile temsil etmektedir [24]. Rastgele ağaç algoritması mevcut dallar içinde en iyi dalı belirlemek için Denklem 2'de verilen GINI indeksini kullanır [44].

$$\sum \sum_{j \neq i} (f(C_i, T)/|T|)(f(C_j, T)/|T|) \quad (2)$$

Denklem 2'de T eğitim veri kümesini, C_i verinin ait olduğu sınıfı, $f(C_i, T)/|T|$ seçilen verinin C_i sınıfına ait olma olasılığını gösterir [43-44]. Rastgele ağaç algoritması rastgele örnekleme ve topluluk algoritmaları tekniklerinin iyileştirilmiş bir yapıyı içermesi nedeniyle diğer sınıflandırma algoritmalarına göre daha iyi genelleme ve doğru tahminlemede bulunur [42].

3.3. Önerilen Sınıflandırma Yöntemi

Bu çalışmada KBR verilerinin sınıflandırılması için rotasyon orman ve rastgele ağaç yaklaşımlarının kombinasyonu olan bir yöntem önerilmiştir. Deneyler, çalışmada kullanılan veri kümesine ön işlem uygulanarak, veri kümesi içindeki gereksiz veriler temizlenip kullanıma hazır hale getirilmiştir. Ön işlemin ardından veri kümesine TBA yöntemi uygulanarak veri kümesi öznelilik sayısında azaltma işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyutu azaltılmış veri kümesine sırayla temel sınıflandırıcı algoritmalarından rastgele ağaç uygulanmıştır. Sonuçların geliştirilmesi için rotasyon orman algoritması uygulanarak model oluşturulmuştur. Önerilen model Şekil 1'de gösterildiği gibi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Önerilen model.

3.4. Diğer Sınıflandırma Algoritmaları

Çalışmada önerilen modelin dışında performansları karşılaştırmak için temel sınıflandırıcılardan (destek vektör makinesi, yapay sinir ağı, naive bayes ve rasgrele orman) ve topluluk algoritmaları (decorate, grading ve filteredclassifier) kullanılmıştır.

Biyolojik sinir hücrelerinin işleyişinden esinlenerek geliştirilen yapay sinir ağları, sinir hücreleri (nöronlar) olarak adlandırılan çok sayıda bağlantılı işlem elemanlarının problem çözümünde beraberce çalışması prensibine dayanmaktadır [30]. Destek vektör makinesi, iki veya çok boyutlu veri kümelerini sınıflandırmak amacı için doğrusal ve hiperdüzlem ayırma mekanizmalarını kullanır [31]. Naive Bayes sınıflandırma algoritması olasılık hesabına göre sınıflandırma işlemini gerçekleştirir [32]. Rastgele orman algoritması, sınıflandırma işlemi sırasında birden fazla karar ağacı üreterek sınıflandırma başarısını yükseltmeyi amaçlamaktadır [32]. Oluşturulan karar ağacı yapısı her sınıflandırma işleminin sonucunda bir oy almakta ve mevcut olan tüm ağaçlardan en yüksek oy alana göre sınıflandırmaya uygun olan ağaç yapısı tespit edilir. Veri setinin test aşamasında sınıf etiketi

bilinmeyen örnekler için tüm ağaç tahmininde en fazla oy alan ilgili sınıfa atanmasıyla sınıflandırma yapılmış olmaktadır [33].

Topluluk algoritmalarından, Adaboost algoritması yanlış olarak sınıflandırılmış örneklere daha fazla odaklanarak yüksek başarımın elde edilmesi amaçlanmaktadır [34]. Decorate topluluk algoritması özel olarak oluşturulmuş yapay örnekleri kullanarak, çeşitli sınıflandırıcı topluluklarının oluşturulması ile sınıflandırma başarısının artırılması üzerine kurulmuştur[35]. Filtered Classifier topluluk algoritmasında, veriler keyfi bir süzgeçten geçirilerek, elde edilen verilere rastgele sınıflandırıcıların çalıştırıldığı algoritmadır [36]. Grading, temel sınıflandırıcıların çıktısının doğru ve hatalı etiketler ile derecelendiren ve derecelendirilmiş sonuçları daha sonra birleştiren topluluk algoritmasıdır [37].

4. DENEYSEL DEĞERLENDİRME

Bu bölümde öncelikle çalışmada kullanılan veri kümesinin detayları verilmiş ve daha sonra ise önerilen modelin deneysel değerlendirilmesi sunulmuştur.

Çalışmadaki sınıflama algoritmalarının değerlendirilmesi WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Intel Core i5 7200U 2.5 GHZ işlemciye sahip, 4GB DDR3 hafızası bulunan sistem üzerinde uygulama gerçekleştirilmiştir.

4.1. Kronik Böbrek Rahatsızlığı Veri Kümesi

Çalışmada kullanılan kronik böbrek rahatsızlığı verileri 400 kayıttan oluşmaktadır ve 'UC Irvine Machine Learning Repository' veri tabanından elde edilmiştir [4]. Veri kümesinde 24 özellik (11 özellik sayısal, 14 özellik kategorik) bulunmaktadır. Veri kümesinde 400 kayıttın 250 tanesi hastalıklı kişilere ait verilerden 150 tanesi ise sağlıklı kişilere ait verilerden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan verinin özellikleri Çizelge 1'de verilmektedir. Yapılan çalışmada Çizelge 1'de verilen özellikler sistemde giriş olarak kullanılmış çıkış olarak ise bireyin kronik böbrek rahatsızlığı olup olmadığı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 1. Kronik Böbrek Rahatsızlığı Veri Kümesi Özellikleri ve Açıklamaları.

No	Özellik	Özellik Açıklama	Tip
1	age	Age (yaş)	Sayısal
2	Bp	Blood Pressure (kan basıncı-tansiyon)	Sayısal
3	Sg	Specific Gravity(idrara yoğunluğu- densite)	Kategorik
4	Al	Albumin(Albumin)	Kategorik
5	Su	Sugar (Şeker)	Kategorik
6	Rbc	Red Blood Cells(Kırmızı kan hücresi-eritrosit)	Kategorik
7	Pc	Pus Cell (iltihap)	Kategorik
8	Pcc	Pus Cell clumps(iltihap hücresi kümeleşmesi)	Kategorik
9	Ba	Bacteria (bakteri)	Kategorik
10	Bgr	Blood Glucose Random (Kan şekeri)	Sayısal
11	Bu	Blood Urea (Kan üre)	Sayısal
12	Sc	Serum Creatinine (Serum keratin)	Sayısal
13	Sod	Sodium (sodyum)	Sayısal
14	Pot	Potassium (Potasyum)	Sayısal
15	Hemo	Hemoglobin	Sayısal
16	Pcv	Packed Cell Volume (Hücre hacmi-Heretroksit)	Sayısal
17	Wc	White Blood Cell Count (Beyaz kan hücresi -Lokosit sayısı)	Sayısal
18	Rc	Red Blood Cell Count (Kırmızı kan hücresi sayısı)	Sayısal
19	Htm	Hypertension(Hipertansiyon)	Kategorik
20	Dm	Diabetes Mellitus(Diyabet melitis)	Kategorik
21	Cad	Coronary Artery Disease(Kroner arter hastalığı)	Kategorik
22	appet	Appetite(İştah durumu)	Kategorik
23	Pe	Pedal Edema (Ayak ödemi)	Kategorik
24	Ane	Anemia(Anemi-Kansızlık)	Kategorik

4.2. Algoritma Performanslarının Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan veri kümesindeki veriler KBR rahatsızlığı olma veya olmama (ckd ve nockd) şeklinde iki farklı sınıf ile ifade edilmektedir. Çalışma 10 katlı çapraz doğrulama yöntemi kullanılarak veri kümesi eğitim ve test aşamasında geçirilmiştir. Çalışmada çeşitli algoritmaların performansları karşılaştırılmıştır ve bu algoritmaların test doğrulukları, aldıkları süre ve ağaç boyutları Çizelge 2'de verilmiştir. [27]. Algoritma performansları algoritmaların doğruluk keskinlik, duyarlılık, f-ölçütü ve MCC değerlerine göre karşılaştırılmıştır (sırasıyla Denklem 3, 4, 5, 6, ve 7). Formüllerdeki DP gerçek pozitif, YP gerçek negatif, DN yanlış pozitif ve YN ise yanlış negatif ifade etmektedir [41].

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP+DN}{DP+DN+YP+YN} \quad (3)$$

$$\text{Keskinlik} = \frac{DP}{DP+YP} \quad (4)$$

$$\text{Duyarlılık} = \frac{DP}{DP+YN} \quad (5)$$

$$F - \text{Ölçütü} = \frac{2 * \text{Keskinlik} * \text{Duyarlılık}}{\text{Keskinlik} + \text{Duyarlılık}} \quad (6)$$

$$\text{MCC} = \frac{DP * DN - YP * YN}{\sqrt{(DP+YP)(DP+YN)(DN+YP)(DN+YN)}} \quad (7)$$

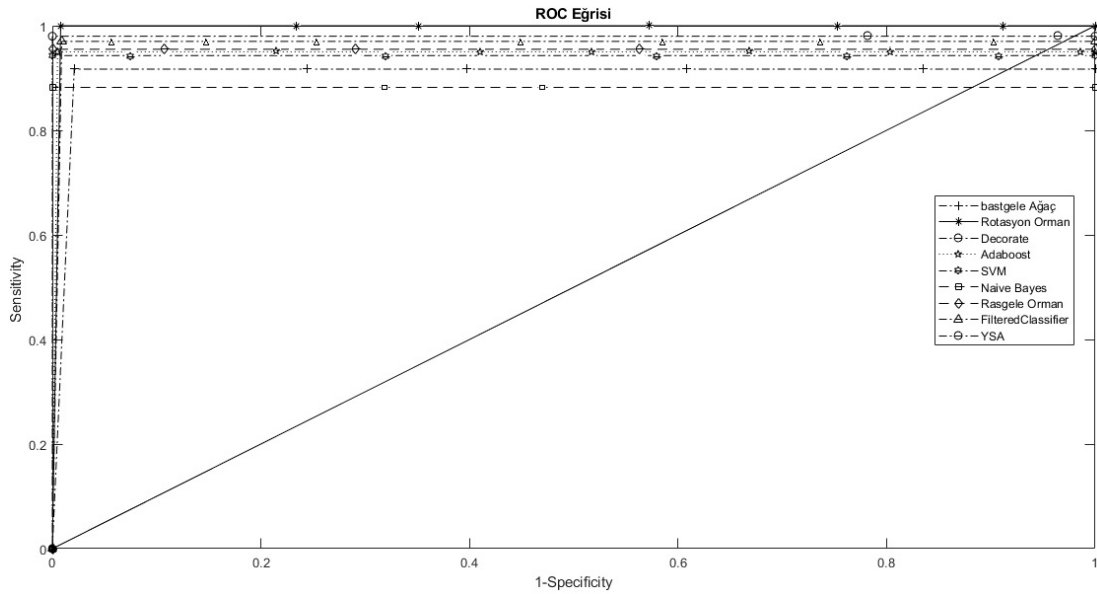
Çalışmada algoritmaların performanslarını karşılaştırmanın yanında, istatistiksel anlamlılık testi olan t-istatistiği kullanılarak p değeri hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Topluluk Algoritmaları ve Temel Sınıflandırıcıların Deneysel Sonuçları.

Algoritma	Test Doğruluk %	Keskinlik	Duyarlılık	F-Score	MCC	Süre (saniye)	Ağaç Boyutu
Rotasyon Orman+ Rastgele Ağaç	99,5	0,995	0,995	0,995	0,989	0,19	33
Decorate+ Rastgele Ağaç	99,25	0,993	0,993	0,993	0,984	0,24	959
Grading+ Rastgele Ağaç	62,5	0,391	0,625	0,481	0	0,01	102
FilteredClassifier + Rastgele Ağaç	98,5	0,986	0,985	0,985	0,969	0,03	87
Adaboost+ Rastgele Ağaç	98	0,981	0,980	0,980	0,958	0,01	76
Rastgele Ağaç	95,5	0,956	0,955	0,955	0,906	0,05	67
Destek Vektör Makinesi	97,75	0,979	0,978	0,978	0,954	0,06	-
Naive Bayes	95	0,956	0,950	0,951	0,901	0	-
Rastgele Orman	98,25	0,983	0,983	0,983	0,964	0,01	-
Yapay Sinir Ağı	99,25	0,993	0,993	0,993	0,984	0,75	-

Bu çalışmada rastgele ağaç algoritması sezgisel olmayan kolektif algoritmalarından adaboost, rotasyon orman, decorate, grading, filtered classification algoritmaları ayrıca destek vektör makinesi, naive bayes, rastgele orman ve yapay sinir ağı ile çalıştırılmıştır. Algoritmaların uygulanması sonrasında, kronik böbrek rahatsızlığını tespiti yönelik uygunluklarını kıyaslamak amacıyla doğruluk, keskinlik, duyarlılık, f-ölçütü ve mcc alanı ölçütleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan rotasyon orman algoritması için sınıflandırıcı sayısı (L) 10, alt küme sayısı (K) 3 olarak belirlenmiştir [39]. Ayrıca

grup sayısı 3 ile 10 arasından sayıyla (varsayılan 3), yineleme sayısını varsayılan 10 ve örneklerin kaldırılma yüzdesini %50 varsayılan değerlerini ayarladık [40]. Bununla birlikte, algoritmaların veri kümesi üzerinde işletim sürelerine göre performans karşılaştırmaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde topluluk algoritmalarının temel sınıflandırıcı algoritmalarına göre performansının arttığı görülmektedir. Algoritma sonuçları incelendiğinde rotasyon orman algoritması test Doğruluk oranı %99.5, Kesinlik 0,995, Duyarlılık 0,995, F-ölçütü 0,995, MCC 0,989, çalışma zamanı 0.19 saniye ve oluşturulan ağaç boyutu 33 olarak görülmektedir. Çalışmada en kötü başarı Grading algoritması ile Doğruluk oranı %62.5, Kesinlik 0,391, Duyarlılık 0,625, F-ölçütü 0,481, MCC 0, çalışma zamanı 0.01 saniye ve oluşturulan ağaç boyutu 102 olarak görülmektedir.



Şekil 2. Rotasyon Orman+ Rastgele Ağaç ROC Eğrisi.

Şekil 2'deki ROC grafiği sensitivity ve specificity oranlarından elde edilen eğrinin altında kalan alanı 1 değerine ne kadar yakın ise grafiğin daha iyi sonuç verdiği söylenebilmektedir. Şekil 2'de de ROC alanı değeri 1 olduğundan başarı oranı yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Çizelge 3. Topluluk Algoritmaları Ve Temel Sınıflandırıcı Algoritmalarının Performans Analizi İçin Hesaplanan İstatistik Değerle.

Algoritma	P Değeri
Rotasyon Orman+ Rastgele Ağaç	0.470
Decorate+ Rastgele Ağaç	0.248
Grading+ Rastgele Ağaç	<2.2e
FilteredClassifier + Rastgele Ağaç	0.412
Adaboost+ Rastgele Ağaç	0.077
Rastgele Ağaç	0.098
Destek Vektör Makinesi	0.007
Naive Bayes	2.152e-05
Rastgele Orman	0.023
Yapay Sinir Ağı	0.248

Çizelge 2'deki sonuçların istatistiksel olarak anlamlılığı ölçek için %95 güven ve p-değeri (<0.05) aralığında olduğu sonucuna Çizelge 3 incelenerek ulaşılmıştır. Böylece rotasyon ormanı algoritması kullanarak yüksek doğruluk düzeyi elde edildiği görülmüştür. Algoritma sonucunda oluşturulan ağacın boyutunun küçük olması ve derinliğinin minimum düzeyde olması beklenmektedir [25,26]. Karar ağacı algoritmalarında meydana gelen genelleştirme hatalarını minimuma indirebilmek için ağaç derinliğinin en aza indirgenmesi önemlidir. Bundan dolayı seçmiş olduğumuz algoritmanın ağaç derinliğinin küçük olması başarı sonucunun yüksek olmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında en iyi performansı önerilen rotasyon orman algoritmasının verdiği görülmektedir.

5. SONUÇ

Kronik böbrek rahatsızlığı (KBR) dünya genelinde yaygın görülen hastalıklardan ve hastalığın tahmini tıbbi tanıdaki temel konulardan biridir. Kronik böbrek rahatsızlığı dünya çapında önde gelen ölüm nedenlerinden biridir. Literatürde hastalığı tahmin etmek için çok sayıda veri madenciliği algoritmaları kullanılmış olduğu görülmüştür. Çalışmada hastalığı tahmin etmek amacıyla sınıflandırma algoritmalarının performansları incelenmiştir. Bu çalışmada rotasyon orman algoritması ile rastgele ağaç algoritmasının kombinasyonu KBR verilerinin sınıflandırılması için önerilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde önerilen modelin diğer sınıflandırma algoritmalarına göre daha iyi performans sergilediği görülmüştür. Bu sayede uzman doktorlara uygulayacakları tedavi öncesinde doğru teşhis sağlanması, önlenebilir hastalıklar için zamanında tarama yapılması gibi klinik gereksinimlere destek vermesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

İleriki çalışmalarda, kronik böbrek rahatsızlığını tahmini için derin öğrenme yöntemleri gibi farklı algoritmaların kullanımı mümkün olabilir. Ayrıca, veriye uygun algoritma parametrelerinin tespiti için çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- [1] Erdem, B. K., & Akbas, H., (2017), Kronik Böbrek Hastalığı ve Vasküler Kalsifikasyon, Türk Klinik Biyokimya Derg. , 152: 89-98.
- [2] Singh, P., Chandola, V., & Fox, C., (2017), Automatic Extraction of Deep Phenotypes for Precision Medicine in Chronic Kidney Disease, Proceedings of the 2017 International Conference on Digital Health - DH '17, 195–199. <https://doi.org/10.1145/3079452.3079489>
- [3] Topbaş, E., (2015), Kronik Böbrek Hastalığının Önemi , Evreleri Ve Evrelere Özgü Bakımı, Nefroloji Hemşireliği Dergisi, 53-59.
- [4] Dua, D. and Karra Taniskidou, E., (2017), UCI Machine Learning Repository [http://archive.ics.uci.edu/ml. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science.
- [5] İlkuçar, M., (2015), Kronik Böbrek Hastalarının Yapay Sinir Ağı ve Radyal Temelli Fonksiyon Ağı ile Teşhisi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(2), 82-88.

- [6] Jena, L., & Kamila K. N., (2015), Distributed Data Mining Classification Algorithms for Prediction of Chronic-Kidney-Disease, *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*, 93594, 2278–9359.
- [7] Rubini, L. J., & Eswaran, P., (2015), Generating comparative analysis of early stage prediction of Chronic Kidney Disease. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 5(7), 49-55.
- [8] Yildirim, P., (2017), Chronic Kidney Disease Prediction on Imbalanced Data by Multilayer Perceptron: Chronic Kidney Disease Prediction, 2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference COMPSAC, 193–198.
- [9] Ramya, S., & Radha, N., (2016), Diagnosis of chronic kidney disease using machine learning algorithms, *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 4(1), 812-820.
- [10] Kunwar, V., Chandel, K., Sabitha, A. S., & Bansal, A., (2016), Chronic Kidney Disease analysis using data mining classification techniques, In *IEEE 6th International Conference Cloud System and Big Data Engineering (Confluence)*, 300-305.
- [11] Vijayarani, S., & Dhayanand, S., (2015), Data Mining Classification Algorithms for Kidney Disease Prediction, *International Journal on Cybernetics & Informatics*, 44, 13–25.
- [12] Kumar, M., (2016), Prediction of Chronic Kidney Disease Using Random Forest Machine Learning Algorithm Running Title: Prediction of Chronic Kidney Disease, *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 52522, 24–33.
- [13] Balakrishna, T., Narendra, B., Reddy, M. H., & Jayasri, D., (2017), Diagnosis of Chronic Kidney Disease Using Random Forest Classification Technique, *HELIX*, 7(1), 873-877.
- [14] Baby, P. S., & Vital, P., (2015), Statistical Analysis and Predicting Kidney Diseases using Machine Learning Algorithms, *International Journal of Engineering Research & Technology*, 407, 206–210.
- [15] Polat, H., Mehr, H. D., & Cetin, A., (2017), Diagnosis of Chronic Kidney Disease Based on Support Vector Machine by Feature Selection Methods, *Journal of Medical Systems*, 41(4), 55.
- [16] Sinha, P., (2015), Comparative study of chronic kidney disease prediction using KNN and SVM, *International Journal of Engineering Research and Technology*, 4(12), 608-12.
- [17] Eroğlu K.ve Palabaş T., (2016), Kronik Böbrek Hastalığı Tespitinde Farklı Sınıflandırma Yöntemleri ve Farklı Topluluk Algoritmalarının Birlikte Kullanımının Sınıflandırma Performansına Etkisi, *Elektrik-Elektronik Mühendisliği Odası*, 512–516.
- [18] Cheng, L. C., Hu, Y. H., & Chiou, S. H., (2017), Applying the Temporal Abstraction Technique to the Prediction of Chronic Kidney Disease Progression, *Journal of medical systems*, 41(5), 85.
- [19] Başar, M. D., Sarı, P., Kılıç, N., & Akan, A., (2016), Detection of chronic kidney disease by

- using Adaboost ensemble learning approach, In IEEE Signal Processing and Communication Application Conference (SIU), 2016 24th . 773-776.
- [20] Rodríguez, J. J., Kuncheva, L. I., & Alonso, C. J., (2006), Rotation forest: A New classifier ensemble method, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 28(10), 1619–1630.
- [21] Akçetin, E., & Çelik, U., (2014), İstenmeyen Elektronik Posta (Spam) Tespitinde Karar Ağacı Algoritmalarının Performans Kıyaslaması, Journal of Internet Applications & Management/İnternet Uygulamaları ve Yönetimi Dergisi, 5(2).
- [22] Namlı, Ö. H., & Özcan, T., (2017), Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanarak Gişe Hasılatının Tahmini, Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi, 3(2), 130-143.
- [23] Ali, J., Khan, R., Ahmad, N., & Maqsood, I., (2012), Random forests and decision trees, IJCSI International Journal of Computer Science Issues, 9(5), 272-278.
- [24] Breiman, L., (2001), Random forests. Machine Learning, 45(1), 5–32.
- [25] Onan, A., (2015), Şirket İflaslarının Tahminlenmesinde Karar Ağacı Algoritmalarının Karşılaştırmalı Başarım Analizi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 8(1), 9–19.
- [26] Sebban, M., Nock, R., Chauchat, J. H., & Rakotomalala, R., (2000), Impact of learning set quality and size on decision tree performances. International Journal of Computers, Systems and Signals, 11, 85–105.
- [27] Fawcett, T., (2006), An introduction to ROC analysis, Pattern recognition letters, 27(8), 861
- [28] Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Türkiye Böbrek Hastalıkları Önleme ve Kontrol Programı Eylem Planı, (2014-2017). Sağlık Bakanlığı, Yayın No: 946, Ankara, 2014, ss. 1. http://www.tsn.org.tr/pdf/Turkiye_Bobrek_Hastaliklari_Onleme_ve_Kontrol_Programi.pdf (E.T. 08.06.2018).
- [29] Horspool S., (2016), Global Burden of Disease Study 2015 outlines chronic kidney disease as a cause of death worldwide. <https://www.theisn.org/news/item/2969-global-burden-of-disease-study-2015-outlines-chronic-kidney-disease-as-a-cause-of-death-worldwide> (Erişim Tarihi: 20.06.2018).
- [30] Kunwar, V., Chandel, K., Sabitha, A. S., & Bansal, A., (2016), Chronic Kidney Disease analysis using data mining classification techniques. In Cloud System and Big Data Engineering (Confluence), 2016 6th International Conference(pp. 300-305). IEEE.
- [31] Vapnik, V., (1995), “The nature of statistical learning theory,” Springer-Verlag: New York, pp. 75-100.
- [32] Orhan, U., Adem, K., & Comert, O., (2012), Least squares approach to locally weighted naive Bayes method. Journal of New Results in Science, 1(1).

- [33] Breiman, L., (2001), Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.
- [34] Hu, W., Hu, W., & Maybank, S., (2008), Adaboost-based algorithm for network intrusion detection. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 38(2), 577-583.
- [35] Melville, P., & Mooney, R. J., (2003), Constructing diverse classifier ensembles using artificial training examples. In *IJCAI*, Vol. 3, pp. 505-510.
- [36] Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A., (2005), *Data mining: Practical machine learning tools and techniques*, (morgan kaufmann series in data management systems). Morgan Kaufmann, June, 104, 113.
- [37] Pasha, M., & Fatima, M., (2017), Comparative Analysis of Meta Learning Algorithms for Liver Disease Detection. *Journal of Software*, 12(12), 923-934.
- [38] Bagnall, A., Bostrom, A., Cawley, G., Flynn, M., Large, J., & Lines, J., (2018), Is rotation forest the best classifier for problems with continuous features?. *arXiv preprint arXiv:1809.06705*.
- [39] Hosseinzadeh, M., & Eftekhari, M., (2015), Improving rotation forest performance for imbalanced data classification through fuzzy clustering. In *Artificial Intelligence and Signal Processing (AISP), 2015 International Symposium on* (pp. 35-40). IEEE.
- [40] Mauša, G. O. R. A. N., Bogunović, N., Grbac, T. G., & Bašić, B. D., (2015), Rotation forest in software defect prediction. *SQAMIA*, 1375, 35-43.
- [41] Coşkun, C., & Baykal, A., (2011), Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması. *Akademik Bilişim*, 2011, 1-8.
- [42] Qi, Y., (2012), Random forest for bioinformatics. In *Ensemble machine learning* (pp. 307-323). Springer, Boston, MA.
- [43] Gislason, P. O., Benediktsson, J. A., & Sveinsson, J. R., (2006), Random forests for land cover classification. *Pattern Recognition Letters*, 27(4), 294-300.
- [44] Pal, M., (2005), Random Forest Classifier For Remote Sensing Classification, *International Journal Of Remote Sensing*, 26(1) , 217-222.
- [45] Veerappan, I., & Abraham, G., (2013), Chronic kidney disease: Current status, challenges and management in India. *Ch*, 130, 593-7.
- [46] Go, A. S., Chertow, G. M., Fan, D., McCulloch, C. E., & Hsu, C. Y., (2004), Chronic kidney disease and the risks of death, cardiovascular events, and hospitalization. *New England Journal of Medicine*, 351(13), 1296-1305.

- [47] Tan, P. N., (2007), Introduction to data mining. Pearson Education India.
- [48] Garg, A. X., Adhikari, N. K., McDonald, H., Rosas-Arellano, M. P., Devereaux, P. J., Beyene, J. & Haynes, R. B., (2005), Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *Jama*, 293(10), 1223-1238.



MERSİN, TARSUS SCARABAEINAE, DYNASTINAE (COLEOPTERA, SCARABAEIDAE)
FAUNASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Mehmet GÜLMEZ^{1*}, Kemal DİNDAR², Hasan ARI³

^{1*}Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, mgulmez26@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-3782-6039

²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, kemaldindar@gmail.com,
ORCID: 0000-0003-3519-9753

³Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, hasanari33@gmail.com,
ORCID : 0000-0002-9681-2374

Geliş Tarihi:01.10.2018

Kabul Tarihi: 17.01.2019

ÖZ

Bu çalışmada 2012 yılında Mersin, Tarsus'un farklı bölgelerinden toplanan Scarabaeidae (Coleoptera) faunasına ait örnekler değerlendirilmiştir. Scarabaeinae ve Dynastinae altfamilyalarından; *Euonthophagus*, *Euoniticellus*, *Gymnopleurus*, *Onthophagus* ve *Pentodon* cinslerine ait 6 tür tespit edilmiştir. Çalışma bölgesi faunası için *Pentodon algerinus dispar* Baudi di Selve, 1870 yeni kayıttır. Her bir türün Palearktik ve Türkiye yayılışları verilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Coleoptera*, *Pentodon*, *Scarabaeidae*, *Tarsus*, *Türkiye yayılışı*

A STUDY ABOUT FAUNA OF SCARABAEINAE, DYNASTINAE (COLEOPTERA, SCARABAEIDAE) AT MERSIN TARSUS

ABSTRACT

In this study, samples of the Scarabaeidae (Coleoptera), collected from different regions of Mersin-Tarsus in 2012, were evaluated. Six taxa belong to genera of *Euonthophagus*, *Euoniticellus*, *Gymnopleurus*, *Onthophagus* and *Pentodon* were determined. *Pentodon algerinus dispar* Baudi, 1870 was new record for fauna of study area. Distribution of Palearctic and Turkey for each species were also given. .

Keywords: *Coleoptera*, *Pentodon*, *Scarabaeidae*, *Tarsus*, *Distribution of Turkey*

1. GİRİŞ

Böcekler, dünyanın yaklaşık 3 milyar yıllık canlılık tarihinde yaklaşık 400 milyon yıl önce görülmeye başlanan ve en fazla çeşitliliğe sahip olan canlı grubudur. Bununla beraber böcekler karasal ekosistemlerde ekolojik olarak en baskın hayvanlardır [1, 2]. Tüm dünyada olduğu gibi böcek faunası Türkiye'de de oldukça zengindir [2, 3]. Scarabaeidae, Coleoptera takımının en geniş familyalarından

birdir [4,5]. Bu familyanın en geniş altfamilyalarından biri olan Scarabaeinae Palearktik bölgede 46 cins ve 34 altcinsle bağlı 817 tür, diğeri ise Dynastinae altfamilyası olup 26 cins ve 6 altcinsle 142 türü bulunmaktadır. Ülkemizde bu familyalar üzerine yapılmış olan bazı çalışmalar bulunmaktadır [6 - 26]. Ancak bu çalışmalar ülkemiz faunasının tamamen belirlenmesi açısından henüz yeterli değildir. Bu çalışmanın amacı Mersin çevresinde yapılan arazi çalışması neticesinde tespit edilen türlerin yeni yayılış bilgilerini belirleyerek bölge faunasına katkılar sağlamaktır.

2. MATERYEL VE METOD

Bu çalışma 2012 yılında Mersin - Tarsus'un farklı bölgelerinden toplanan örneklerle yapılmıştır. Örnekler atrap, el ve pens kullanılarak Hasan Ari tarafından toplanmış, içerisine etil asetat konulmuş öldürme kapları içerisinde öldürülmüştür. Daha sonra bu örnekler numune saklama kutuları içerisinde laboratuvara getirilerek, böcek iğneleme teknikleri kullanılarak iğnelenmiştir. Örnekler [10, 11, 27, 32, 33, 34] kaynakları kullanılarak, Zeiss Stemi 2000 marka mikroskopta Kemal Dindar tarafından teşhis edilmiştir. Bu çalışmanın Türkiye ve Palearktik yayılışları için [8, 9, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 31] kaynaklarından yararlanılmıştır. Teşhis edilen örnekler Dumlupınar Üniversitesi Biyoloji Bölümü Entomolojisi Müzesinde saklanmaktadır. Palearktik bölgedeki ülkelerin isimleri Löbl ve Smetana (2006)'da belirtilen kısaltmalar esas alınmış olup, Tablo 1 de kısaltmalar Türkçe açıklamaları ile verilmiştir [31].

Tablo 1. Löbl ve Smetana (2006)' dan Palearktik bölgede yer alan ülke isimleri ve kısaltmaları.

E	Avrupa
AB	Azerbaycan
AL	Arnavutluk
AN	Andora
AR	Ermenistan
AU	Avusturya
AZ	Azores
BE	Belçika
BH	Bosna hersek
BU	Bulgaristan
BY	Beyaz Rusya
CR	Hırvatistan
CT	Rusya: Orta Avrupa bölgesi
CZ	Çek Cumhuriyeti
DE	Danimarka
EN	Estonya
FI	Finlandiya
FR	Fransa
GB	Büyük Britanya
GE	Almanya
GG	Gürcistan
GR	Yunanistan
HU	Macaristan
IR	İrlanda
IT	İtalya

N	Kuzey Afrika
AG	Cezayir
CI	Kanarya Adaları
EG	Mısır
LB	Libya
MO	Fas
MR	Madeira Takım adaları
TU	Tunus

A	Asya
AF	Afganistan
CH	Çin
CY	Kıbrıs
ES	Rusya: Doğu Sibirya
FE	Rusya: Uzak doğu
IN	İran
IQ	İrak
IS	İsrail
JA	Japonya
JO	Ürdün
KA	Hindistan: Kashmir
KI	Kırgızistan
KZ	Kazakistan

KZ	Kazakistan
LA	Letonya
LS	Liechtenstein
LT	Litvanya
LU	Lüksemburg
MA	Malta
MC	Makedonya
MD	Moldova
NL	Hollanda
NR	Norveç
NT	Rusya: Kuzey Avrupa Bölgesi
PL	Polonya
PT	Portekiz
RO	Romanya
RU	Rusya
SK	Slovakya
SL	Slovenya
SP	İspanya
ST	Rusya: Güney Avrupa bölgesi
SV	İsveç
SZ	İsviçre
TR	Türkiye
UK	Ukrayna
YU	Yugoslavya

LE	Lübnan
MG	Moğolistan
NP	Nepal
NC	Kuzey Kore
PA	Pakistan
RU	Rusya
SA	Suudi Arabistan
SI	Mısır
SY	Suriye
TD	Tacikistan
TM	Türkmenistan
TR	Türkiye
UZ	Özbekistan
WS	Rusya: Batı Sibirya
XIN	Sincan Uygur Özerk Bölgesi
XIZ	Tibet

Dünyadaki Zoocoğrafik bölgeler	
AFR	Afrotropikal Bölge
AUR	Avustralya Bölgesi
NAR	Nearktik Bölge
NTR	Neotropikal Bölge
ORR	Oriental Bölge

3. SONUÇLAR

Family SCARABAEIDAE Latreille, 1802

Subfamily Scarabaeinae Latreille, 1802

Tribe Gymnopleurini Lacordaire, 1856

Genus *Gymnopleurus* Illiger, 1803

Gymnopleurus geoffroyi (Fuessly, 1775)

İncelenen Materyal: Mersin, Tarsus, 36°57'41.07"K 34°47'59.14"D, 469 m, 24.VII.2012, 36 exx.

Türkiye Yayılışları: Adana, Adıyaman, Afyon, Amasya, Ankara, Antalya, Balıkesir, Bartın, Bilecik, Bitlis, Bolu, Burdur, Bursa, Çorum Çanakkale, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Hakkari, Hatay, Isparta, İzmir Kahramanmaraş, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kırklareli, Kırşehir, Kocaeli, Kütahya, Manisa, Mersin, Muğla, Osmaniye, Samsun, Siirt, Tekirdağ, Tokat, Uşak, Zonguldak [6, 7, 9, 10, 12, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 35].

Palearktık Yayılışları: E: AL, AR, AU, BH, BU, CR, CZ, FR, GE, GR, HU, IT, KO, MC, MD, ME, PL, SK, RO, SB, SL, ST, SZ, TR, UK N: AG, EG A: CY, IN, IS, KU, SI, TR [28].

Tribe Oniticeellini H.J. Kolbe, 1905

Genus *Euoniticellus* A. Janssens, 1953

Euoniticellus fulvus (Goeze, 1777)

İncelenen Materyal: Mersin, Tarsus, 36°57'41.07"K 34°47'59.14"D, 469 m, 24.VII.2012, 1 ♂.

Türkiye Yayılışları: Adana, Afyon, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bolu, Burdur, Bursa, Çankırı, Çorum, Denizli, Edirne, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Isparta, Karabük, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Kırklareli, Kırşehir, Konya, Kütahya, Manisa, Mersin, Muğla, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Sakarya, Samsun, Siirt, Tekirdağ, Uşak, Zonguldak [6, 9, 12, 17, 20, 22, 24, 25, 26, 36].

Palearktik Yayılışları: E: AB, AL, AR, AU, BE, BH, BU, BY, CR, CT, CZ, FR, GE, GG, GR, HU, IT, KZ, MC, MD, ME, PL, PT, RO, SB, SK, SL, SP, ST, SZ, TR, UK N: AG, EG, LB, MO, TU A: AF, CY, IN, IQ, KI, KZ, LE, MG, SY, TD, TM, TR, UZ, WS, XIN, AURI [28].

Tribe Onthophagini Burmeister, 1846

Genus *Euonthophagus* Balthasar, 1959

Euonthophagus atramentarius (Ménétries, 1832)

İncelenen Materyal: Mersin, Tarsus, 36°57'41.07"K 34°47'59.14"D, 469 m, 24.VII.2012, 1 ♂, 1 ♀.

Türkiye Yayılışları: Adana, Adıyaman, Afyon, Ankara, Antalya, Burdur, Çanakkale, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, Isparta, İzmir, Kahramanmaraş, Kırşehir, Manisa, Mersin, Niğde, Uşak [6, 9, 11, 12, 17, 20, 24, 25, 35].

Palearktik Yayılışları: E: AB, AL, AR, BU, GG, GR, MC, ST, SY, TR N: EG A: CY, IN, IQ, IS, SY, TR, UZ [28].

Genus *Onthophagus* Latreille, 1802

Onthophagus (Furconthophagus) furcatus (Fabricius, 1781)

İncelenen Materyal: Mersin, Tarsus, 36°57'41.07"K 34°47'59.14"D, 469 m, 24.VII.2012, 7 ♂♂, 4 ♀♀.

Türkiye Yayılışları: Adana, Adıyaman, Afyon, Ağrı, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Edirne, Elazığ, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Hatay, İzmir, Kahramanmaraş, Karabük, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Kütahya, Manisa, Mardin, Mersin, Muğla, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Rize, Samsun, Siirt, Sinop, Sivas, Tarsus, Tekirdağ, Uşak, Van, Yozgat, Zonguldak [7, 8, 9, 11, 12, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 35].

Palearktik Yayılışları: E: AB, AL, AR, AU, BE, BH, BU, BY, CR, CT, CZ, FR, GBi, GE, GG, GR, HU, IT, KO, KZ, MC, MD, ME, PL, PT, RO, SB, SK, SL, SP, ST, SZ, TR, UK N: MO A: IN, IQ, IS, KZ, SA, SY, TM, TR [28].

Onthophagus (Palaeonthophagus) ruficapillus Brullé, 1832

İncelenen Materyal: Mersin, Tarsus, 36°57'41.07"K 34°47'59.14"D, 469 m, 24.VII.2012, 12 ♂♂, 6 ♀♀.

Türkiye Yayılışları: Adana, Afyon, Amasya, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Edirne, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Hatay, Isparta, İzmir, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kırklareli, Kırşehir, Kilis, Konya, Kütahya, Manisa, Mardin, Mersin, Muğla, Nevşehir, Niğde, Ordu, Osmaniye, Sakarya, Samsun, Sinop, Sivas, Tekirdağ, Tokat, Yozgat, Zonguldak [9, 11, 12, 13, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 35].

Palearktik Yayılışları: E: AB, AL, AR, AU, BH, BU, CR, CT, CZ, FR, GG, GR, HU, IT, KO, KZ, MC, MD, ME, PL, PT, RO, SB, SK, SL, SP, ST, SZ, TR, UK A: CY, IN, IQ, IS, JO, KZ, SY, TM, TR [28].

Subfamily **Dynastinae** MacLeay, 1819
Tribe Pentodontini Mulsant, 1842

Genus *Pentodon* Hope, 1837

Pentodon algerinus dispar Baudi di Selve, 1870

İncelenen Materyal: Mersin, Tarsus, 36°54'18.20"K, 34°53'5.61"D, 13m, 24.VII.2012, 13 exx.

Türkiye Dağılımları: Antalya, Muğla [17, 30].

Palearktik Dağılımları: E: AR, GR (Kriti, Rodos) A:AE, CY, IN, IQ, IS, JO, KU, OM, QA, SA, SY, TR, YE [28].

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Mersin-Tarsus ilçesinde 2012 yılında yapılan arazi çalışması sonucunda *Euonthophagus*, *Euoniticellus*, *Gymnopleurus*, *Onthophagus* ve *Pentodon* cinslerine bağlı 6 tür tespit edilmiştir. *P. algerinus dispar* çalışma alanında yeni kayıt olarak kaydedilerek, türün yeni yayılış alanı güncellenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Grimaldi, D., & Engel, M.S., (2005), Evolution of the Insects, Cambridge University Press, Cambridge.
- [2] Çizmeçi, Ö., (2016), Güney Ege Bölgesi Koprafaj Staphylininae (Coleoptera: Staphylinidae) Türlerinin Fenolojisi ve Vertikal Dağılışı Üzerinde Araştırmalar, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Zooloji Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi: 109.
- [3] Abacıgil, T., (2011), Kazdağı Yöresi'nde Yayılış Gösteren Staphylininae Altfamilyası (Coleoptera: Staphylinidae) Türleri Üzerinde Faunistik Ve Sistematik Araştırmalar, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir
- [4] Evans, A.V., Bellamy, C.L., and Watson, L.C., (2000), An inordinate fondness for beetles, University of California press: 208.
- [5] Carpaneto, G.M., Piattella, E., and Pittino, R., (2000), The scarab beetles of Turkey: an updated checklist and chorotype analysis (Coleoptera, Scarabaeoidea). Biogeographia, 21: 217-240.
- [6] Tuatay, N., Gül, S., Demirtola A., Kalkandelen A. ve Çağatay, N., (1967), Nebat Koruma Müzesi Böcek Kataloğu (1961 -1966). Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Gn. Md. Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, Ayyıldız Matbaası A.Ş. Ankara: 66.

- [7] Tuatay, N., Kalkandelen, A. ve Aysev N., (1972), Nebat Koruma Müzesi katalogu, T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Yenigün Matbaası, Ankara: 119.
- [8] Lodos, N., (1978), Ege ve Marmara Bölgesinin zararlı böcek faunasının tespiti üzerinde çalışmalar, T.C. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü: 301.
- [9] Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., Karsavuran, Y., Tezcan, S. and Aksoy, S., (1999), Faunistic Studies on Scarabaeoidea (Coleoptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey. Ege Üniversitesi basım evi. İzmir: 64.
- [10] Pehlivan. E., (1988), Türkiye Scarabaeidae (Coleoptera) Familyası Üzerinde Taksonomik Çalışmalar. I Scarabaeus L , Gymnopleurus III., Sisyphus Latr. Türkiye Entomoloji Dergisi.
- [11] Pehlivan. E., (1989), Türkiye Scarabaeidae (Coleoptera) Familyası Üzerinde Taksonomik Çalışmalar. II. Onthophagus Latr. Türkiye Entomoloji Dergisi.
- [12] Bellmann, A., (2007), Beitrag zur Kenntnis der Aphodiinae der Türkei (Coleoptera: Scarabaeoidea). Entomologische Zeitschrift, Stuttgart, 117 (3): 132-136.
- [13] Şenyüz, Y., (2004), Kütahya ili yakın çevresi Scarabaeidae(Coleoptera) faunasının tespiti, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi:104.
- [14] Şenyüz, Y., (2009), Türkmen dağı Aphodiinae (Scarabaeidae, Coleoptera)Altfamilyasının Faunası, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Biyoloji Ana Bilim Dalı, Zooloji Bilim Dalı, Doktora Tezi: 90.
- [15] Şenyüz, Y. ve Şahin, Y., (2009), Faunistic Studies on Aphodiinae Subfamily (Coleoptera, Scarabaeidae) of Kütahya (Turkey). Linzer Biologisches Beiträge 14 (2): 1757-1766.
- [16] Şenyüz, Y., Dindar K. ve Altunsoy, F., (2013), Contributions to the knowledge of Scarabaeidae (Coleoptera) fauna of the Middle and East Black Sea Region of Turkey, Munis Entomology & Zoology, 8 (2): 772-781.
- [17] Rozner, I. and Rozner, G., (2009), Additional data to the Lamellicornia Fauna of Turkey (Coleoptera:Lamellicornia). Natura Somogyiensis, Kaposvár, 15: 69-100.
- [18] Dellacasa, M. and Kırgız, T., (2002), Records of Aphodiinae (Coleoptera, Scarabaeoidea, Aphodiidae) from Edirne province and neighbouring areas (European Turkey), Italian Journal of Zoology, 69: 71–82.
- [19] Anlaş, S., Keith, D. and Tezcan, S., (2011), Notes on the pitfall trap collected Scarabaeoidea (Coleoptera) species in Bozdağlar Mountain of western Turkey, Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi 2(1).

- [20] Anlaş, S., Keith, D. and Tezcan, S., (2011), Notes on the seasonal dynamics of some coprophagous Scarabaeoidea (Coleoptera) species in Manisa province, western Anatolia, *Türk. entomol. derg.*, 2011, 35 (3): 447-460.
- [21] Şenyüz, Y., Şahin, Y., (2013), Faunistic, Ecological and Zoogeographical Evaluations on the Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) of Kütahya province, (Turkey), *Turkish Journal of Entomology*, 37(4): 433-448.
- [22] Şenyüz, Y., Dindar, K., Gülmez, M. ve İzgördü, H., (2013), Bursa Aphodiinae Ve Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) Türleri Üzerine Faunistik Bir Çalışma, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 32: 1-12
- [23] Şenyüz, Y., Dindar, K. ve Gülmez, M., (2015), Additions to Scarabaeoidea (Coleoptera) Fauna Of Eskişehir Anadolu Univ. J. of Sci. and Technology - C - Life Sci. and Biotech. 4 (1): 13-23.
- [24] Dindar, K., (2013), Kütahya Gümüş Dağı Aphodiinae ve Scarabaeinae'lerinin (Coleoptera: Scarabaeidae) mevsimsel ve vertikal dağılışı, *Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Zooloji Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*: 106.
- [25] Gülmez, M., (2014), Eskişehir Bozdağ'ında Scarabaeinae ve Aphodiinae Alt Familyalarının Fenolojik ve Vertikal Dağılışı, *Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Zooloji Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*: 122.
- [26] Özgen, İ., Şenyüz, Y. ve Temizer A., (2014), Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgesi Scarabaeoidea (Coleoptera) Faunasına Katkıları, *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* 5(1): 20-29.
- [27] Balthasar, V., (1964), *Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der palaearctischen und orientalischen region. Band 3, Tschechoslowaischen Akademieder Wissenschaften*: 654.
- [28] Löbl, I., Löbl, D., (2016), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Volume 3, Scarabaeoidea, Scirtoidea, Dascilloidea, Buprestioidea, Byrrhoidea, Revised and updated edition*, Leiden; Boston; Brill: 1011.
- [29] Tezcan, S. ve Pehlivan, E., (2001), Evaluation Of The Lucanoidea And Scarabaeoidea (Coleoptera) Fauna Of Ecological Cherry Orchards İn İzmir And Manisa Provinces Of Turkey, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2001, 38 (2-3): 31-37.
- [30] Heinz M., (1989), Funde aus der Unterfamilie Dynastinae (Coleoptera, Scarabaeidae) aus Kleinasien. *Steyrer Entomologengerichte* (23): 73-75..
- [31] Löbl, I. ve Smetana, A., (2006), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Cilt 3. Scarabaeoidea-Scirtoidea-Dascilloidea- Buprestioidea*. Apollo Books. Stenstrup, Denmark: 690.
- [32] Baraud J., (1992), *Coléoptères Scarabaeoidea d'Europe, Faune de France* 78, + 11 planches, Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris et Société Linnéenne de Lyon, 856..

- [33] Baraud, J., (1977), Coléoptères Scarabaeoidea, Faune del'Europe occidentale: Belgique, France, Grande-Bretagne, Italie, Péninsule Ibérique. Supplément à la Nouvelle Revue d'Entomologie, 7 (1), Toulouse, 352.
- [34] Baraud, J., (1985), Coléoptères Scarabaeoidea, Faune du Nord de l'Afrique du Maroc au Sinaï. Encyclopédie Entomologique, 46. Lechevalier, Paris, 652.
- [35] Şenyüz, Y., Lobo, J. M., and Dindar, K., (2019), Altitudinal gradient in species richness and composition of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in an eastern Euro-Mediterranean locality: Functional, seasonal and habitat influences. European Journal of Entomology, 116: 309–319, doi: 10.14411/eje.2019.034.



ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article)

ASSESSMENT OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY ON THE SKIN SECRETIONS OF NINE ANURAN SPECIES FROM TURKEY

Dilek AKYIL¹, Arzu ÖZKARA², Uğur Cengiz ERİŞMİŞ³

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Afyonkarahisar, dilekakyil9@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7048-3808

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Afyonkarahisar, arzuozkara@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7815-5366

³Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Afyonkarahisar, uerismis95@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6958-2016

Geliş Tarihi: 25.09.2018

Kabul Tarihi: 03.07.2019

ABSTRACT

A dramatic decline of amphibians was reported for the first time about 40 years ago and then, this decline has continued at an alarming rate. Nearly one-third (32%), or 6593 amphibian species are threatened according to the most recent 2008 global assessment. Since 1980, the population size of at least 43% of amphibian species is declining and 122 amphibian species have become extinct. The causes of this declines are likely to be complex. Amphibians, like higher vertebrates, have immune systems including both adaptive and innate immunity. Innate immunity has different mechanisms that can provide an instant response nonspecifically to many pathogens. Antimicrobial peptides are the first step in these mechanisms. As each frog species has its own unique peptides, significant variation obtains among species in the number, structure and antimicrobial activity of these peptides. In our knowledge, there is no study previously performed in our country on the amphibian immune system. This study aims to evaluate the skin secretions of the nine anuran species and antimicrobial activity.

Keywords: *Amphibian populations, decline causes, amphibian immune system, antimicrobial peptides*

**TÜRKİYE'DEN DOKUZ ANURA TÜRÜNÜN DERİ SEKRESYONLARININ
ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

ÖZ

İlk kez yaklaşık kırk yıl önce amfibilerde dramatik bir azalma rapor edilmiş ve bu düşüş endişe verici bir oranda devam etmiştir. 2008 yılı son küresel değerlendirmesine göre amfibilerin yaklaşık üçte biri (% 32) veya 6593 amfibi türü tehdit altındadır. Bu azalışın birçok karmaşık sebebi olabilir. Amfibiler omurgalılar da olduğu gibi hem doğuştan hem de kazanılmış immün sisteme sahip canlılardır. Doğal bağışıklık bireyin birçok farklı patojene karşı anlık tepki göstermesini sağlayan farklı mekanizmaları içerir. Bu mekanizmalar içerisinde antimikrobiyal peptidler ilk sırada yer alır. Her bir kurbağa türünün kendine özgü peptidleri olduğu için, bu peptidlerin sayısı, yapısı ve antimikrobiyal aktivitesindeki türler arasında önemli farklılıklar gösterir. Türkiye'de amfibi bağışıklık sistemi ile ilgili yapılmış

herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada 9 amfibi türünden edilen deri sekresyonlarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Amfibi popülasyonu, Azalma sebepleri, Amfibi immün sistemi, Antimikrobiyal peptidler*

1. INTRODUCTION

Global declines of amphibian populations are a source of great concern. Many possible causes for amphibian population declines have been proposed [1]. According to researchers, deaths of amphibians are generally originate from three different factors. The first one of these factors is the abiotic factors and amphibians are interaction with this factor. People cause the change of ecosystems due to effect of abiotic factors consciously or unconsciously. The other factor is increase of number and virulence of pathogen microorganisms and organisms are adversely affected these microorganisms. Another factor is weakened immune system of organisms which live in ecosystems and organisms are under threat.

Amphibians are a transition species from the aquatic ancestors to the reptiles. Their skin is a morphologically, physiologically, and biochemically complex organ. Functions of amphibian skin are necessary for survival, including respiration, antipredator, water regulation, and antimicrobial defense, temperature control, excretion, and reproduction [2]. Their skin contains mucous and granular glands which responsible for the secretion of toxins and defences against microorganisms and predators [3,4]. The glands are usually activated by injury or stress and secrete a complex chemical mixture which vary from species to species [5, 6, 7, 8]. The skin glands of amphibians have various bioactive molecules such as peptides, steroids, proteins, alkaloids and biogenic amines that possess antibacterial and other important biological activities. According to their interactions with the environment, the compositions of the skin secretions differ among anuran groups [5, 7, 8]. These substances play different roles either in the defence against microorganisms and predators or in the regulation of physiological functions of the skin [9]. Besides, they are related to a variety of biological effects such as cytotoxic, fungicidal, bactericidal, lytic, anesthetic, neuromimetic, and phenomenal [4, 10, 11, 12, 13]. Recently, skin secretions were also noted as a rich source of multiple antimicrobial peptides effective against multidrug resistant strains[14]. Antimicrobial peptides were divided into two categories: those obtained from protein hydrolysis which called cryptides [15] and those obtained by ribosomal synthesis. Peptides which were obtained by ribosomal synthesis a significant part of innate immunity. Antimicrobial peptides constitute the first line of defense of the body [16, 17, 18]. Some antimicrobial peptides constitute by the proteolytic degradation of some proteins present within the organism. Studies on this subject is limited to a few species of frog in Turkey.

The purpose of present study is to test the antimicrobial activity of different anuran skin secretions against Gram (+), Gram (-) bacteria and *Candida albicans* cultures.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Specimen Biodata and Secretion Harvesting

All the animal experiments were carried out in accordance with the approved guidelines with the regulations of the Turkish Department of Nature Conservation (Permit number, DKMP-

0.15.01.510.39719) and were approved by the Animal Welfare and Research Ethics Committee of Afyon Kocatepe University (permit number, AKU.0.A2.00.00-222). Adult specimens of frogs of both sexes (*Bombina bombina*, *Rana dalmatina*, *Rana macrocnemis*, *Bufo bufo*, *Bufo variabilis*, *Bufo verrucosissimus*, *Pelodytes caucasicus*, *Pelophylax ridibundus*, *Pelophylax caralitanus*) obtain from different regions in Turkey (Fig1).

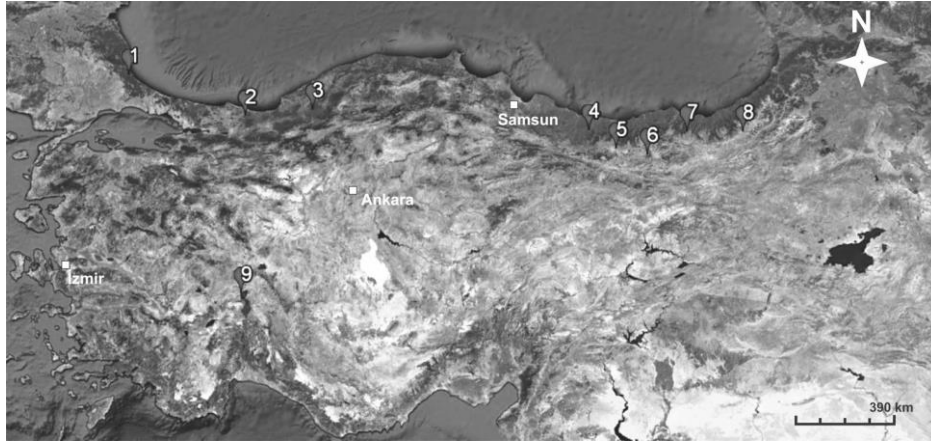


Figure 1 Turkey on the map of study areas, **1.** *Hyla orientalis* (İğne ada (Kırklareli)) **2.** *Bombina bombina* (Akgöl (Adapazarı)) **3.** *Bufo bufo* (Kabaca köyü (Zonguldak)) **4.** *Pelodytes caucasicus* (Trabzon Uzungöl)) **5.** *Rana dalmatina* (Uzungöl (Trabzon)) **6.** *Bufo verrucosissimus* (Uzungöl (Trabzon)) **7.** *Rana macrocnemis* (Uzungöl (Trabzon)) **8.** *Bufo variabilis* (Sahara (Artvin)) **9.** *Pelophylax caralitanus* (Eğirdir Gölü (Isparta)).

2.2. Preparation of Skin Secretion

The frogs were washed first with tap water for the first step in the experiment and then with distilled water. Skin secretion was taken from the dorsal skin with gentle transdermal electrical stimulation [19]. Secretions were washed from the skin using deionized water and collected solutions were held in 80°C water bath for 30 min and centrifuged at 5500 rev/min for 30 min. The precipitate which constitute in centrifugation was diluted with distilled water, 0.1 N HCl, 0.1 N NH₄OH and 1 M phosphate buffers (pH: 4 and pH: 7) was used in the experiments [20].

2.3. Test Microorganisms and Growth Conditions

Test microorganisms (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella thyphi*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans*) were used from the culture collection of Afyon Kocatepe University, Faculty of Science and Art, Biology Department, Afyonkarahisar/Turkey. Cultures of these bacteria were grown in nutrient broth (NB) at 37°C for 24 h [21].

2.4. Determination of Antimicrobial Activity

Agar-Disc Diffusion Method were carried out *in vitro* antimicrobial activity studies. For antimicrobial activity Nutrient agar (NA) was preferred as the most suitable medium. 20 µl extract was inoculated into a sterile 6 mm diameter disc [22]. The turbidity of bacterial suspension was adjusted according to Mcfarland Standard Tube (0.5) with physiologic serum and suspension of the tested microorganism was spread on the solid media plates. Filter paper discs placed on the inoculated plates. These plates,

were incubated at 37°C for 24 h for bacteria and, at 30°C for 24 h, for yeasts [23]. The diameters of the inhibition zones were measured in millimetres. All tests were performed in duplicate. In addition, the solvent was used as negative control. 0.1 N HCl, 0.1 N NH₄OH, 1 M phosphate buffers (pH: 4), 1 M phosphate buffers (pH:7) were used as positive controls. Experiments were repeated two times and results were evaluated as average values.

3. RESULTS

In this study, antimicrobial effects of prepared extracts on the tested microorganisms were determined by using different solvents. According to our findings, all the extracts were obtained from different amphibians, exhibit antimicrobial activity effects of different extracts were obtained from the skin secretions against bacteria and yeast cultures results are given in Table 1. Adult specimens of frogs of both sexes obtain from different regions in Turkey (Table 2).

In our results show that, The highest antibacterial effect showed by 0.1 N NH₄OH of *Bufo variabilis* extract against *Micrococcus luteus* (ATCC-9341). Extracts of *Bufo bufo* skin secretion exhibited no effects against *Pseudomonas aeruginosa* and *Micrococcus luteus*. However the highest antibacterial effect showed against *E.coli* (10,5-14mm inhibition zone).The more antibacterial effect showed by 0.1 N HCL and 1M phosphate buffers (pH 7) extracts of *Bufo variabilis* than 0.1 N NH₄OH extract and 1M phosphate buffers (pH 4). According to our findings, the highest antimicrobial activity was observed by 0.1 N HCl extract of *Rana dalmatina* and 1M phosphate buffers (pH 7) extracts of *Rana macrocnemis* against *Klepsiella pneumonia*.

Table 1 Antimicrobial activity effects of different extracts were obtained from the skin secretions against bacteria and yeast cultures.

Frog Samples	Test strains	Test strains										
		<i>S. typhimurium</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. cereus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>M. luteus</i>	<i>L. monoxytopenus</i>	<i>C. albicans</i>
Positive control	Sulbactam/ampicillin	9	25	6	9	20	12	13	10	17	10	6
	P10/Penicillin	6	7	6	6	6	20	22	10	6	6	6
	AM/Amikacin	6	6	6	6	6	21	23	21	6	6	6
Negative control	0.1 N HCl	6	6	10	6	6	6	7	13	11	6	6
	0.1 N NH ₄ OH	6	6	10	6	6	6	7	6	6	6	6
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	6	6	10	6	6	6	7	6	6	6	6
	1 M phosphate buffers (pH:7)	6	6	8	6	6	18	7	14	20	6	6
<i>Bombina bombina</i>	0.1 N HCl	13	13	12	12	10.5	11	11	11.5	12.5	9.5	12
	0.1 N NH ₄ OH	12.5	12.5	10.5	11	11	10	10	11	12	10	6
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	17	13.5	11	14.5	13	11.5	11	13	14	9.5	6
	1 M phosphate buffers (pH:7)	12.5	14	10	12.5	11.5	9.5	10	13.5	10.5	9.5	6

<i>Rana dalmatina</i>	0.1 N HCl	9.5	14.5	11	13	11	10	9.5	10.5	12	10.5	12
	0.1 N NH ₄ OH	6	6	11	6	10	6	6	6	6	6	9
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	6	6	11	6	6	6	6	6	6	9.5	6
	1 M phosphate buffers (pH:7)	7.5	14	10.5	10	9.5	9	10.5	10	6	11.5	8.5
<i>Rana macrocnemis</i>	0.1 N HCl	14	13.5	12	13.5	13.5	10.5	10.5	14.5	11	11	10.5
	0.1 N NH ₄ OH	12	13.5	13	12.5	6	14	11.5	13.5	12	7.5	6
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	9	10	9.5	6	6	11	6	9.5	6	6	6
	1 M phosphate buffers (pH:7)	12.5	14.5	11	12	13.5	8	9.5	9.5	6	8.5	6
<i>Bufo bufo</i>	0.1 N HCl	11.5	16	14	10.5	6	9	9	9	6	8.5	6
	0.1 N NH ₄ OH	9	12	11	9	6	6.5	10	7.5	6	8	6.5
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	6	6	11.5	6	6	8	6.5	6	6	6	8.5
	1 M phosphate buffers (pH:7)	9	6	10.5	9.5	-	8.5	8.5	8	6	9	9
<i>Bufo variabilis</i>	0.1 N HCl	11	11	10.5	11	12.5	11	11	9.5	15.5	9	12.5
	0.1 N NH ₄ OH	6	6	9	6	8.5	6	6	6	6	6	6
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	6	6	10	6	6	6	6	6	6	7.5	9
	1 M phosphate buffers (pH:7)	10	6	8.5	10	10	9	9	11.5	6	8	6
<i>Bufo verrucosissimus</i>	0.1 N HCl	8.5	11.5	11	12	12	9.5	9.5	10.5	10.5	12	11
	0.1 N NH ₄ OH	6	8	13.5	6	6	6	6	6	6	6	6
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	6	6	11.5	6	6	6	6	6	6	6	6
	1 M phosphate buffers (pH:7)	8.5	8	8	11	10	9.5	7.5	9.5	6	10	6
<i>Pelodytes caucasicus</i>	0.1 N HCl	9	11	10	11.5	10.5	9.5	10	10	11	10.5	10
	0.1 N NH ₄ OH	6	6	11.5	6	6	6	6	6	6	6	7
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	6	6	12	6	6	9	6	6	6	11	6
	1 M phosphate buffers (pH:7)	9.5	9.5	11.5	10	8.5	8.5	10	9.5	10	9.5	6.5
<i>Pelophylax ridibundus</i>	0.1 N HCl	11	6	6	10	6	8.5	8.5	9.5	7	12	6
	0.1 N NH ₄ OH	10	9	6	10	6	12	10	11	13.5	11	6
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	12	9	8	11.5	6	15	13.5	11.5	10.5	11	6.5
	1 M phosphate buffers (pH:7)	11	8	6	9.5	6	11	11	10.5	8.5	8	6
<i>Pelophylax caralitanus</i>	0.1 N HCl	9.5	10	11	11.5	12	9	9	9	12.5	10	11
	0.1 N NH ₄ OH	6	9	12.5	8	6	6	10	6	8.5	6	6
	1 M phosphate buffers (pH: 4)	6	6.5	12.5	6	6	6	8.5	6	6	7.5	6
	1 M phosphate buffers (pH:7)	10.5	6	10.5	11	10.5	10.5	9.5	11	10.5	9	6

Table 2 Adult specimens of frogs of both sexes obtain from different regions in Turkey.

No	Species	Region	Coordina	Altitude	N					Average
					1	2	3	4	5	
1	<i>Hyla orientalis</i>	İğne ada(Kırklareli)	41 11 13 40 59 19	39	36.88	37.6	-	-	-	37.24
2	<i>Bombina bombina</i>	Ak lake (Adapazarı)	40 52 36 30 26 02	39	37.3	37.6	36.34	-	-	37.08
3	<i>Bufo bufo</i>	Kabaca köyü (Zonguldak)	41 17 53	482	117.04	-	-	-	-	117.04
4	<i>Pelodytes caucasicus</i>	Uzun lake (Trabzon)	40 37 10 40 17 27	1164	52.28	47	42.3	43.26	44.6	45.888
5	<i>Rana dalmatina</i>	Uzun lake 1 (Trabzon)	40 35 27 40 20 45	1272	32	-	-	-	-	32
6	<i>Bufo verrucosissimus</i>	Uzun lake (Trabzon)	40 35 27 40 20 45	1272	94.6	69.34	69.29	68.68	66	73.582
7	<i>Rana macrocnemis</i>	Uzun lake (Trabzon)	40 34 38 40 23 47	1701	73.1	-	-	-	-	73.1
8	<i>Bufo variabilis</i>	Sahara (Artvin)	41 13 47 42 27 05	1876	71.88	-	-	-	-	71.88
9	<i>Pelophylax caralitanus</i>	Eğirdir lake (Isparta)	38 12 44 30 45 05	923	132	89.82	60.6	84.48	90.5	91.48

4. DISCUSSION

The skin of amphibians is an extraordinarily rich source of antimicrobial peptides (AMPs). The first AMP was detected in the skin of the European frog *Bombina variegata* 42 years ago [24]. Since that time, several hundreds of different antimicrobial peptides have been obtained from the skin of amphibians belonging to the families *Bombinatoridae*, *Hylidae*, *Hyperoliidae*, *Leiopelmatidae*, *Leptodactylidae*, *Myobatrachidae*, *Pipidae*, and *Ranidae* [28]. AMPs belong to a large group of linear amphipathic helical peptide which are cationic, containing a flexible number of positively charged residues and hydrophobic regions. These properties supply them with an ability to bind to membrane lipids and/or negatively charged molecules and disrupt the membrane structure (Rollins-Smith et al. 2005).

In general, the antimicrobial activity of frog skin peptides is determined with some bacterial and fungal strains. These include the Gram-negative *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*, the Gram-positive *Staphylococcus aureus*, and the yeast *Candida albicans* [24].

The antimicrobial activity of bombinin-like peptides or bombinins H obtain from *Bombina sp.* can be distinguished on the basis of their cytolytic properties. Bombinins were found to be active against Gram-positive [G(+)] (*Bacillus megaterium*, *Staphylococcus aureus*) and Gram-negative [G(-)] (*Escherichia coli*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Pseudomonas aeruginosa*) bacteria as well as against *Candida albicans* [25]. According to our findings, skin secretion from *Bombina bombina* was

observed antimicrobial activities against both G(-) and G(+) bacteria. The highest antibacterial effect showed by 1M phosphate buffer (pH4) of *Bombina bombina* skin extract against *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhimurium* (NRRLB-4420) and *Bacillus cereus* (ATCC-11778). Only 0.1N HCl extracts of skin secretions showed antiyeast effects. The results of our study are similar to the other literatures.

Dülger et al. [26] investigated antimicrobial activity of skin secretions from *Bufo viridis*. In this study, antimicrobial activity was determined with *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus cereus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococcus luteus*, *Candida albicans*, *Rhodotorula rubra*, and *Kluyveromyces fragilis*. Park et al. [27] report a novel antimicrobial peptide named buforin I and II purified from the stomach of *Bufo bufo gargarizans*, an Asian toad, which has been used as a wound-healing agent in traditional Korean medicine. Both buforin I and buforin II displayed strong antimicrobial activities against a broad spectrum of bacteria including, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Serratia* sp., *Pseudomonas putida*, and *Salmonella typhimurium*. Furthermore, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Cryptococcus neoformans* were also killed.

In our results show that, the highest antibacterial effect was observed by 0.1 N NH₄OH of *Bufo variabilis* extract against *Micrococcus luteus* (ATCC-9341). Extracts of *Bufo bufo* skin secretion exhibited no effects against *Pseudomonas aeruginosa* and *Micrococcus luteus*. However the highest antibacterial effect showed against *E.coli* (10,5-14mm inhibition zone).The more antibacterial effect showed by 0.1 N HCl and 1M phosphate buffers (pH7) extracts of *Bufo variabilis* than 0.1 N NH₄OH extract and 1M phosphate buffers (pH4).

Frogs which belong to family Ranidae represent a important source of antimicrobial peptides [28]. Çevikbas [29] reported that skin secretion of *Rana ridibunda* determines antibacterial activity at different levels. However, Afsar et al. [20] showed that, skin secretions of *Rana macrocnemis* against the yeast cultures show more antimicrobial activity than that of the bacterial cultures. According to our results, the highest antimicrobial activity was observed by 0.1 N HCl extract of *Rana dalmatina* and 1M phosphate buffers (pH7) extracts of *Rana macrocnemis* against *Klebsiella pneumoniae*. The highest antibacterial effect showed by 1M phosphate buffers (pH 7) *Rana dalmatina* extract against *Listeria monoaytopenus* (ATCC-7644); 0.1 N NH₄OH and 1M phosphate buffer (pH 7) of *Rana macrocnemis* skin extract against *Pseudomonas aeruginosa*. The highest antimicrobial activity was observed by 0.1 N HCl extract of *Ranamacrocnemis* skin extract against *Stapylocococcus aureus* (MRRL-B 767).1 M phosphate buffer (pH4) of *Pelophylax ridibunda* skinextract against *Bacillus subtilis* (NRS-744). Sensitivity of the microorganisms to the different agents changes from strain to strain [30]. According to our results, all the extracts of skin secretion, were obtained from different anurans, exhibit antimicrobial activity. The present study has demonstrated that antimicrobial activity of skin secretions of varies at both the generic and ecological.

In conclusion, amphibians are the first group of organism forming a connecting link between land and water. Moreover, they have to fight to adopt a different conditions of environment and laden with pathogenic microbes. Therefore, they were endowed with an excellent chemical defense system composed of pharmacological and antimicrobial peptides [31]. New peptides have been found that could inspire the design of substance prevent or treat infections. Peptide-based antibiotics are considered a potential solution to the growing problem of resistance to traditional antibiotics. In the development of AMPs as therapeutics, peptides obtained from amphibian skin and their synthetic analogues will play a very important role.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Project no. Tubitak 113Z139. Ethical endorsement was ratified by the Ethical Committee of Afyon Kocatepe University and the Turkish Department of Nature Conservation (Permit number, DKMP-51039719).

REFERENCES

- [1] Rollins-Smith, L. A., Doersam J. K., Longcore J. E., Taylor S. K., Shamblin J. C., Carey C. and Zasloff M. A., (2002), Antimicrobial peptide defenses against pathogens associated with global amphibian declines, *Developmental- Comparative Immunology*, 26(1), 63-72.
- [2] Clarke, B.T., (1997), The natural history of amphibian skin secretion, their normal functioning and potential medical applications, *Biological Reviews*, 72, 365-379.
- [3] Barra, D. and Simmaco. M., (1995), Amphibian skin: a promising resource for antimicrobial peptides, *Trends Biotechnology*, 13, 205- 209.
- [4] Guo, W., Ao, M., Li, W., Wang, J., Yu, L. and Naturforsch, Z., (2012), Major biological activities of the skin secretion of the chinese giant salamander, *Andrias davidianus*, *Zeitschrift für Naturforschung C. Journal of Biosciences*, 67, 86-92.
- [5] Gomes, A., Giri, B., Saha, A., Mishra, R., Dasgupta, S. C., Debnath, A. and Gomes, A., (2007), Bioactive molecules from amphibian skin: Their biological activities with reference to therapeutic potentials for possible drug development, *Indian Journal of Experimental Biology*, 45, 579-593.
- [6] Siano, A., Gatti, P. I., Imaz, M. S., Zerbini, E., Simonetta, A. C., Lajmanovich, R. and Tonarelli, G. G., (2014), A comparative study of the biological activity of skin and granular gland secretions of *Leptodactylus latrans* and *Hypsiboas pulchellus* from Argentina, *Records of Natural Products*, 8, 128-135.
- [7] Libério, M., Bastos, I. M. D., Junior, O. R. P., Fontes, W., Santana, J. M. and Mariana, S. C., (2014), The crude skin secretion of the pepper frog *Leptodactylus labyrinthicus* is rich in metallo and serine peptidases, *Plos one*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096893>.
- [8] Artika, I. M., Pinontoan, S. and Kusriani, M. D., (2015), Antibacterial activity of skin secretion of bleeding toad *Leptophryne cruentata* and Javan tree frog *Rhacophorus margaritifer*, *American Journal of Biochem Biotechnology*, 11(3), 127-131.
- [9] Stebbins, R. C. and Cohen, N. W., (1995), *A natural history of amphibians*, Princeton University Press, New Jersey.
- [10] Apponyi, M. A., Pukala, T. L., Brinkworth, C. S., Maselli, V. M., Bowie, J. H., Tyler, M. J., Booker, G. W., Wallace, J. C., Carver, J. A., Separovic, F., Doyle, J. and Llewellyn, L. E., (2004), Host-defence peptides of Australian anurans: structure, mechanism of action and evolutionary significance, *Peptides*, 25, 1035-1054.

- [11] Daly, J. W., Spande, T. F. and Garraffo, H. M., (2005), Alkaloids from amphibian skin: a tabulation of over eighthundred compounds, *Journal of Natural Products*, 68, 1556- 1575.
- [12] Giangaspero, A., Sandri, L. and Tossi, A., (2001), Amphipathic alpha helical antimicrobial peptides, *European Journal of Biochemistry*, 268, 5589- 5600.
- [13] Woodley, S. K., (2010), Pheromonal communication in amphibians, *Journal of Comparative Physiology A, Neuroethology, Sensory, Neural and Behavioral Physiology*, 196, 713-727.
- [14] Calderon, L. A., Silva, A. A. E., Ciancaglini, P. and Guerino, S. R., (2011), Antimicrobial peptides from *Phyllomedusa* frogs: from biomolecular diversity to potential nanotechnologic medical applications, *Amino Acids*, 40, 29-49.
- [15] Ueki, N., Someya, K., Matsuo, Y., Wakamatsu, K. and Mukai, H., (2007), Cryptides: functional cryptic peptides hidden in protein structures, *Biopolymers*, 88, 190-198.
- [16] Devine, D. A., (2003), Antimicrobial peptides in defence of the oral and respiratory tracts, *Molecular Immunology*, 40, 431-443.
- [17] Levy, O., (2004), Antimicrobial proteins and peptides: anti-infective molecules of mammalian leukocytes, *Journal of Leukocyte Biology*, 76, 909-25.
- [18] Marshall, S. H. and Arenas, G., (2003), Antimicrobial peptides: a natural alternative to chemical antibiotics and a potential for applied biotechnology, *Electronic Journal of Biotechnology*, 6, 271-84.
- [19] Zhou, M., Chen, T., Walker, B. and Shaw, C., (2006), Pelophylaxins: Novel antimicrobial peptide homologs from the skin secretion of the Fukien gold-striped pond frog, *Pelophylax plancyifukienensis* Identification by “shotgun” cDNA cloning and sequence analysis, *Peptides*, 27(1), 36-41.
- [20] Afsar, B., Afsar, M. and Kalyoncu, F., (2011), Antimicrobial activity in the skin secretion of brownfrog, *Rana macrocnemis* (Boulenger, 1885) collected from Turkey, *Scientific Research and Essays*, 6(5), 1001-1004.
- [21] Oskay, M. and Sari, D., (2007), Antimicrobial screening of some Turkish medicinal plants, *Pharmaceutical Biology*, 45, 176-181.
- [22] Solak, M. H., Kalmis, E., Saglam, H. and Kalyoncu, F., (2006), Antimicrobial activity of two wild mushrooms *Clitocybe alexandri* (Gill.) Konr. and *Rhizopogon roseolus* (Corda) T.M. Fries collected from Turkey, *Phytotherapy Research*, 20, 1085-1087.
- [23] Collins, C. M., Lyne, P. M. and Grange, J. M., (1989), *Microbiological Methods*, Six Edition, Butterworths & Co Ltd London, p. 416.
- [24] Rinaldi, A.C., (2002), Antimicrobial peptides from amphibian skin: an expanding scenario, *Current Opinion in Chemical Biology*, 6, 799-804.

- [25] Simmaco, M., Kreil, G., Barra D., (2009), Bombinins, antimicrobial peptides from *Bombina* species, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1788, 1551–1555.
- [26] Dülger, B., Ugurtas, I. H., Sevinc, M., (2004), Antimicrobial activity in the skin secretion of *Bufo viridis* (Laurenti, 1768), *Asiatic Herpetology Research*, 10, 161-163.
- [27] Park, C. B, Kim, M. S., Kim, S. C., (1996), A Novel Antimicrobial peptide from *Bufo bufo* gargarizans, *Biochemical and Biophysic Research Community*, 218, 408–413.
- [28] Conlon, J. M., (2008), Reflections on a systematic nomenclature for antimicrobial peptides from the skins of frogs of the family Ranidae, *Peptides*, 29, 1815–1819.
- [29] Cevikbas A., (1978), Antibacterial activity in the skin secretion of the frog *Rana ridibunda*, *Toxicon*, 16, 195-197.
- [30] Cetin, T. E., Gurler, N., (1989), Bakterilerin antibiyotiklere duyarlilik deneyinin yapılması, *Kukem*, 12, 2-5.
- [31] Boman, H. G., (1991), Antibacterial peptides: key components needed in immunity, *Cell*, 65(2), 205–207.

KÜTAHYA İLİNDE AKRABA EVLİLİĞİ SIKLIĞI VE SONUÇLARI

Hayri DAYIOĞLU¹, Ayhan YILMAZ², Elif BULUT³

- ¹Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, hayri.dayioglu@dpu.edu.tr,
ORCID: 0000-0002-9270-8561
- ²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, ayhan.yilmaz@dpu.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-0410-8687
- ³Fethi Güzen Özel Eğitim Uygulama Merkezi, Vefa Mahallesi, Alayunt Sokak, Kütahya, elif.bulut.33@hotmail.com,
ORCID: 0000-0003-2926-2242

Geliş Tarihi: 23.10.2018

Kabul Tarihi: 18.07.2019

ÖZ

Bu çalışmada, Kütahya ilinde akraba evliliği sıklığı ve bu evliliklerin konjenital malformasyonlar, kendiliğinden düşük ve ölü doğum ile ilişkisi araştırıldı. Araştırmaya Kütahya ilinde akraba evliliği yapan 300 kadın alınmıştır. Çalışma bulguları, kadınların tanıtıcı özelliklerinin ve araştırmanın bağımsız değişkenlerinin sorgulandığı soru formu ile araştırmacı tarafından yüz yüze görüşme tekniği kullanarak Haziran-Eylül 2017 tarihleri arasında toplanmıştır. Kadınların akraba evliliğini seçme nedenleri arasında %71,3 ailelerin karar vermesi (görücü usulü) ilk sıradadır. Araştırmaya alınan kadınların %62'sinin ilköğretim mezunu olduğu belirlenmiştir. Kütahya ilinde akraba evlilikleri içinde en sık olarak yarım yeğen evliliği %77,4 oranında belirlendi. Katılımcı kadınların %14,3'ü doğmadan önce çocuklarında doğumsal anomali olduğunu bilerek doğumlarını gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Kendi kan gruplarını ve eşlerinin kan gruplarını bilen katılımcı kadınların %4,3'ün de kan uyuşmazlığı tespit edilmiştir. Akraba evliliği yapmış ailelerde mental retardasyon ve psikiyatrik bozukluk, doğumsal defekt, yapısal anomali ve metabolik hastalıklar tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan kadınların %63'ünün düşük, %64,7'sinin ölü doğum yapmış olduğu saptanmıştır. Sağlık çalışanlarının akraba evliliği yapmış olan kadınların genetik danışmanlık hakkında bilgilendirmeleri ve yönlendirmeleri, akraba evliliğinin riskleri ve zararları konusunda halkın medya iletişim araçları ile aydınlatılması, kadınların akraba evliliği ile ilgili düşüncelerini inceleyen araştırmaların tekrar edilmesi önerilebilir.

Anahtar kelimeler: *Akraba evliliği, çocuk ölümü, doğumsal kusurlar, gebelik sonuçları*

THE FREQUENCY AND OUTCOMES OF CONSANGUINEOUS MARRIAGE IN THE PROVINCE OF KÜTAHYA

ABSTRACT

In these study, the research has been done on the frequency of consanguineous marriage and the relationships of these marriages with congenital malformations, spontaneous birth falls and child death in the province of Kütahya. In the study, 300 women who were married with consanguineous fashion

were included. The study results were collected by face to face interview technique by researcher between June- September 2017 by using survey form having introductory characteristics of these women and questioning independent survey variables. The arranged marriage by families among the selection of consanguineous marriage by women is the number one reason by 71.3% . It is determined that 62% of women joined these study had only primary school degree with no further education. It was found that half-cousine marriage with 77.4% was the most frequent consanguineous marriage in the province of Kütahya. It is discovered that 14.3% of women joined to our study carried at the birth even knowing before birth that their infort had congenital anomalies. The blood incompatibility was detected in 4.3% women who knew their own and their husband's blood group. Mental retardation, psychiatric anomaly, congenital defect, anatomical anomaly and metabolic disorders were detected in families who made consanguineous marriage 63% of them had birth falls and 64.7 % of them had child death during birth. We suggest that health service officers should inform and direct women had consanguineous marriage about genetic counseling, information of these families about the risks and harms of consanguineous marriage by communication media tools and repeat of researches investigating the thoughts of women about consanguineous marriage.

Keywords: *Child death, congenital defects, consanguineous marriage and pregnancy outcomes*

1. GİRİŞ

En az bir ortak ataya sahip kişiler arasında yapılan evliliklere akraba evliliği denir. Akrabalık evliliği derecesi yakınlık seviyesine bağlıdır. Amca, dayı, teyze, hala çocukları ile yapılan evlilikler medikal olarak çok tehlikeli olup akraba evlilikleri içerisinde çok fazla rastlanılmaktadır. X'e bağlı resesif veya otozomal baskın hastalıklar bireylerde görülmedikçe ya da eşlerde taşıyıcılık olmadıkça akraba evliliği, sağlıklı çocuk doğurma riski üzerinde etkisiz olacaktır. Fakat ailede var olan resesif-otozomal ve poligenik kalıtmalı hastalıkların varlığında, hasta birey doğurma riski yükselecektir [1]. Akraba evlilikleri, bireylerde varlığı tespit edilen kalıtsal hastalıklar olmasa dahi malformasyonların ve bebek ölümlerinin fazla olmasına etken olabilir. Bu durum enest durumunda çok açık bir şekilde görülürken yakın akrabalar için de söz konusu olabilmektedir [2]. Akraba evlilikleri gelişmemiş ülkelerde ve yörelerde, sosyal, ekonomik, kültürel koşulların bozuk olduğu ortamlarda daha yüksek oranlarda görüldüğünden ortaya çıkan sonuçlarda hangi faktörün etkisinin belirleyici olduğunun tam olarak ayırt edilemeyeceği görüşünü ileri sürülmüştür [3] ve [4].

Kalıtsal bilgileri aktaran kromozomlarda yapısal ve sayısal bozukluklar gen diziliminde hatalara ve pek çok hastalığa neden olur. Bu hastalıklar: Tek gen hastalıkları, Çok gen hastalıkları ve Kromozomal hastalıklardır. Mutant genlerin baskın kalıtım göstermesi heterozigot olan bireylerde hasar ya da hastalık oluşmasına neden olur. Yani mutant allel bakımından homozigotlarında ve heterozigotlarında eş fenotip görülüp görülmemesine bakılmadan, heterozigotlar da görülen rastgele bir fenotip baskın sayılır. Mutant gen resesif olduğun da, heterozigot bireyde tesir oluşturmaz. Resesif ve baskın kalıtım arasındaki ayırım genellikle net olarak yapılamamaktadır. Aileye baskın bir şekilde katılan rastgele hastalık, hastalığın oluşmasındaki geninde baskın kalıtıma sahipliğini ifade eder. Bu tarz bireylerde alakalı geni bulunduranlar hasta konumundadır. Bu bireyler hastalık genini ebeveynlerinden almışlardır. Otozomal baskın özellik gösteren hasarlı genler popülasyonlar da nadir görülürler. Otozomal resesif hastalıklar, otozomal dominant hastalıklar arasında ağır görülür. Böyle bir gene sahip bir kişiyle doğal bir kişinin evlenmesiyle dünyaya gelecek bebeklerin yarısının cinsiyetleri ve sağlığı hakkında bir ayırım yapılamazken, taşıyıcı olan iki bireyin evlenmesiyle dünyaya gelecek bebeklerin dörtte üçünde hastalık görüleceği ayırımı yapılabilmektedir. Homozigot mutant olan iki bireyin evlenmesiyle, dünyaya gelecek

bebeklerinin tümü hastalıklı doğacaktır. Otozomal baskın kalıtım da hastalıklar nesilden nesile geçmez. Hastalığı taşıyan kişilerin ebeveynleri de hastalıktır. Otozomal baskın kalıtlı hastalıklar örneğin; ‘Von Willebrand hastalığı’, ‘erişkin polikistik böbrek hastalığı’, ‘Huntington köresi’, ‘dominant otoskleroz’, ‘familiyal hiperkolesterolemi’ gösterilebilir [1].

Otozomal resesif hastalıklar yalnızca iki mutant alleli olan ve normal alleli olmayan homozigotlarda gözlenir. Hastalıklı bireyler, babalarından ve annelerinden tek tek mutant genleri alır. Zararlı genlerin fazlalığı toplumlarda az düzeydedir. Neredeyse bütün homozigot hastalığı olan bireyler, iki heterozigotun evlenmesi sonucu dünyaya gelir. Bundan dolayı bir mutant gen için ebeveynleri taşıyıcı olan bebeklerin her biri dörtte bir ihtimalle homozigot mutant olur ve mutant fenotip görülür. Hastalık, çoğunlukla heterozigot bireylerin evlenmesiyle doğacak bebeklerde meydana geldiğinden otozomal resesif gen homozigot duruma dönüşmeden nesiller boyunca aktarılabilir. Otozomal resesif genler nakledicileri tıbbi açıdan tanınmasalar da homozigot olarak etki görmüş bireylerden önce saptanırlar. Otozomal resesif bozukluklar ebeveynlerin her ikisinden de geçeceği için bebeğin rastgele bir taşıyıcıdan etkilenmesi riski, kısmi olarak eşinin de otozomal resesif hastalıklar açısından hastalığı taşıyıp taşımadığına bağlıdır. Akraba evlilikleri, ender görülen otozomal resesif hastalıkların görülme oranını yükseltmektedir. Çok karşılaşılan otozomal resesif hastalıkları şunlardır; ‘Kistik fibrozis’, ‘fenilketonüri’, ‘spinal müsküler atrofi’, ‘resesif körlük’, ‘adrenogenital sendrom’, ‘mukopolisakkaridozlar’, ‘resesif mental retardasyon’, ‘konjenital sağırılık’tır [1].

İki ya da ikiden çok gen çifti fenotip üstünde soy çekimi etkisi oluşturur. Her gen lokusu, ilaveli ya da ilavesiz allel tarafından kuşatılmış olabilir. Bir özelliği denetleyen genler ciddi fenotipik varyasyon oluştururlar. Her lokustaki ilaveli allelin etkisinin toplamı, azda olsa da diğer gen bölgelerindeki bütün ilaveli genlerinkine hemen hemen eşittir. Multifaktöriyel kalıtım, Mendel kurallarına göre yayılış göstermeyen kalıttır. Multifaktöriyel genetik varyasyon ve çevresel faktörlerden etkilenebilir. Fakat genetik ve doğal etmenleri ayırmak mümkün değildir. Multifaktöriyel özelliklerin analizleri için toplumlardaki birçok bireyin incelenmesini gerektirir [5]. İnsanlarda kantitatif özellikler zihin gelişimi, boy, bazı konjenital yapı kusurlarını içine alır. Genelde intrauterin yaşamın ilk üç ayında görülen konjenital anomalilere, çevresel ya da genetik faktörlere (teratojenler) neden olabilir. Poligenik ya da multifaktöriyel kalıtlı hastalıkların toplumda görülme olasılığı küçümsenmemelidir. Bu tarz ailelere, Mendeliyen kalıtım gösteren hastalıklara göre genetik danışmanlık hizmeti sunulmalıdır. Bu tip hastalık riskleri, Mendeliyen kalıtımda bilinen ortalama olasılıklardır [5]. Yaklaşık olarak 200 yeni doğanda bir görülen sayısal kromozom anomalileri de en fazla mayoz bölünme mekanizmasındaki aksaklık yüzünden gametlere normal olmayan bir kromozom dağılımından meydana geldiği düşünülmektedir [6]. Bu zamana kadar yüz den fazla değişik kromozomal sendrom bildirilmiş ve yeni doğanların hemen hemen %3-10’unda ya da daha fazlasında major fiziksel anomaliye denk gelinmiştir ve kromozom anomalisi %0,6’ dır [7]. Kendiliğinden doğal olarak zorlamadan meydana gelen düşüklerin %50-60’ı ve ölü doğumların ise %6’sı doğumsal kusurlar sebebiyle meydana gelmektedir [8]. Düşük olayları üzerindeki araştırmalarda kromozom trizomileri olarak X monozomi ve triploidisi, 13., 16., 18. ve 21. kromozomların triploidleri olgularda sıklıkla ortaya çıkar ve bunları yapısal ve tetraploidi kromozom kusurlarının izlediği görülmektedir [9]. Yapısal ve yeniden düzenlenmelerde, anormal kombinasyonlarda, yeni oluşumlarda kromozom kırıkları etkindir. Kırılmalar, hiçbir neden olmadan kendiliğinden olabileceği gibi bu kırılmalara viral enfeksiyonlar, bazı kimyasallar, iyonize radyasyonlar v.b. dış faktörler de neden olabilir. Çoğunlukla dört çeşit mutasyonu gözlenir; inversiyonlar, translokasyonlar, delesyonlar ve duplikasyonlar’dır. Yapısal aberasyon, eksik ya da fazla materyal varsa dengesiz kromozom materyali normal sayısından oluşuyorsa dengeli diye adlandırılır. Dengesiz yeniden düzenlenmelerde delesyon, duplikasyon ve ikisinin etkisiyle fenotipin normal olmaması durumudur.

Dengesiz yeniden düzenlenmelerin büyük bir bölümü kromozomların telomer kısımlarıyla alakalı değişimlerdir. Böyle durumlar çoğunlukla idiyopatik mental retardasyon oluşmasına neden olur. Böyle hastaların oranı küçük delesyonlar, duplikasyonlar ve translokasyonlar olarak saptanmaktadır [5].

Toplumların temelini oluşturan aile türleri 3 başlık altında gruplanabilir: Ebeveynler-evlatlar, evlatların eş ve çocuklarını, ebeveynlerden birinin kardeşleriyle, kardeşlerinin eş ve evlatlarını kapsayan sosyal gruba geniş aile denir. Birden çok ailenin yer aldığı geniş aile içerisinde 3 farklı aile şekli vardır [10]: Ataerkil geniş aile, Bileşik geniş aile, Kök geniş aile. Çekirdek Aile, ebeveynler ve evlilik yapmamış evlatların oluşturduğu en küçük aile grubudur. Gelişmiş topluluklar da ideal aile türü olarak kabul edilmektedir [11]. Parçalanmış Aile, ayrı yaşama, vefat, ayrılma ve benzeri sebeplerle eşlerden her ikisi ya da birisinin yer almadığı aile türüne denilmektedir. Gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda elde edilen bulgular; ülkemizde son zamanlarda çekirdek aile oranının arttığını, geniş aile oranına git gide azaldığını, parçalanmış aile oranının istikrarlı olarak arttığını belirtmektedir [10]. Evlilik, aile, akrabalık gibi terimler toplumun kültürel devamlılığı için önemlidir. Evlilik Çeşitleri, Exogamy, Monogamy, Polygamy (Polygany, Polygandry), Grup Evlenmesi, Diğer Evlenme Biçimleri (Satış Evlenmesi, Değiş-Tokuşla Evlenme=Berdel Usulü, Kaçırma, Hizmet Karşılığı Evlenme, Beşik Kertmesi, Sorarat=Baldızla evlilik, Levirat=Kayınla Evlilik, Tay Geldi Evlenme) [11].

Popülasyon genetiğinin de akrabalığı sınıflarken bir atadan alınan genlerden aralarında kan bağı olan iki kişide ortak olanların oranına korelasyon denir. Korelasyon katsayısı "r" ile gösterilir. "r" değeri +1 ve -1 değerleri arasında değişiklik gösterir. Bu değer 0 ise bağıntının yok olduğunu, +1 ise tam bağıntı olduğunu, -1 ise negatif bağıntı olduğunu göstergesidir [12]. Aile bireyleri arasındaki korelasyon katsayıları şu şekildedir: Tek Yumurta İkizi için 1,00, Çift Yumurta İkizi 0,50, Kardeş- kardeş 0,50, Anne- baba- çocuk 0,50 ve Karı-Koca (anne- baba) için ise 0,00'dır. İki bireyde aynı atadan gelen aynı genlerin oranına akrabalık katsayısı denir. Bir ailede otozomal resesif bir özelliğin tekrarlama riskini saptamaya yarar. Akrabalık katsayısı şu formül ile hesaplanır: $r = (1/2)^n$, n= ortak ataya sahip iki bireyin soy ağacındaki aralarında olan basamak değeridir. Birden çok ortak ata olması durumunda son "r" değerini belirlemek için diğerlerinin de katsayısı ilave edilir [12]. Farklı akrabalık ölçütlerine göre akrabalık katsayıları (r) aşağıdaki gibidir: Ebeveyn-çocuk için 1/2, Kardeş-kardeş 1/2, Yarım yeğen 1/4, 1. kuzen 1/8, 1,5 yeğen 1/16, 2. Yeğen 1/32, 2,5 yeğen 1/64 ve 3. yeğen için ise 1/128'dir. Soyluluk katsayısı bir bireyin bir çift allelinin ikisini birden aynı atadan alması olasılığının oranını hesaplamamıza yarar. Soyluluk katsayısı şu formül ile hesaplanır [12]: $F = r/2$. Değişik akrabalık ölçütleri için soyluluk katsayıları (F) şu şekildedir: Ebeveyn-çocuk için 1/4 = 0,25000, Kardeş-kardeş 1/4 = 0,25000, TY ikizleri çocukları 1/8 = 0,2500, Yarım yeğenler 1/8 = 0,12500, Çifte birinci yeğenler 1/8 = 0,12500, 1. Kuzenler 1/16 = 0,06250, 1,5 yeğenler 1/32 = 0,03125, 2. kuzenler 1/64 = 0,01563, 2,5 yeğenler 1/128 = 0,00781, 3. kuzenler için ise 1/256 = 0,00391'dir. Ortalama soyluluk katsayısı (a) ise gözlenen tüm evliliklerin toplam sayısına bağlı, bireysel soyluluk katsayısına göre popülasyonda ki bütün soy yakını evliliklerinin ağırlıklı ortalaması olup şu şekilde ile hesaplanır: $a = 1/N \times \Sigma (FX_n)$. a: Ortalama soyluluk katsayısı, N: Gözlenen toplam evlilik sayısı, F: Bireysel soyluluk katsayısı, n: Herhangi bir derecedeki akraba evliliği sayısıdır. Popülasyonlar da soy yakını evliliğinin yoğunluğunu hesaplamak için en çok soyluluk katsayısı ve ortalama soyluluk katsayısı tercih edilmektedir. Soyluluk katsayısı coğrafi, dini ve etnik bakımdan küçük ve izole olan popülasyonlarda yüksek seviyededir [12].

Türkiye İstatistik Kurumu 2016 aile istatistiklerine göre Türkiye'de akraba evliliği oranı %23,2 olarak tespit edilmiştir. Bazı ülkelerde akraba evliliği oranları şöyledir; Hindistan ve İran'da %40, Mısır'da %30, Belçika'da %5, Japonya ve Çin'de %3, Fransa'da %1, İsveç'te %0,9 ve Hollanda'da %0,36'dır [13]. Akraba evliliğinin fazla görüldüğü ülkelerdeki araştırmalarda, akraba evliliklerinin daha çok

birinci dereceden akrabalar arasında kırsal kesimlerde yaygın olduğu görülmüştür. Akraba evliliği oranı Birleşik Arap Emirlikleri'nde %50 olup birinci derece akraba evliliği oranı ise %26 olarak bulunmuştur [14]. Ürdün'de yapılmış bir araştırmada akraba evliliği oranı %51 ve birinci derece akraba evliliği oranı %33 bulunmuştur [15]. Pakistan'da akraba evliliği oranı %50 iken kırsal kesimlerde bu oran %62'ye ulaşmıştır [16]. Pakistan da akraba evliliği sebepleri hakkında gerçekleştirilen araştırmalarda kültürel, din, ekonomi nedenlerden dolayı insanların akraba evliliğini tercih ettikleri tespit edilmiştir. Müslümanların dini geleneklerinden dolayı bu tarz evlilikleri tercih ettikleri görülmüştür [17]. Yemen'de %44 oranında gözlenen akraba evlilikleri %70 oranında birinci derece akraba evlilikleridir [18]. Akraba evliliği konusunda Dünya üzerinde yapılan araştırmalarda akraba evliliği sıklığıyla; kadının eğitim düzeyinin, mesleğinin, ekonomik durumunun, evlilik yaşının ilişkili olduğu belirlenmiştir [19].

Soy yakını evlilikler homozigotluğu artırıp heterozigotluğu azaltır. Yani heterozigotluk rastgele eşleşmedekinden daha düşük bir orana iner. Otozomal resesif hastalıklardan sorumlu olan mutant allellerin çoğu homozigotların yerine nakledici kişilerdedir. Mutant alleller, ailelerde kuşaklar boyunca homozigot şekilde görülmeden nakledilebilirler. Nakledici olan birey aynı lokusta mutant bir allel taşıyan kişiyle evlenmesi bu iki zararlı allelin çocuklardan birisine geçene kadar gizlenmiş resesif genler ortaya çıkmaz. Soy yakını evliliklerden dünyaya gelen çocukların araştırılmasıyla; kolay tanınan ve iyi bilinen otozomal resesif hastalıklar için insanların 8-10 tane mutant allelin nakledicisi olduğu gözlenmiştir. Tesadüfen nakledici olan, iki kişinin evlenmesi otozomal resesif hastalığı olan bireylerin toplum içerisinde görülme oranını artırır. Birinci derece kuzen evliliklerinde genlerin 1/8'i paylaşıldığından otozomal resesif hastalıkların görülme riski %3'tür. Ebeveynleri akraba olmayan çocuklarda bu oran %2'dir. Bir ortamda 50 kişiden biri otozomal resesif bozukluğa neden olan genlerden birini taşıyorsa, bu gen için heterozigot olan birey ortamda kendisiyle arasında kan bağı bulunmayan bir bireyle rastgele evlendiğinde seçilen eşin heterozigotluk şansı 1/50 'dir. Aynı heterozigot birey, kuzenlerinden biri ile evlenirse, bu kişinin heterozigot olma ihtimali 1/8 olur ve bu durum büyük risk taşır. Bundan dolayı otozomal resesif kalıtım bakımından hasta olan çocukların ebeveynleri yüksek ihtimalle akrabadır [2] ve [20]. Soy yakını evlilikler, semiletal genlerle letal genler açısından heterozigot kişilerin bir araya gelmeleriyle letal genler açısından homozigot oluşma ihtimalini de yükseltir. Soy yakınlığına göre multifaktöriyel hastalıklar çeşitlilik gösterir. Soy yakınlığı yükseldikçe, hastalığın ortaya çıkma sıklığı da yükselmektedir. Soy yakınlığının ölçülmesi tıbbi genetik ile alakalıdır; bunun nedeni sık görülmeyen bir resesif allel için çocuğun homozigot olma riski ebeveynlerin soylarının ne derece yakın olduğuyla alakalıdır. 1.derece kuzen evliliklerinde ölü doğum, yeni doğan döneminde ölüm ve anomalili çocuk riski %3-5'tir, aralarında akrabalık bulunmayan bir çiftin doğacak çocuğunda bu risk % 2-3 olup yaklaşık olarak iki katı kadardır. 3. derece kuzenler ya da daha uzak akrabalık genetik açıdan önemli sayılmayıp anormal çocuk riskindeki artış görmezden gelinebilir. Poligenik hastalığa sahip kişinin, 1. derece akrabasıyla evlendikten sonra hastalığın tekrar etme riski tahmin edilebilirken, iki ve ya üç birinci derece akrabasıyla evlenmesiyle sonraki doğumlarda tekrarlama riskini tahmin etmek daha zordur [1]. Gelişmiş ülkelerde yapılan araştırmalar, bütün gebeliklerin %15'inin 12. gebelik haftasından önce kendiliğinden düşükle sonuçlandığını saptamıştır. Bu olayların %80-85'inin yapısal anomali öyküsü vardır. Monozomi, triploidi, trizomi benzeri kromozom anomalileri gebeliğin ilk üç ayında kendiliğinden düşüklerin %50'sin de etkilidir. Tüm perinatal ölümlerin %25-30'u yapısal anomalilerin sonucudur. Yaklaşık olarak %80'i genetik faktörler sebebiyle meydana gelirken çevresel faktörlerinde rolü vardır. Yaşamın ilk yıllarında ölümlerin %25'ine major yapısal anomaliler sebep olurken sonraki senelerde (1-10) bu oran, %20'ye inmektedir [20].

Endometrium maturasyonunun çeşitli endokrin bozukluklar sonucu yetersiz olması, radyasyon, viral ve kimyasal ajanlar, implantasyonlar, erken dönemde fetal beslenmenin bozulması, tubal ve uterin peristaltizmin hormonal kontrolünün olmaması gebeliğin seyrini olumsuz yönde etkiler. Bu faktörler hem düşükle hem de malformasyonlarla sonuçlanabilir. Annenin düzensiz beslenmesi, alkol ve sigara kullanması, serviks ve uterus anormallikleri, eşi ile olan immünolojik uygunsuzlukları, travmalar, psikolojik bozukluklar, kronik hastalıklar da düşüğe neden olabilir. WHO tanımına göre; 20. haftadan sonra olan bebek kayıplarına ölü doğum denmekte olup, % 40'ının da nedeni bulunmamaktadır. Anne ile bebek arasında madde alışverişinin yetersiz olduğunda ya da zorlaştığında bebeğin intrauterin gelişmesi yavaşlar, giderek durur ve bebek ölümü gerçekleşir. Plasenta yetersizliği etyolojik faktörlerin başında gelir ve kordon komplikasyonları, annenin ağır dekompanse, kalp hastalıkları, ağır anemisi, tirotoksikoza yanında intrauterin enfeksiyonlar (toksoplazmosis, listeriosis), fetomaternal transfüzyon, kan uyumsuzlukları, ağır malformasyonlar, gebelik toksemisi, hipertansiyon, kronik nefrit, diyabet, kan grup uyumsuzluğu, plasentanın erken ayrılması, plasenta previa gibi etkenlerde ölü doğumlara neden olurlar. [12]'in Sivas da ki araştırmasında, akraba evliliğini tercih edenlerde ölü doğum oranını %12,8 tercih etmeyenlerde bu oranın %0,9 olarak saptanmıştır. [21]'in Elazığ ilinde yaptığı araştırmasında, akraba evliliğini tercih edenlerde ölü doğum oranını %2,64 tercih etmeyenlerde bu oranı %2,12 olarak saptamıştır. Ölü doğumlarda olduğu gibi çocuk ölümlerinde de resesif hastalıkların ya da malformasyonların gibi multifaktöriyel faktörlerin sebep olabileceği düşünülmektedir. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü'nün 1983 Türkiye Aile Sağlığı, Doğurganlık, Kontraseptif Kullanma araştırmasında da sosyoekonomik faktörlerin bebek ölümleri üzerindeki etkisi araştırılarak akraba evlilikleri sonucunda bebek ölümlerinin daha fazla olduğu saptanmıştır. Batı Anadolu'da soy yakını evliliklerden dünyaya gelen ve gelmeyen çocuk ölümleri arasında çok büyük bir fark gözlenmiş, bu fark doğuya doğru gidildikçe düşmüş, Doğu Anadolu da ise fark gözlenmemiştir. Doğuda sosyoekonomik koşulların bozulmasının da bebek ölümlerinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Kırsal kesimlerde ve kentsel bölgelerde bebek ölümlerinin soy yakını evliliklerde daha fazla olduğu tespit edilmiş ve kentte net olarak görülebilen farkın kırsal kesimde azaldığı saptanmıştır [22].

TNSA (Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması); akraba evliliğinin doğurganlığı önemli ölçüde etkilediğini, akraba evliliği yapan bireylerin diğer bireylere göre daha sık doğum yaptıkları saptanmıştır. İlk defa evlenen bireylerde akraba evliliği süresinin artması, doğurganlık hızını da arttırmıştır. Evliliklerinin ilk 5 yılında olan kadınların doğurganlık hızları 2,23 iken, evlilik süresi 5-9 yıl olan kadınların doğurganlık hızı 0,9, evlilik süresi 10-14 yıl olan kadınların ise doğurganlık hızlarının 0,95 olduğu saptanmıştır [23] ve [24]. [25]'in Ankara da yapmış olduğu araştırmasında kadının eşiyle olan soy yakınlığı derecesini ve kadının evlenme yaşını karşılaştırmış; ortalama evlilik yaşının, 1. derece soy yakını evliliklerde 17,5 yaş, 2. Derece soy yakını evliliklerde 19,2 yaş ve aralarında kan bağı olmayan çiftlerde 18,8 yaş olarak hesaplanmıştır. 1. derece akraba evliliklerinde ilk çocuk doğana kadar geçen sürenin daha fazla olmasına rağmen doğumlar arasındaki sürenin daha kısa olduğu gözlenmiştir. [21]'in Elazığ da ki araştırmasında; akraba evliliğinin sterilite üzerine etkisini incelenmiş ve sterilite oranın soy yakını evliliklerde %4,46, soy yakını olmayan evliliklerde ise %2,36 olduğunu gözlemlemiştir. Araştırmamız Kütahya ilinde akraba evliliği sıklığı ve sonuçları, kişileri soy yakını evliliklere yönelten nedenler, bu evliliklerin ölü doğum, kendiliğinden düşük, konjenital malformasyonlar ve diğer kalıtsal hastalıklarla olan ilişkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Kütahya popülasyonunda akraba evliliği sıklığı ve sonuçlarını saptama nedeniyle yapılmış ve araştırma verileri 2017 yılında toplanmıştır. Bu çalışmada deneklerin seçilebilmesi için Kütahya il, merkez, köy ve ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma evreni Kütahya ilinde yaşayan akraba evliliği yapmış rastgele seçilen 300 kadın örnekleme alınarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya alma ölçütleri; Kütahya ilinde yaşayan akraba evliliği yapmış kadın olmak ve kendi isteğiyle araştırmaya katılmak. Kadımlarla hanelerinde yüz yüze görüşülerek 19 soruluk bir anket formu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm anketler araştırmacı tarafından anket formuna işlenmiştir. Kütahya il, ilçe, köy ve merkezinde akraba evliliği yapmış ve araştırmaya katılmayı gönüllü olarak kabul etmiş kadınlardan oluşmaktadır. Yüz yüze görüşme yöntemiyle anket formları doldurulmuştur. Anket formunu doldurmak yaklaşık olarak 15 dakika sürmüş ve veri toplama işlemi Haziran-Eylül 2017 tarihleri arasında uygulanmıştır. Toplanan veriler bilgisayar programı (SPSS) aracılığıyla değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistik olarak frekans ve yüzde kullanılmıştır.

Kütahya ilinde akraba evliliği sıklığı ve sonuçlarına yönelik anket sorularımız şöyle sıralanmaktadır: 1. Cinsiyetiniz 2. Yaşınız: 3. Öğrenim durumunuz: 4. Doğum yeriniz: 5. Etnik kökeniniz 6. Evlilik yaşı: Eşinizin evlilik yaşı: 7. Kan grubunuz: Eşinizin kan grubu: 8. Eşinizin öğrenim durumu: 9. Eşiniz neyiniz olur? Akraba evliliği yapmanızın nedeni nedir? 10. Erken yaşta evlendiğimi düşünüyorum. Nedeni? Geç yaşta evlendiğimi düşünüyorum. Nedeni? 11. Kaç çocuğunuz var: Çocuklarınızın öğrenim durumu: 12. Yaşamınız boyu sizi etkileyen bir hastalığınız var mı? Varsa bu hastalık için devamlı kullandığınız ilaç var mı? 13. Çocuğunuzun (çocuklarınızın) doğduğu ortamı işaretleyiniz. 14. Ölü doğum yaptınız mı? Yaptıysanız kaç defa ve kaçınıcı çocuğunuz (çocuklarınız) da. 15. Düşük yaptınız mı? Yaptıysanız kaç defa ve kaçınıcı çocuğunuz (çocuklarınız) da. 16. Çocuğunuzun(çocuklarınızın) doğmadan önce herhangi bir hastalığı olduğunu öğrendiniz mi? 17. Özel eğitime ihtiyaç duyan (zihinsel, bedensel, ruhsal vb. engeli olan) çocuğunuz (çocuklarınız) var mı? 18. Sülalenizde aşağıdaki evliliklerden hangileri gerçekleştirilmiştir. 19. Evliliğiniz de; Tek eşle evlilik mi yaptınız? Çok eşle evlilik mi yaptınız? Erkeğin ailesinin yanına mı yerleştiniz? Ayrı eve mi yerleştiniz? Anne soyunun devamlılığı için mi evlendiniz? Baba soyunun devamlılığı için mi evlendiniz? Ana baba soyu eşit olması için mi evlendiniz? Miras bölüşümü için mi evlendiniz? Evde erkek otoritesi üstünlüğü daha mı fazla? Evde kadın otoritesi üstünlüğü daha mı fazla? Otoritenin eşit üstünlüğü mü var?

3. BULGULAR

Kütahya il, ilçe, köy ve merkezinde akraba evliliği yapmış 300 kadının incelemesiyle yapılan araştırma da akraba evliliği sıklığı ve sonuçları araştırılmıştır. Katılımcıların akraba evliliğini seçme nedenleri, akraba evliliğiyle ilgili görüşleri ve tutumları, sosyal ve demografik özellikleri, ölü doğum ve düşükler, doğumsal anomolili çocukların sorgulanmasına ilişkin bilgiler elde etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çizelge 1a ve 1b'de katılımcıların sosyal ve demografik özellikleri (n=300), çizelge 2'de katılımcı kadınların tanıtıcı özellikleri (n=300), çizelge 3.'de katılımcıların akraba evliliğini tercih etme nedenleri (n=300), çizelge 4.'de akraba evliliğinin ölü doğum ve düşük ilişkisi, çizelge 5.'de katılımcı kadınların yaşayan çocuk sayısı ve çocukların öğrenim durumları, çizelge 6.'da eş yakınlığı, çizelge 7.'de akraba evliliği yapan eşlerin kan grupları, çizelge 8.'de yaşam boyu hastalık ve ilaç kullanımı, çizelge 9.'da akraba evliliği yapmış bireyler de kan uyumsuzluğu, çizelge 10.'da doğmadan önce hastalığı öğrenilen çocukların sayısı ve cinsiyetleri ve çizelge 11.'de ise özel eğitim ihtiyacı, çocuk sayısı ve cinsiyet verileri görülmektedir.

Çizelge 1a. Kadın katılımcıların sosyal ve demografik özellikleri (n=300).

Sosyo/demografik Özellikler	Kadın	
	n	%
Yaş		
19-27	26	8,7
28-36	50	16,7
37-45	63	21,2
46-57	82	27,3
55-67	52	17,3
68-76	19	6,3
77-85	8	2,6
Eğitim Durumu		
Okur-yazar	23	7,7
İlköğretim	186	62
Ortaöğretim	52	17,3
Lise	29	9,7
Ön Lisans	2	0,7
Yüksek Lisans	1	0,3
Okuma yazma bilmeyen	7	2,3
İlk Evlilik Yaşları		
11-19	109	36,3
20-28	163	54,4
29-37	18	6
38-46	8	2,6
47-55	2	0,6
Doğum Yerleri		
Kütahya	280	93,3
Ankara	6	2
Manisa	5	1,7
Yozgat	1	0,3
Kayseri	3	1

Eskişehir	2	0,7
Denizli	2	0,7
Samsun	1	0,3
Etnik Kökenleri		
Türk	293	97,7
Bulgar göçmeni	7	2,3

Çizelge 1b. Erkek katılımcıların sosyal ve demografik özellikleri (n=300).

Sosyo/demografik Özellikler	Erkek	
	n	%
Yaş		
19-27	-	-
28-36	-	-
37-45	-	-
46-57	-	-
55-67	-	-
68-76	-	-
77-85	-	-
Eğitim Durumu		
Okur-yazar	18	6
İlköğretim	148	49,3
Ortaöğretim	73	24,3
Lise	41	13,7
Ön Lisans	12	4
Yüksek Lisans	8	2,7
Okuma yazma bilmeyen	-	-
İlk Evlilik Yaşları		
11-19	237	79
20-28	51	17
29-37	6	2
38-46	6	2
47-55	-	-
Doğum Yerleri		
Kütahya	-	-
Ankara	-	-
Manisa	-	-
Yozgat	-	-
Kayseri	-	-
Eskişehir	-	-
Denizli	-	-
Samsun	-	-
Etnik Kökenleri		
Türk	-	-
Bulgar göçmeni	-	-

Çizelge 2. Katılımcı kadınların tanıtıcı özellikleri (n=300).

Evliliğinizde;	n		%	
	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Tek eşle evlilik	291	9	97	3
Çok eşle evlilik	9	291	3	97
Erkeğin ailesinin yanına yerleştik	252	48	84	16
Ayrı eve yerleştik	49	251	16,3	83,7
Anne soyunun devamlılığı için evlendim	123	177	41	59
Baba soyunun devamlılığı için evlendim	135	165	45	55
Anne baba soyu eşitliği için evlendim	44	256	14,7	85,3
Miras bölünmemesi için	40	260	13,3	86,7
Evde erkek otoritesi var	156	144	52	48
Kadın otorite var	22	278	7,3	92,7
Otorite eşitliği var	121	179	40,3	59,7

Çizelge 3. Katılımcıların akraba evliliğini tercih etme nedenleri (n=300).

Akraba evliliği yapma nedenleri	n	%
Aile isteği	214	71,3
Severek	56	18,7
Berdel	4	1,3
Kaçırıldım	3	1
Miras bölünmesin	20	6,7
Beşik kertmesi	3	1

Çizelge 4. Akraba evliliğinin ölü doğum ve düşük ilişkisi.

	Ölü doğum		Düşük	
	n	%	n	%
Evet	194	64,7	119	63
Hayır	106	35,3	111	37
1 defa	147	49	128	42,7
2 defa	44	14,7	50	16,7
3 defa	3	1	10	3,3
1.çocuk	67	22,3	45	15
2.çocuk	89	29,7	77	25,7
3.çocuk	54	18	70	23,3
4.çocuk	27	9	46	15,3
5.çocuk	5	1,7	16	5,4
6.çocuk	2	0,7	10	3,3
7.çocuk	-	-	1	0,3

Çizelge 5. Katılımcı kadınların yaşayan çocuk sayısı ve çocukların öğrenim durumları.

Öğrenim durumları	1.çocuk		2.çocuk		3.çocuk		4.çocuk		5.çocuk		6.çocuk	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Okur-yazar	2	0,7	-	-	1	0,3	-	-	-	-	-	-
İlkokul	64	21,3	42	14	16	5,3	4	1,3	2	0,7	1	0,3
Ortaokul	49	16,3	41	13,7	17	5,7	-	-	-	-	-	-
Lise	53	17,7	48	16	15	5	1	0,3	-	-	-	-
Ön lisans	5	1,7	4	1,3	3	1	1	0,3	1	0,3	-	-
Lisans	26	8,7	19	6,3	10	3,3	5	1,7	1	0,3	-	-
Yüksek lisans	1	0,3	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Özel eğitim	79	26,3	48	16	15	5	1	0,3	1	0,3	-	-
Yaşayan çocuk sayısı	67	22,3	134	44,7	69	23	13	4,3	4	1,3	2	0,7

Çizelge 6. Eş yakınlığı.

Eşyle akrabalık durumu	n	%
Amca, dayı, hala, teyze çocukları (Yarım yeğen evliliği)	232	77,4
Yabancı kimselerle evlilik yapmış kardeş çocukları (Birinci yeğen evliliği)	41	13,7
Birisiyle bunun birinci yeğen çocukları arasındaki akrabalık (Bir ileri birinci yeğen evlilikleri)	15	5
Yabancı kimselerle evlilik yapmış birinci yeğen çocukları arasındaki akrabalık (İkinci yeğen evliliği)	12	4

Çizelge 7. Akraba evliliği yapan eşlerin kan grupları.

Katılımcıların ve eşlerinin kan grupları				
Kadın			Erkek	
n	%		n	%
ABRh(+)	17	5,7	14	4,8
ABRh(-)	10	3,3	6	2
ARh(+)	49	16,3	37	12,3
ARh(-)	13	4,3	10	3,3
BRh(+)	19	6,3	18	6
BRh(-)	3	1	7	2,3
ORh(+)	26	8,7	22	7,3
ORh(-)	5	1,7	7	2,3
Bilmiyorum	158	52,7	179	59,7

Çizelge 8. Yaşam boyu hastalık ve ilaç kullanımı.

Katılımcı kadınlarda hastalık ve ilaç kullanımı				
	HASTALIK		İLAÇ	
	n	%	n	%
Var	89	29,7	86	28,7
Yok	211	70,3	214	71,3

Çizelge 9. Akraba evliliği yapmış bireyler de kan uyumsuzluğu.

KAN UYUŞMAZLIĞI		
	n	%
Var	13	4,3

Çizelge 10. Doğmadan önce hastalığı öğrenilen çocukların sayısı ve cinsiyetleri.

Doğmadan önce hastalığı öğrenilen çocukların sayısı ve cinsiyetleri				
Çocuklar	Kız		Erkek	
	n	%	n	%
1.çocuk	7	2,3	5	1,7
2.çocuk	12	4	8	2,7
3.çocuk	5	1,7	9	3
4.çocuk	3	1	5	1,7
TOPLAM	27	9	27	9,1

Çizelge 11. Özel eğitim ihtiyacı, çocuk sayısı ve cinsiyet.

Özel eğitim ihtiyacı, çocuk sayısı ve cinsiyet												
	1.çocuk		2.çocuk		3.çocuk		4.çocuk		5.çocuk		6.çocuk	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Özel eğitim ihtiyacı												
Zihinsel	13	4,3	12	4	5	1,7	2	0,7	-	-	-	-
Bedensel	3	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Görme	11	3,7	2	0,7	3	1	-	-	-	-	-	-
İşitme	5	1,7	7	2,3	-	-	-	-	-	-	2	0,7
Hem bedensel hem zihinsel	12	4	14	4,7	8	2,7	-	-	1	0,3	-	-
Otizm	7	2,3	5	1,7	3	1	-	-	1	0,3	-	-
Down Sendromu	11	3,7	4	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Duygusal ve Davranışsal	-	-	2	0,7	1	0,3	1	0,3	-	-	-	-
Fenülketonüri	5	1,7	1	0,3	1	0,3	-	-	-	-	-	-
Hiperaktivite	4	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çocukların cinsiyeti												
Kız	38	13	20	6,3	10	3,3	-	0,3	-	-	1	-
Erkek	33	11,3	30	10	11	4	3	1	2	0,7	1	0,3
TOPLAM	71	23,7	50	16,7	21	7	3	1	2	1	2	0,7

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Kalıtıl hastalıkların epidemiyolojisini belirleyen en önemli faktörlerden biri olan akraba evliliği yeryüzündeki toplumların %20'si tarafından tercih edilmesi nedeniyle bireylerin sağlık hizmetlerinden faydalanmalarını da etkiler. Bu bölümde Kütahya ilinde akraba evliliği sıklığı ve sonuçlarının araştırıldığı çalışmadan elde edilen bulguların literatür taraması eşliğinde tartışması bulunmaktadır. Ülkemizde bu nedenlerle büyük oranda görülen soy yakını evlilikler için, birinci basamak sağlık hizmetleri içerisinde genetik danışma hizmetlerinin planlanması önemlidir [26]. Akraba evliliği Batı ve Güney Asya, Orta Asya Cumhuriyeti ile Kuzey Afrika başta olmak üzere, büyük nüfuslu pek çok ülkede yaygın olarak varlığını devam ettirmektedir. Çağımızda evliliklerin %20'sinden fazlasını soy yakını evliliklerin oluşturduğu ülkelerin nüfusu bir milyara yaklaşmıştır. Akraba evlilikleri Müslümanlardan oluşan ülkelerde daha sık görülmekte iken aynı zamanda Yahudiler, Hindular, Hıristiyanlar, Budistler tarafından da tercih edilmektedir. Dini inançları, coğrafi konumu ve gelenekleri bakımından akraba evliliklerinin çok olduğu ülkelere biride Türkiye'dir [27].

Doğu ve Akdeniz ülkelerine göre Avrupa'da akraba evliliği oranı daha azdır. İspanya'da 1888-1976 yılları arasında akraba evliliğinin durumunu belirlemek amacıyla Hıristiyan kilisesinin arşivlerinden veriler toplanmış ve akraba evliliği sıklığında fazla bir değişim olmadığı ve akraba evliliği oranının ortalama olarak %3,6 olduğu saptanmıştır [28]. Bu ölçüt ile araştırmacılar İspanyanın kuzeyi ve Fransa'nın güney batısında ki özerk bölgede yaşayan halktan (Bask popülasyonundan) dolayı akraba evliliklerinin en fazla görüldüğü Avrupa ülkesinin İspanya olduğu düşünülmektedir. Baskların alanlarındaki nüfusun azalması ve artması konusunda yapılan bir araştırmada; akraba evliliklerinin Avrupa ve İberya'nın nüfus standartları ile kıyaslandığında aradaki farkın çok yüksek derecede olduğu, bu farkın sosyoekonomik durum, coğrafi bölge, coğrafyanın insanları ve dil farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir [29]. [30] Ankara'da akraba evliliği çalışmalarında soy yakını evliliklerin %29'unu kuzen evlilikleri olduğunu ve kuzen evliliklerinin %9'unun amca çocukları ile yapıldığını saptamışlardır. Araştırmaya katılan kadınların evliliklerinde %77,4 (n=232) en riskli olan yarım yeğen evliliği iken birinci yeğen evliliği sıklığı %13,7 (n=41), bir ileri birinci yeğen evliliği sıklığı %5 (n=15), ikinci yeğen evliliği sıklığı %4 (n=12) olarak hesaplanmıştır.

TUİK 2006 yılı verilerine göre; akraba evliliği sıklığı %20,9 dur. Malatya ilinde akraba evliliği sıklığı ve tıbbi sonuçları hakkında yapılan bir araştırmada, akraba evliliği sıklığı %28,4 bulunmuş ve bunların %74,2'si birinci derece kuzen evliliği, %12,9'unun ise uzak akraba evliliği şeklinde olduğu gözlemlenmiştir [31]. Metabolizma ve endokrinoloji polikliniği arşivinden yararlanılarak 772 akraba evliliğinden dünyaya gelen bebek kayıtları incelemiş ve bunların %62,2'sinin 1. derece kuzen evliliğinden, %17,2'sinin 2. derece kuzen evliliğinden ve %20,1'inin uzak akraba evliliğinden dünyaya geldikleri sonucuna varılmıştır [32]. Afyonkarahisar İlinde Akraba Evlilikleri ve Bunun Doğumsal Anomaliler İle İlişkisi hakkında yapılan bir araştırmada, akraba evliliği sıklığı oranının %19,6 olduğu ve bunların %14,8'i 1.derece kuzen evliliği, %4,8'inin ise uzak akraba evliliği şeklinde olduğu gözlemlenmiştir [33]. [34] Malatya ilinde İzollu adlı aşiret ile yaptığı araştırmasında akraba evliliği oranını %62,6 olarak bulmuştur. Şanlıurfa'da yapılan bir çalışmada akraba evliliği oranı %49,6

bulunmuş ve bunların %37'si birinci derece akraba evliliği, %12,6'sı uzak akraba evliliği gerçekleştirmişlerdir [35]. Düzce'de yapılan bir araştırma da akraba evliliği oranı %20,1 bulunurken, bunlardan %34,1'inin 1. derece akraba evliliği, %20,5'i 2. derece akraba evliliği ve %45,4'ü uzak akraba evliliği gerçekleştirmişlerdir [36]. Ankara'da gerçekleştirilen bir çalışmada akraba evliliğini tercih edenlerde en fazla %81 oranında 1. kuzen evliliği yapıldığı görülmüştür [23].

Kütahya ilinde akraba evliliği sıklığı ve sonuçlarının araştırıldığı 300 evli kadın ile yapılan bu araştırmadan elde edilen veriler şöyledir: Araştırmaya katılan kadınların yaş aralıklarına bakıldığında; %50,3'ü 19-49 yaş aralığında, %49,7'si 50-85 yaş aralığında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1a). Araştırmaya katılan kadınların %62'sinin ilköğretim mezunu olduğu eşlerinin ise % 49,3'unun ilköğretim mezunu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1b). Araştırmaya katılan kadınların % 79'unun ilk evlilik yaşlarının 11-19 yaş aralığında olduğu eşlerinin ise %54,4'ünün ilk evlilik yaşlarının 20-28 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1a ve 1b). Katılımcıların %97'si tek eşle evlilik, %3'ü çok eşle evlilik yapmış olup, %84'ü erkeğin ailesinin yanına, %16,3'ü ayrı eve yerleşmiştir. %41'i anne soyunun devamlılığı için, %45'i baba soyunun devamlılığı için, %14,7'si anne- baba soyu eşitliği için, % 13,3'ü miras bölünmemesi için evlenmiştir. %52'si evlerinde erkek otoritesi,% 7,3'ü kadın otoritesi,%40,3'ü eşit otorite olduğunu söylemiştir (Çizelge 2). Katılımcı kadınların akraba evliliğini % 71,3'ü aile kararı, %18,7'si severek, %6,7'si miras bölünmesi, %1,3'ü berdel, %1'i kaçırılma ve %1'i beşik kertmesi olduğu için seçmişlerdir (Çizelge 3). Katılımcı kadınların canlı doğum sayılarına bakıldığında; 1-2 canlı doğum yapanlar %67, 3-4 canlı doğum yapanlar %27,3, 5-6 canlı doğum yapanlar %2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Araştırmaya katılan kadınların %63'ü düşük, %64,7'si ölüm doğum yapmış olup kadınların %49'unun 1 defa % 14,7'sinin 2 defa %1'inin 3 defa ölü doğum yaptığı ve %42,7'sinin 1 defa düşük %16,7'sinin 2 defa düşük %3,3'ünün 3 defa düşük yaptığı ve en fazla düşüklerin %29,7 oranıyla 2. çocuklarda ve yine en fazla ölü doğumlar % 25,7 oranıyla ikinci çocuklarda görülmüştür (Çizelge 4). Katılımcı kadınların %77,4'ü birinci dereceden kuzen evliliği (amca, dayı, hala, teyze çocukları), %13,7'sinin ikinci dereceden kuzen evliliği (Yabancı kimselerle evlilik yapmış kardeş çocukları) yaptığı belirlenmiştir (Çizelge 6). Katılımcı kadınlardan %52,7'sinin kendi, %59,7'sinin eşinin kan grubunu bilmediği bilen kadınlardan en fazla %16,3'ünün ARh(+), eşlerinin ise en fazla %12,3'ünün ARh(+) kan grubuna sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7). Kendi kan grubunu ve eşlerinin kan grubunu bilen katılımcı kadınların Rh(-) eşlerinin Rh(+) kan grubuna bakıldığında %4,3'ün de kan uyumsuzluğu tespit edilmiştir (Çizelge 7 ve Çizelge 9).

Katılımcıların %29,7'sinin yaşam boyu hastalıkları olduğu ve bu hastalıklar için %28,7'sinin ilaç kullandığı tespit edilmiştir (Çizelge 8). Katılımcı kadınların %18,1'inin doğmadan önce çocuğunda herhangi bir hastalık olduğunu öğrendiği ve bu çocukların en fazla %6,7'sinin ikinci çocuklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 10). Katılımcı kadınların yaşayan çocuklarından 151 inde özel eğitime ihtiyaç duyan çocuk saptamış, bu ihtiyaçların; %11,7'si hem zihinsel hem bedensel engel, %10,7'si sadece zihinsel engel, %5,4'ünde görme engeli, %5,3'ü otizm, %5'inde down sendromu, %4,7'sinde işitme engeli, %2,3'ünde fenülketonüri, %2'sinde sadece bedensel engel, %1,3'ünde duygusal ve davranışsal engel,%1,3'ünde hiperaktivite anomalilerine rastlanılmış ve bu genetik hastalıkların %16,3'ünün ikinci çocuklarda daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 11).

Ülkemizde akraba evliliği sıklığı illere göre farklılıklar göstermektedir: İstanbul %15,3, Trabzon %20, Çorum %18,9, Konya %23, Ankara %25,7, Antalya kentsel bölgede %28 ve kırsal bölgede %40, Bursa 59,8, Denizli %20,4, Manisa %13, Eskişehir %16,8, Şanlıurfa %49,6, Batman %40, Diyarbakır %31,5' olarak bulunması Türkiye'de kentsel bölgeler ve kırsal bölgeler arasında farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bölgelere göre soy yakını evliliklerin dağılışı sıralaması ; Güneydoğu Anadolu Bölgesi

%40,5, Doğu Anadolu Bölgesi %30,5, Karadeniz Bölgesi %25, Akdeniz Bölgesi %23,2, Ege Bölgesi %17,4 ve Marmara Bölgesinin %10 olduğu tespit edilmiştir [37]. Araştırmaya katılan kadınların yaş aralıklarına bakıldığında; %50,3'ü 19-49 aralığında, %49,7'si 50-85 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan kadınlar ve eşlerinin eğitim durumlarına bakıldığında; eşlerin büyük bir bölümünün (%49,3) ilkökul mezunu olduğu ve kadınların büyük çoğunluğunun da (%62) ilkökul mezunu olduğu görülmüştür. Ankara da yapılan bir araştırmada ilkökul mezunu erkeklerin oranı %40 iken, kadınların oranı %67'dir [23]. [38] Antalya da yapmış oldukları çalışmada da eğitimsiz olan ve ilkökul mezunu olan kadınlarda sırasıyla %39 ve %36,6 iken, lise mezunlarında bu oranın %18,1 ve üniversite mezunlarında ise %10,7 düzeylerinde olduğu belirtilmiştir. Okuma yazma bilmeyen kadınların oranı %7,7 iken erkeklerde bu oran %6 olarak bulunmuştur.

Toplumda genetik hastalıklar ve genetik danışmanlık ile ilgili bilgi düzeylerinin saptanması amacıyla yapılan bir çalışmada okuma yazma bilmeyenlerin oranı %6,8 olarak bulunmuştur [39]. Aydın ilinde yapılan bir araştırmada okur-yazar olmayan kadınların oranı %8,4 iken erkeklerde bu oran %1,6 olarak bulunmuştur [40]. [41]'in çalışmasında Türkiye'de evlilik, hem evliliğin ülke genelinde yaygın olması hem de doğumların çoğunluğunun evlilik içinde gerçekleşmesi sebebiyle demografik açıdan oldukça önemlidir. Kadının ilk evlilik yaşı gebelik riski değerlendirmesinde önemli bir demografik bilgidir. Araştırmaya katılan kadınların ilk evlilik yaşı 11-19 yaş aralığının da %79 ve 20-28 yaş aralığının da %17 olarak bulunmuştur. Malatya ilinde yapılan bir çalışmada ilk evlilik yaşı 15-20 yaş aralığının da %77,9 ve 20-25 yaş aralığının da %19,1 olduğu sonucu elde edilmiştir [31]. TNSA verilerine göre; 25-49 yaş aralığındaki kadınların %43'ünün 20 yaşından küçük evlendiği sonucu tespit edilmiştir [41]. Son 20 yıl içerisinde Türkiye'de ilk evlilik yaşında düzenli bir artış gözlenmiştir. Araştırmaya katılan kadınların canlı doğum sayılarına bakıldığında; 1-2 canlı doğum sayısı %67, 3-4 canlı doğum sayısı %27,3, 5-6 canlı doğum sayısı %2 olduğu görülmüştür. Kadınların %67'sinin 1-2 yaşayan çocuk sayısı, %27,3'sinin 3-4 yaşayan çocuk, %2 5-6 yaşayan çocuk sayısı olduğu tespit edilmiştir. Aydın ilinde yapılan bir çalışmada 1-2 canlı doğum sayısı %66,8 olarak tespit edilmiş ve 1-2 yaşayan çocuk sayısı %69,6, 3-4 yaşayan çocuk sayısı %27,2 bulunmuştur [40]. Türkiye'de kadınların yaşamları süresince doğuracakları toplam çocuk sayısı (toplam doğurganlık hızı) kadın başına 2,16'dır [41]. Yapmış olduğumuz çalışmada, araştırmaya katılan kadınların %63'ünün düşük yaptığı, %37'sinin düşük yapmadığı ve düşük yapan kadınların %59,4'ünün 1-2 düşük, %2'sinin 3 ve daha fazla düşük yaptığı tespit edilmiştir.

Malatya ilinde; 1-2 düşük yapan %16,3 ve daha fazla düşük yapan %3,9 hiç düşük yapmayan birey sayısı %77,5 olarak bulunmuştur [31]. TNSA verilerine göre; 2008 yılında hiç düşük yapmayan kadınların oranı %79,6'dır. Yapılan araştırmaların çoğu çalışmayla benzerlik göstermektedir. Aydın ilinde yapılan çalışmada kadınların ve erkeklerin eğitim düzeyinin artmasıyla akraba evliliğini seçme oranının azaldığı tespit edilmiştir [40]. Afyonkarahisar ilinde yapılan çalışmada bireylerin eğitim seviyesinin artması akraba evlilikleri ve tıbbi sonuçları hakkında daha bilinçli hale gelmelerine neden olduğu için akraba evliliğini tercih edenlerin azaldığı tespit edilmiştir [33]. Malatya ilinde kadınların eğitim durumlarının artmasıyla soy yakını evlilikleri tercih etme sayılarının azalmış olduğunu ancak eğitim durumu ve akraba evliliği arasında istatistiksel olarak anlam bulunmadığını, eşlerinin de eğitim durumlarının akraba evliliği seçimi konusunda etkili olmadığı sonucuna varılmıştır [31]. [12] Sivas ve [24] Kayseri illerinde yaptıkları çalışmalarda akraba evliliği ile eğitim düzeyi arasında ters bir orantının olduğu sonucuna varılmışlardır. Afyon ilinde ilk evlenme yaşının; akraba evliliklerinin 17 yaş altında en yüksek, 31 yaş ve üzerinde nadir olduğu saptanmıştır [33]. Araştırmaya katılan kadınlardan ilk evlilik yaşı 11-19 yaş aralığında olan %79 kadın varken 20-28 yaş aralığında olan %17 kadın vardır. İlk evlilik yaşı arttıkça akraba evliliği seçme eğilimi azalmaktadır. Yapılan bu araştırmada soy yakını evliliklerin gebelik

üzerine etkisini araştırmak amacıyla soy yakınlığının kendiliğinden düşük, ölü doğum ve çocuk ölümleri açısından ilişkisine yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmaya katılan 300 kadının %64,7'sinde ölü doğum, 1-2 ölü doğum yapan %63,7'si 3 ve üzeri doğum yapan birey sayısı %1,0 bulunmuştur.

Ankara da yapılan bir çalışmada ölü doğumla sonuçlanan gebelik oranı %8 olarak tespit edilmiştir [23]. Aydın da yapılan bir çalışmada akraba evliliği yapmış kadınlar da 2 ve üstü ölü doğum oranı akraba evliliği yapmamış kadınlarda yüksek olup aradaki fark anlamlı bulunamamıştır [40]. Bebeklik ve çocukluk dönemlerindeki ölümler, ülke nüfusunun yaşam kalitesini ve sosyoekonomik durumun ne seviyede olduğunu daha iyi anlamamızı sağlamaktadır. 2006 yılı Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre soy yakını evliliklerden dünyaya gelen çocuklar arasında ölüm hızı binde 72,1 iken soy yakını olmayan bireylerden dünyaya gelen çocuklar arasında bebek ölüm hızı binde 45,9'a ulaşmaktadır. Soy yakını evliliklerinin ölü doğum üzerine etkisi değerlendirildiğinde; akraba evliliği öyküsü ile ölü doğum arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Çevresel ve kalıtsal etkenlerin çocuk ölümleri üzerinde ne derece etkili olduğunu ayırt etmek zordur. Düşük doğum ağırlıklı bebek yüzdesi, yeterli ve dengeli beslenmeme, ailenin ekonomik durumunun yetersiz olması, çocuğun aşılama durumu ve annenin eğitim düzeyi gibi sosyoekonomik nedenler de bebek ölümleri üzerinde etkilidir. Sosyal ve ekonomik durumun yetersiz olduğu bölgelerde eğitim düzeyi düşük bireyler arasında soy yakını evliliklerin daha çok tercih edildiği görülmüştür. Aynı zamanda ekonomik ve sosyal koşulları aynı olan aralarında kan bağı bulunan kişilerin gerçekleştirdikleri evliliklerde bebek ölümlerinin arttığını gösteren araştırmalarda yapılmıştır. Araştırmaya katılan kadınların yaşayan çocuk sayılarına bakıldığında; yaşayan çocuk sayısının en fazla %44,7 ile ikinci çocuklar olduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan kadınların düşük (küretaj) sayılarına bakıldığında; %63'ünün düşük yaptığı saptanmıştır. Aydın'da yapılan bir çalışmada akraba evliliği yapmış kadınların 3 ve üstü yaşayan çocuk sayısı akraba evliliği yapmayan kadınların yaklaşık olarak iki katı fazla olduğu sonucuna varılmış ve kadınların düşük sayıları incelendiğinde; 1 düşük sayısı yapan % 42,7, 2 düşük yapan %16,7, 3 düşük yapan %3,3 olarak bulunmuştur [40]. Malatya da aralarındaki kan bağı uzak olan kişilerin düşük sayısı anlamlı olarak yüksek bulunmuştur [31]. Afyonkarahisar ilinde yapılan bir çalışmada akraba evliliği yapan ailelerde düşük oranı %30,9 bulurken yabancı ile evlilik yapmış grupta %28,7 bulunmuştur [33] Sivas popülasyonun da yapılan bir araştırmada soy yakını evlilikler yapmış kadınlar da 1-2 düşük oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [12]. Mısır'da doğum öncesi kayıpları olan 730 eş incelemiş ve bu eşlerde soy yakını sıklığı oranı %68,8, 1. kuzen evlilikleri sıklığı %56,2 olarak bulunmuştur [42]. Aydın il merkezinde akraba evliliği sıklığı ve gebelik sonuçları ile ilişkisinin araştırıldığı çalışmada soy yakını evliliklerde abortus oranı %25,6, soy yakını olmayan evliliklerde abortus oranı %23,3 olarak bulunmuş ve aradaki farkın istatistiki açıdan anlamsız olduğu saptanmıştır [40]. [32] Endokrinoloji ve metabolizma polikliniğimizden takipli hastalarda akraba evliliği sıklığı ve akraba evliliğini etkileyen faktörlerin araştırıldığı çalışmada düşüklerin %70'inin birinci derece soy yakını evliliği yapanlarda görüldüğü tespit edilmiştir.

Soy yakını evliliklerin en fazla görüldüğü topluluklardan olan Filistin Araplarıyla yapılan bir araştırmada, 117 alışımlı düşük vakasından 65'inin (%55,5) akraba olduğu tespit edilmiştir [43]. Düzce popülasyonunda soy yakını evlilikler ile düşük arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir araştırmada; soy yakını evlilik yapanların %22,6'sının 1 düşük, %2,6'sının 2 ve üzeri düşük yaptığı bulunmuştur. [38] Antalya da gerek ölü doğumlar gerek kendiliğinden düşükler ile akraba evliliği öyküsü arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. [45] Elazığ'da yaptığı çalışmasında, akraba evliliği yapan çiftlerde kendiliğinden düşük sıklığı oranını %8,2 bulurken, akraba evliliği yapmayan çiftlerde bu

oranı %5,2 olarak bulmuştur. Genel olarak bakıldığında araştırmaya katılan kadınların %63 düşük yapmış, %37'si düşük yapmamıştır.

Malatya'da yapılan bir araştırmada birinci dereceden akraba olan bireylerde kendiliğinden düşük sıklığı %16,6, aralarında uzak akrabalık olan bireylerde %12,4, yabancı ile evlilik yapmış bireylerde ise bu sıklığı %10,7 olarak belirlenip aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [46] Denizli ilinde akraba evliliği yapmış çiftlerde iki ve üzeri kendiliğinden düşük yapmış olan bireylerin oranını daha fazla bulunmasına rağmen aradaki farkı istatistiksel olarak anlamlı değildir sonucunu varmıştır [47]. Yapılan bu çalışmaya göre kendiliğinden düşük ve ölü doğum nedenleri arasında olan anne hastalığı ve ilaç gibi çevresel ajanların etkisi araştırıldığında sonuç önemsiz bulunmuştur. Bu nedenle ölü doğumların etyolojisinde genetik sebeplerinin ağırlıklı olduğunu söyleyebiliriz. Bu durum fetal kayıpların genetik olmayan sebeplerinin en azından bir kısmını elemek açısından önemlidir. Hindistan'ın kırsal alanlarında yapılan bir çalışmada soy yakını evliliklerin fetal kayıplar üzerine etkisinin oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir [48] Doğum öncesi ve sonrası kayıp nedenleri göz önüne alınırken yetersiz sağlık hizmetleri, düşük kültür seviyesi, ileri anne yaşı ve kötü çevre şartları gibi faktörlerde değerlendirmeye alınmalıdır. Araştırmada kadınların yaşayan çocuklarında ya da çocuğunda herhangi bir sağlık sorununun (gelişimsel bozukluk, cinsiyet gelişimde bozukluk, kronik metabolik hastalıklar, konjenital anomali, mental retardasyon, ruhsal problem) varlığı incelenmiştir. Katılımcı kadınlardan % 43,3'ünün özel eğitime ihtiyaç duyan bireye sahip olduğu görülürken % 56,7'sinin özel eğitime ihtiyacı olmayan bireye sahip olduğu görülmüştür. Özel eğitime ihtiyaç duyan bireylerin en fazla %23,7'sinin katılımcı kadınların ilk çocukları oluşturmaktadır. [49]'daki Diyarbakır ve [50]'deki Trakya araştırmalarında akraba evliliği ile doğuştan kusurlar arasında anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir. [51]'in araştırmasında akraba evliliği yapmış olan çiftlerin çocuklarında genetik anomalilerin görülme sıklığının normal evliliklerden doğan çocuklardan 3 kat daha fazla olduğunu, bu anomalilerin sıklığındaki artışın da ortak atalardan geçen resesif genlerin homozigot ekspresyonundan kaynaklandığını bildirmişlerdir. TÜİK tarafından 2016 yılında yaşanan 99 bebek ölümünün % 33'ünün ailelerinde akraba evliliği olduğu ve ölen bebeklerin % 10'unda anne-babada kan uyumsuzluğu görülmüş olup annelerin % 56'sinin ya ilkökul mezunu ya da okuryazar olmadığı saptanmıştır.

[32]'nin araştırmasında bireylerin evlilik kararı alırken %60'nin ailelerin kararı ile evliliklerini onayladıklarını, %28,2'sinin ise güvenilir ve tanıdık olması nedeniyle bu evlilik şeklini tercih ettikleri tespit edilmiştir. [40]'ın araştırmasında akraba evliliği yapan kadınlara akraba evliliğini tercih etme nedenleri sorulduğunda; %44,5'inin görücü usulü ve ailenin karar verdiğini, %38'inin severek ve %10,9'unun örf adetlerden dolayı mecbur kaldıkları için akraba evliliğinin tercih ettiklerini tespit etmiştir. Bu bulgular yapılan araştırmaya benzerlik göstermektedir. Ankara da yapılan bir araştırmaya katılan bireylerin %42'sinin birbirlerini önceden tanıdıklarını/ güvenilir bulduklarını, %34'ünün sevdiklerini, %19'unun aile içerisine yabancı girmemesi için akraba evliliğini tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Farklı bir sonuç olarak bu ailelerden %3'ü beşik kertmesi olduklarını belirtmişlerdir [23]. Şanlıurfa Tıfındır da yapılan bir çalışmada katılımcıların %37'si aile kararıyla akraba evliliğini tercih ettik cevabını vermişlerdir [36]. Düzce'de yapılan bir araştırmada akraba evliliği yapmış kadınların %55,8'inin anlaşmayı ve aşkı, %27,9'unu ailenin zorlamasını ve %16,3'ünün aile kararını neden olarak göstermişlerdir [36].

Van yöresinde yapılan bir araştırmada bu yörede en yaygın evlilik şeklinin akraba evliliği olduğu ve bu evliliklerin soy birliğinin yanında dayanışmanın sağlanması, ekonomik bütünlüğün bozulmaması için tercih edildiğinin tespiti yapılmıştır [52]. Aşiret toplumlarında akraba evliliği aşiret kimliğini devam ettirmede etkili olduğu ve bu yüzden soy-içi evliliklerin tercih edildiği çıkarımına varılmıştır [52].

5. ÖNERİLER

Kadının sosyal ve demografik özelliklerinin akraba evliliğini etkilediği düşünülerek çalışmadan elde edilen bilgiler doğrultusunda aşağıdaki öneriler verilebilir: Akraba evliliği yapacak olan çiftlere genetik hastalık testlerinin uygulanması, yenidoğan döneminde tarama testleri (feniketonuri, galaktozemi, biotinidaz ve hipotiroidi için) yapılması, akraba evliliğini tercih eden bireylerin genetik danışmanlığa yönlendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve izlenmesi, akraba evliliği konusunda duyarlılığı arttırmak adına sağlık personellerine hizmet içi programların sunulması, bireyleri soy yakını evlilikleri tercih etmeye yönelten sosyal ve ekonomik sorunların ortadan kaldırılmasına ilişkin çalışmaların gerçekleştirilmesi ve bu konuya Ana Çocuk Sağlığı Teşkilatı içerisinde yer verilmesi, okullar ve kitle iletişim araçları aracılığıyla kan bağı evliliklerin riskleri hakkında toplumların bilgilendirilip, bilinçlendirilmesi.

KAYNAKÇA

- [1] Başaran, N., (1999), Tıbbi Genetik (Ders Kitabı). 7. Baskı, Güneş&Nobel Tıp Kitabevi, 161-163.
- [2] Genç, Z., Erdemir, A. D., (1997), Genetik Sorunlar ve Tıbbi Etik. Nobel Tıp Kitabevi, 38-46.
- [3] Schull, W. J., Furusho, T., Yamamoto, M., Nagano H. ve Kamatsu, I., (1970), The effect of parental consanguinity and inbreeding in Hirado, Japan, Humangenetik, Vol 9, issue 4, pg 294-315.
- [4] Schull W.J. ve Neel J.V., (1972), The effects of parental consanguinity and inbreeding in Hirado, Japan, Am. J. Hum. Genet. 24(4): 425-453.
- [5] Huntington F. W., Roderick R. M., Robert L. N., (2005), Thompson & Thompson Tıbbi Genetik, Güneş Kitabevi 6. Baskı, s.57-58.
- [6] Therman, E., Susman, M., (1993), Human Chromosomes Structure, Behavior and Effects 3rd, New –York Heidelberg: Springer.
- [7] Baumann, C., Heron, D., (2001), Dysmorphic syndromes at birth: what to do? Arch Pediatr, (9), 1000-5.
- [8] Menasha, J., Levy, B., Hirschhorn, K., Kadron, N. B., (2005), Incidence and spectrum of chromosome abnormalities in spontaneous abortions:new insights from a 12-year study. Genet Med, 7(4): 251-63.
- [9] Cernach, M.C., Patricio, F. R., Galera, M. F., Moron, A. F., Brunoni, D., (2004). Evaluation of a protocol for postmortem examination of stillbirths and neonatal deaths with congenital anomalies. Pediatr Dev Pathol, 7(4): 335-41.
- [10] Dirican, R., Bilgel, N., (1993), Aile ve Akrabalık Durumu. Halk Sağlığı.Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No: 70, 210-213.

- [11] Gürel, B., (1996), Aile, Evlilik Türleri ve Akrabalık Yapısı Üzerine Bir Çalışma ve Kacerdoğansalı Köyünde Monografik Bir Uygulama. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Antropoloji ve Etnoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 7-25.
- [12] Düzcan, F., (1994), Sivas Populasyonunda Akraba Evliliği Sıklığı ve Aileler Üzerindeki Tıbbi Etkileri. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- [13] Şanlıer, N. ve Aytekin F., (2004), Sıfır-Üç yaş grubunda çocuğu bulunan annelerin beslenme ve ishal konusunda bilgi ve davranışlarının incelenmesi, GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 24, sayı 3, sayfa 81-100.
- [14] Al-Gazali L., Bener, A., Abdulrazzaq Y., Micallef, R., Al-Khayat, A., Gaber, T., (1997), Consanguineous Marriages in the United Arab Emirates. J Biosoc Sci 29 (4): 491- 497.
- [15] Khoury, S. A, Massad, D., (1992), Consanguineous Marriage in Jordan. Am J Med Genet 43(5): 769- 775.
- [16] Hussain, R, Bittles, A. H., (1998), The Prevalence and Demographic Characteristics of Consanguineous Marriages in Pakistan. J Biosoc Sci 30(2): 261-275.
- [17] Hussain, R., (1999), Community Perceptions of Reasons For Preference For Consanguineous Marriage in Pakistan. J Biosoc Sci 31(4): 449-461.
- [18] Gunaid, A. A., Hummad, N. A., Tamim, K. A., (2004), Consanguineous Marriage in Capital City Sana'a, Yemen. J Biosoc Sci 36(1): 111-121.
- [19] Jurdi, R., Saxena, P. C., (2003), The prevalence and correlates of consanguineous marriages in Yemen similarities and contrasts with other Arab countries. J Biosoc Sci, 35(1): 1-13.
- [20] Küçük, A., (2002), Eskisehir ve Çevresinde Maternal Yasın Etkili Oldugu Trizomi Sendromları ile Konjenital Malformasyonların Görülme Sıklıklarına İlişkin Arastırma, Osmangazi Üniv. Sağlık Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 8-88.
- [21] Tüzün, C., (1992), Elazığ İli Merkez ve Çevresinde Akraba Evlilikleri İnsidansı ve Tıbbi Sonuçları. Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Ana Bilim Dalı, Uzmanlık Tezi. Elazığ.
- [22] Elibüyük,, Z., (1989), Hacettepe Üniversitesi Çocuk Hastanesi Genetik Ünitesine Basvuran Hastalarda Akraba Evliliği ve Tıbbi Sonuçlarının İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi Ankara, 9-50.
- [23] Ayan, D., Beder-Şen, R., Ünal, G., Yurtkuran, S., (2001), Ankara'da akraba evliliği, Aile ve Toplum Dergisi, 4 (1):7-26.
- [24] Durmuş, E., (2003), Kayseri İl Merkezinde Akraba Evliliği Görülme Sıklığı ve Etkileyen Faktörler. T.C. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Kayseri.

- [25] Tunçbilek, E., Koç, I., (1994), Consanguineous Marriage in Turkey and its impact on fertility and mortality. *Ann Hum Genet*, 58: 321-329.
- [26] Özvarış, Ş. B., Koçoğlu, G. O, Akın, A., (1998), Türkiye’de Akraba Evlilikleri, 1998 Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması İleri Analiz Sonuçları. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fak Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı.
- [27] Şimşek, S., Türe, M., Tuğrul, B., Mercan, N., Türe, H., Akdağ, B., (1999), Consanguineous marriages in Denizli, Turkey. *Ann Hum Biol*. 26(5): 489-491.
- [28] Fuster, V., Colantonia, S. E., (2003), Inbreeding coefficients and degree of consanguineous marriages in İspan: A Review , *Amerikan Journal of Human Biology*, 15:709-716.
- [29] Miguel, A., Sanchez, A., Aresti, U., Pena, J. A., Calderon, J., (2005), Inbreeding levels and consanguinity structure in the Basque Province of Guipuzcoa (1862-1980), *American Journal of Physical Anthropology* , 127:240-252.
- [30] Ayan, D., Beder-Şen, R., Ünal, G., Yurtkuran, S., (1999), Ankara’da akraba evliliği. Başbakanlık Aile Araştırma Kurumu.
- [31] Kutlubay, A., (2007), Malatya ilinde akaraba evliliği sıklığı ve tıbbi sonuçları, Yüksek Lisans Tezi İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- [32] Tabak, A., (2008), Endokrinoloji ve metabolizma polikliniğimizden takipli hastalarda akraba evliliği sıklığı ve akraba evliliğini etkileyen faktörler Sağlık bakanlığı Bakırköy doğum evi kadın ve çocuk sağlığı Eğt.Araşt.Hast.Çocuk sağlığı ve Hast. anabilim dalı, uzmanlık tezi. İstanbul.
- [33] Şamlı, H., Toprak, D., Solak, M., (2006), Afyonkarahisar İlinde Akraba Evlilikleri ve Bunun Doğumsal Anomaliler İle İlişkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 7:69-74.
- [34] Çetintaş, A., (2002), Aşiretlerin sosyal yapısı üzerine sosyolojik bir inceleme (izollu aşireti Malatya örneği), Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Anabilim Dalı, Isparta.
- [35] Kayahan, M., Şimşek, Z., Ersin, F., Gözükar, F., Kurçer, M. A., (2003), Şanlıurfa Tıfındır Sağlık Ocağı Bölgesinde akraba evliliği prevalansı ve 5 yaş altı ölümlere etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi*, 7 (1):1-5.
- [36] Mayda, A., Dağlı, S. Ç., Şahin, R. O., Danışman, F., Dere, F., Çeler, A., Çelik, D., Burgucu, S., Bulut, N., Başar, R., Avcı, Ö., (2010), Düzce ili Yığılca ilçe merkezinde akraba evliliği sıklığı ve etkileyen faktörler, *Düzce Tıp Dergisi* ,12(2):36-41.
- [37] T.C Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, (2006), Aile Yapısı Araştırması, s:8, Ankara.
- [38] Alper, O. M., Erengin, H., Manguoğlu, A. E., Bilgen, T., Çetin, Z., Dedeoğlu., (2004), Consanguineous marriages in the province of Antalya, Turkey, *Ann. Genet*. 47(2): 129-38.

- [39] Topuzoğlu, A., (2006), Toplumda genetik hastalıklar ve genetik danışmanlık ile ilgili bilgi düzeylerinin saptanması.
- [40] Şen, Ş., (2010), Aydın il merkezinde akraba evliliği sıklığı ve gebelik sonuçları ile ilişkisi, Yüksek Lisans Tezi ,Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın .
- [41] Türkiye Nüfus Ve Sağlık Araştırması TNSA (2008), Analiz ve Rapor, Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, Ankara.
- [42] Mokhtar, M. M., Abdel- Fattah, M. M., (2001), Consanguinity and advanced maternal age as risk factors for reproductive losses Alexandria, Egypt. Eur J Epidemiol, 17(6) : 559-65.
- [43] Zlotogora, J., (1997), Genetic disorders among Palestinian Arabs :1.Effects of consanguinity. Am J Med Gen. Feb 11;68(4) :472-5.
- [44] Koç, T., (2008), Düzce İlinde akraba evliliği sonuçları, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- [45] Tüzün, C., Elyas, H., (1996), Elazığ İl Merkezi Çevresinde Akraba Evlilikleri İnsidansı, Fırat Tıp Dergisi, 1(2), 60-65.
- [46] Yakıncı, C., Kutlu, N.O., Paç, A., Durmaz, Y., Gül, A. K., Egri, M., (1995), Malatya İl Merkezinde Akraba Evlilikleri ve Çocuk Ölümlerine Etkisi. Klinik Bilimler & Doktor, 5:1.
- [47] Zincir, S., (2005). Denizli ilinde akraba evliliği sıklığı ve tıbbi sonuçları,Yüksek Lisans Tezi,Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,Tıbbi biyoloji Anabilim Dalı,Denizli.
- [48] Nath, A., Patil, C., Naik, V. A., (2004), Prevalence Of Consanguineous Marriages In A Rural Community And Its Effect On Pregnancy Outcome. Indian Journal Of Community Cilt: 29, No. 1.
- [49] Budak, T., Alp, M. N., Çelik, Y., Elbistan, M., (1985), Kan yakını evliliklerin Diyarbakır toplumundaki sıklığı ve bazı etkileri üzerine araştırmalar. DÜ Tıp Fak Derg; 12(3-4): 149-160.
- [50] Kalyoncu, C., (1980), Akraba Evlilikleri ve Doğuştan Kusurlar. Balkan Med J;2:152-165
- [51] Yüksel, Ş., Kutlubay, A., Karaoğlu, L. ve Yoloğlu, S., (2009), The prevalence of consanguineous marriages in the city of Malatya, Turkey. Turk. J. Med. Sci. 39(1): 133-137.
- [52] Altuntek, N. S., (2001), Türkiye üzerinde yapılmış evlilik ve akrabalık araştırmalarının bir değerlendirilmesi,Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, 18 (2):17-28.



TÜRKİYE'DE BİYOKAÇAKÇILIK

Hayri DAYIOĞLU¹, Ayhan YILMAZ², Gamze BAŞARAN³

- ¹Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, hayri.dayioğlu@dpu.edu.tr,
ORCID: 0000-0002-9270-8561
²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, ayhan.yilmaz@dpu.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-0410-8687
³Eskişehir Acıbadem Hastanesi, Eskibağlar – Tepebaşı, Eskişehir, gmzebasaran@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-6967-5573

Geliş Tarihi: 17.10.2018

Kabul Tarihi: 04.04.2019

ÖZ

Biyokaçakçılık belli bir bölgedeki ve o bölgeye has endemik bitki ve hayvanların yetkili makamların izni olmadan toplanıp yurt dışına kaçırılmasıdır. Ülkemizin zengin biyolojik çeşitliliği ve elverişli coğrafi konumu gereği kaçakçıların ilgi odağı haline gelmiştir. Biyokaçakçılığın en fazla hangi bölgelerde karşılaştığı, hangi endemik bitki ve hayvanların toplandığı ve hangi alanlarda kullanılmak üzere kaçırıldığı sorusu ile karşılaşıldığında bitkilerde Lale, Salep, Kardelen hayvanlarda ise kelebek başta olmak üzere, bazı böcek çeşitleri ve yılan öne çıkmaktadır. Kaçırılan endemik türlerin özellikle tıp alanında ilaç, kozmetik ve koleksiyon amacı ile kaçırıldığı ortaya çıkmıştır. Biyokaçakçılık ile mücadele kapsamında giriş-çıkış yapılacak sınır bölgelerinde alınacak önlemlerin belirlenmesi ve uygulanması, gümrük personellerinin gerekli eğitimi almasının sağlanması ve bu konuda bilinçlendirilmesi, alanında uzman biyologların görevlendirilmesinin sağlanması, vatandaşların bilinçlendirilmesi ile gerekli hukuki düzenlemeler yapılarak türlerin çeşitliliğinin korunması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Biyokaçakçılık, hayvan, bitki, endemik türler*

BIO-SMUGGLING IN TURKEY

ABSTRACT

Bio-smuggling is missing of the endemic plants and animals in a particular region to abroad without permission of the competent authorities. Our country's rich biological diversity and favorable geographical location has become the center of attention of the smugglers. The plants are tulip, salep, snowdrop and the animals are the butterfly, snake and insect for the answer for in which regions are the most common and which endemic plants and animals are encountered and in which areas used. Smuggled endemic species are used for especially in medicine, cosmetics and for collections. In order to struggle with bio-smuggling determination of prevention measures and implementation for the border between entry and exit, training and raising awareness of this issue for customs personnel, assignment

of specialist biologists, ensuring that citizens are aware of the necessary legal arrangements for protecting of diversity of species.

Keywords: *Bio-smuggling, animal, plant, endemic species*

1. GİRİŞ

“Biyokaçakçılık (Biyokorsanlık)” belirli bir bölgede endemik olarak yaşayan ve bulunan bitki, hayvan, bitki tohumları, hayvanların parçaları, kan veya dokuları yetkili makamların izni olmadan toplayarak ülke dışına kaçırılması olup genel anlamda “canlı doğal kaynaklar kaçakçılığı” olarak isimlendirilir [1]. Zengin biyolojik çeşitlilik değere sahip olan ülkemiz, bilimsel araştırmalar, koleksiyon ve ticari amaçlardan dolayı biyokaçakçılık açısından çekici hale gelmektedir. Fakat aynı zamanda bu çeşitlilik art niyetli kişilerin dikkatini çekerek, büyük bir biyolojik çeşitliliğe sahip olan ülkemizde var olan bazı endemik bitki ve hayvan türlerinin ülke dışına çıkarılarak kazanç elde etmeye çalışmasına sebep olmaktadır [2]. Biyokaçakçılık ülkelerin üstesinden gelmek zorunda kaldığı henüz yeni yeni duyulmaya başlanılan bir suç olarak ve aynı zamanda gitgide büyüyen bir sorun durumuna gelmektedir. Türkiye her bakımdan değerli endemik türler bulunduran bir ülke konumundadır ki sadece bitki türleri olarak bakıldığında bile %36 ‘sı endemik türlerdir (Ulusal Biyolojik Çeşitlik Stratejisi ve Eylem Planı, 2007). Ülkemizde tespiti yapılan 12.000 bitki türünün 3700’ü endemiktir. Bu oran bakımından (3700/12000=0.3) dünya da ilk sıradadır. İkinci sırada ise komşumuz Yunanistan yer almaktadır [3] ve [4].

Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nün açıklamış olduğu biyokaçakçılık rakamları şu şekildedir; 2013 yılında 49, 2014 yılında ise 52 biyokaçakçılık vakası tespit edilmiştir [5]. Bu derlememizin hedefi; Biyokaçakçılığa uğrayan türlere dikkat çekmek, bu türlerin doğada ne zaman, nasıl ve nereden toplandığını belirlemek, toplanan bu türlerin ülke dışına hangi yöntemler kullanılarak çıkarıldığını tespit etmek ve suçu işleyenler ile ilgili izlenebilecek hukuki yolları belirtmektir. Biyokaçakçılık sebebiyle türlere ait bireyler ile tür sayısına ilişkin bütün alan kaynak kaybımız her geçen gün katlanarak artmaktadır. Örneğin; Doğu Karadenizde bulunan Kafkas engereği (*Vipera kaznokovi*), Doğu ve İç Anadolu’nun Uludağanları (*Falco cherrug*), Amanoslar’ daki geyik böcekleri (*Lucanus cervus akbesianus*) ile Sivas’ın şifalı balıkları (*Garra rufa*)’ na kadar pek çok tür yurt dışına kaçırılmaktadır. Kaçakçılığı yapılan türlerin bir kısmı canlı, bir kısmı ölü çıkarılırken; bazı türlerin yumurtaları, bazı türlerin ise farklı uzuvları, dokuları alınıp yurt dışına kaçırılmaktadır [6].

Dünya da hızla artmakta olan sanayileşme ve nüfus artışıyla birlikte ülkelerin doğal kaynakları ve biyolojik çeşitliliklerinin korunmasına ihtiyaç duyulması nedeniyle 1987 yılında UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) tarafından bir sözleşme metni oluşturulmuş ve 1992 yılında Rio de Janeiro’da gerçekleştirilen Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nde doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin hızla azalmasının çok önemli bir sorun haline geldiği ve bu sorunun uluslararası bir çaba sarf edilmeden önlenemeyeceği kabul edilmiştir [7]. Türkiye bu Sözleşmeyi 1992’de imzalamış ve 29 Ağustos 1996 tarih ve 4177 sayılı Kanun ile onaylamıştır. Sözleşme 14 Mayıs 1997 yılında ülkemizde yürürlüğe girmiştir [8]. CITES hayvan ve bitki türlerinin canlı ile cansız örneklerin uluslararası ticaretini düzenleyen sözleşmedir. 1 Temmuz 1975 tarihinde Uluslararası seviyede yürürlüğe girmiş olup ülkemizde ise 22 Aralık 1996 tarihinde uygulanmaya başlamıştır [9].

Ülkemiz 'de hemen hemen (15.000) bitkisel tür bulunduğu belirtilmektedir. Bitkisel türler içinde en geniş kısmı oluşturan yaklaşık (11.000) tür ile tohumlu bitkiler yer almaktadır. Bunların da (3.925)'i (%36) oranla ülkemize özgü (endemik) olarak bilinmektedir. Ülkemiz florası tıbbi ve aromatik bitkiler yönünden oldukça zengin bir bölgeye sahip olup, yüksek endemizm (sadece bir bölgede yetişen) oranı, ülkemizi çiçekli bitkiler yönünden oldukça cazip ve çekici kılmaktadır. Türkiye'de hayvan (fauna) biyolojik çeşitliliği de oldukça yüksektir [10]. Ülkemizde şimdiye kadar 1500 civarında omurgalı hayvan türlerimizin olduğu bilinmektedir. Bunların çoğunluğunu balık türleri oluşturmakla beraber 100'ün üzerinde türlerimiz endemiktir. Türkiye'de 460 kuş, 161 memeli, 120 sürüngen, 30 amfibi (çift yaşamlı), 480 deniz balığı ve 236 tür de tatlı su balığı türü yaşamaktadır [11].

Yılan zehirlerinin biyoteknolojik kullanımı genel olarak üç başlık altında toplanabilir: peptit tabanlı ilaç tasarımı, tanısal amaçlı kullanım, bilimsel amaçlı kullanım. Peptit tabanlı ilaç tasarımı konusu yılan zehirlerinin biyoteknolojik kullanımıyla ilgili yapılan çalışmaların büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Yılan zehirlerinin tanısal amaçlı kullanımında özellikle engerek zehirlerinin kan pıhtılaşması üzerindeki farklı etkilerinden yararlanılmaktadır [12]. Yılan zehirleri üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda patenti alınan ürünlerin çoğunluğunu engerek zehirlerinden elde edilen ve kan pıhtılaşması üzerinde etkili olan çeşitli moleküller oluşturmaktadır. Bu ürünlerden bazıları ilaç adayı olarak deneme aşamasındadır, bazıları da onaylı olarak kullanılmaktadır. Bunlara verilebilecek en önemli iki örnek günümüzde özellikle akut koroner sendromun tedavisinde yaygın olarak kullanılan ve engerek zehirlerinden elde edilen iki anti-agregan ilaç olan Aggrastat (*Tirofiban*, *Sisturus miliaris barboursi* zehrinden) ve Integrilin (*Eptifibatide echis carinatus* zehrinden)'dir [13] ve [14]. Bu iki ilaç FDA tarafından 1998 yılında onaylanmıştır. Aggrastat (peptit yapısında olmayan bir tirozin türevi) ve Integrilin (siklik heptapeptit yapısında), plateletlerin yüzeyinde bulunan ve glikoprotein (GP) yapısında olan IIb/IIIa reseptörlerinin antagonisti olarak çalışarak kümeleşmeyi önler [13].

Ülkemiz zengin bitkileriyle dünyanın en önemli ülkelerinden biridir. Türkiye ılıman kuşaktaki konumu itibari ile en zengin floraya sahip ülkesidir. 15.000'e yakın çiçekli bitki ve eğrelti türü doğal olarak yetişmektedir. Bu bitkileri yaklaşık 1/3 ü (3034) Türkiye için endemiktir. Zengin flora ve fauna çeşitliliğine sahip ülkemiz ticari amaçlar ile doğadan canlı- cansız türleri toplayan kaçakçılar için dikkat çekici hale gelmiştir. Doğadan toplanan bitkiler arasında çoğunlukla Dağ Lalesi ve Orkide yer alıyor [15]. Tohumlu bitkilerin yayılış gösterdiği yerler ise genel olarak ılıman iklimte sahip bölgelerdir. Ülkemizde 4.000 üzerinde tohumlu bitki türü olduğu düşünülmektedir. Bu gruba algler, likenler, kara yosunları ve eğreltiler ilave edilmektedir. Bunlar içerisinde 2.000 den fazla tür çeşidine sahip olduğu tahmin edilen algler en büyük grubu oluşturmaktadır. Ülkemizde tespit edilen endemik türlerden 2 tanesi eğreltilere, 6 tanesi ise kara yosunlar türüne aittir [10] ve [16]. Üreme organları çiçek şeklinde özelleşmiş, yaşamının belirli dönemlerinde çiçek açıp tohum oluşturan bitkiler grubudur. İyi gelişmiş iletim sistemlerine sahiptir. Bu nedenle iler vasküllü bitkiler olarak tanımlanır. Ülkemizde bu grupta tür sayısı bakımından en zengin olan Papatyagiller (Compositae) familyasıdır. Bu familya 435 endemik türe sahiptir. Papatyagilleri 400 endemik tür ile Baklagiller (Leguminosae) familyası takip etmektedir [10]. Ülkemizde biyokaçakçılığa maruz kalabilecek olan önemli şehirler şunlardır: Endemik tohumlu bitkiler açısından; Muğla, Antalya, Burdur çevresi, Orta Toroslar, Amanoslar Orta Anadolu da: Sivas, Erzincan, Tuz Gölü çevresi yer almaktadır. Kuzey Anadolu da: Artvin, Rize, Ilgaz Dağları Doğu Anadolu da: Manzur Dağları, Van, Hakkâri, Bitlis yer almaktadır.

Olayın önemini göstermek için ülkemizde yetişen zambakları ele alırsak bunların yurt dışına kaçırılmaları suçtur. Zambak türü için büyük tehlike oluşturan alanlar özellikle kıyı kesimlerinde hızla yaygınlaşan yerleşim yerleridir. Gün geçtikçe sayıları azalan, kum zambağı tıp alanında da kullanılan

önemli bir türdür. Bu açıdan ülkemizin tür çeşitliliğinin korunması bakımından dikkat edilmesi gereken türlerdendir. Kum Zambakları hoş kokusu ve görünümü itibarıyla önemli bir süs bitkisi olmasının yanında içerdiği 150'den fazla alkaloid sayıda olmasından dolayı pestisit ve tıbbi bitki olma özelliği taşımaktadır. Bu özelliği ile antineoplastik ilaçlarda kullanılan bu bitki türü kanser tedavisinde önemli bir yere sahiptir [17]. Zambakgillerden *Fritillaria roylei*'nin soğanları örneğin ateş düşürücü ve solunum yollarında balgam sökücü olarak kullanılmıştır [18].

Ülkemiz'de mantar sayısı 2700 civarında tespit edilmiştir. Bunlardan 4'ü endemik tür olarak kabul edilmiştir. Yaklaşık 50 kadar mantar türü ticari amaca yurt dışına ihraç edilmektedir. Biyokaçakçılığın en çok gelişmiş mantar üzerinde olduğu tespit edilmiştir [19]. Mantarlar genellikle kurtulmuş olarak kaçırılmaktadır. Güneş ışığı görmeyen bir ortamda mantarla kurutulur. Mantarların üreme şekli sporla olduğundan bu işlem mantarların üreme kabiliyetlerine zara vermez. Bu sebeple kurutularak kaçırma hem daha kolaydır hem de götürüldüğü bölgede yeniden üreme olanağı vermektedir. Hatta kurutulan mantarlar içilen poşet çaylarının içi boşaltılır ve kurutulmuş mantarlar poşetlere ilave edilir. Bu şekilde mantarların bitki çaylarıyla karıştırılmaları olanaktır. Kuzugöbeği, keme veya trüf gibi mantar türleri gıda olarak maddi değeri yüksek mantarlardır [20]. Kuzugöbeği mantarı ince, etli ve iç kısmının boş olması nedeni ile hızlı ve kolay olarak kurutulmaktadır. Kurutma ile ağırlığı %90 azalır. Bu mantarı saklamanın en kolay ve garanti yolu bu sebeple kurutmaktır [21] ve [22]. Ayrıca; Kuzugöbeği ilaç sanayinde kullanılan bir mantar türü olma özelliğine sahiptir. Bununla beraber; Sinek mantarı veya gelin mantarı (*Amanita muscaria*), Pilosybe türleri, Conocybe türleri, Panaeolus türleri gibi zehirli mantarlar içerdikleri uyuşturucu madde olma özelliği sebebiyle ecza maddesi olarak kullanılmak üzere biyokaçakçılığı yapılabilecek türlerdir [23].

Omurgasız hayvanlar iç iskelet sistemine sahip olmayan canlılardır. Süngerler, sölenler (mercan, denizanası, vb.), solucanlar (sülük vb.), yumuşakçalar (ahtapot, midye, salyangoz, vb.), eklembacaklılar (yengeç, istakoz, kelebek, sinek, yusufçuk, uğurböceği, geyik böceği, kırkayak vb.), derisidikenliler (denizyıldızı, denizkestanesi vb.) bu ana grubu oluşturmaktadır [24]. Böcekler, geniş bir alana yayılmış gösteren ve dünyada en fazla sayıda karşılaşılan canlılardır [25] ve [26]. Biyokaçakçılık vakaları içinde en çok karşılaşılan omurgasız canlılar olarak kelebek ve böcekler ön plana çıkmaktadır. Böcekler özellikle biyoteknolojik çalışmalar için yabancı uyruklu kişiler tarafından bilimsel çalışma, ticaret ya da koleksiyon gibi alanları geliştirmek amacıyla, antibiyotiğe karşı direnc ve zorlu koşullara dirençleri gibi birtakım özellikleri sebebi ile ülkemizden toplanıp yurtdışına kaçırılmaktadır [23]. Özellikle; Artvin'de 200'den fazla böcek türü tespit edilmiştir. Bu böcekler arasında Geyik Böceği (*Lucanus cervus*) kaçakçıların en fazla aradığı türlerden biridir. Dünya'da bilinen 800 çeşidi arasında en değerlisi olarak gösterilen ve Türkiye'de sadece Amanos Dağları'nda yaşayan Geyik böcekleri'nin, boyları 5-10 cm arasında olabilen, 6 antenli Akbez Geyik Böceği (*Lucanuscervus akbesianus*), özellikle Japonya'da, yaygın olan "Böceklerin Kralı" (Mushiking-King of the Beetles) adlı çizgi film, roman ve kart oyunları nedeniyle çocukların ve koleksiyoncuların ilgi odağı haline gelmiştir [27]. Kelebekler Türkiye'de biyokaçakçılık olayları olarak en çok karşılaşılan böcek gruplarından birisidir [28]. Ülkemiz Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında Kelebek çeşitliliği açısından en zengin ülkesidir. Artvin ilinde 194 farklı kelebek türü tespit edilmiştir, Bunların içerisinde en çok arama yapılan ve kaçakçıların yüksek miktarda para karşılığı satabilecekleri türler arasında yer almaktadır. Kelebek için her türün uçuş zamanı farklıdır. Bu zamanlar en çok Nisan – Eylül ayları arasında en fazla gözlem yapılabilen mevsimdir. Bu dönemde aynı alanlara farklı zamanlarda gidilir ise yüksek oranla farklı türlerle karşılaşmaktadır [29].

Omurgalı hayvanlar; balıklar, iki yaşamlılar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler olmak üzere beş ana gruba ayrılmıştır. Türkiye'de bugüne kadar belirlenen toplam omurgalı hayvan türü sayısı 1500'e yakın

olarak belirtilmiştir [30]. Ülkemiz’ de 236 tür iç su balıkları (61 tür endemik) mevcuttur, deniz balığı olarak 480 tür mevcuttur. Akarsularımız birçok nesli tehlike altında olan balık türlerine ve endemik türe sahiptir. Biyokaçakçılık vakası yönünden dikkat edilmesi gereken bölgeler arasında yer alan sularımız Sakarya nehri, Menderes, göller bölgesi, Van Gölü denilebilir [31]. Kaçakçılığı yapılan balık türleri: Şifa balık /Doktor balık (*Garra rufa*); Kangal balıkları (*Garra rufa*), Sivas - Kangal bölgesindeki termallerde sulara yetiştiriciliği yapılmaktadır. Proteince fakir beslenmelerinden dolayı insan derisi üzerindeki ölü doku parçacıklarını tüketerek cilt hastalıklarının tedavi edilmesi amacıyla kullanılan Cyprinid bir balıktır [32]. Sivas’ın Kangal ilçesinden kaçırılan balıklar bu bölgede üretilip ülke içindeki sağlık merkezlerinde kullanıldığı gibi diğer ülkelere de satılmaktadır [6].

Ülkemizde bugüne kadar 8 endemik çift yaşamlılar (amfibiler) türü tespit edilmiştir. Kuyruklu kurbağalar (semenderler) ve kuyuksuz kurbağalar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır [6]. Amfibiler’ de biyokaçakçılığın nedenleri genel olarak; hobi amaçlı, teraryumlarda beslenme (semenderlerin pek çoğu, ağaç kurbağaları ve bilimsel amaçlı olarak (bütün endemik ve nadir türler) gibi nedenlerden dolayı kaçakçılığı yapılmaktadır [6]. Ülkemiz’de birtakım kaynaklara göre 17 bazılarına göre ise 12 endemik sürüngen tür bulunmaktadır. Ayrıca ülkemiz için endemik tür olamayan fakat nesilleri küresel ölçüde tehdit altında olan birçok sürüngen mevcuttur [31]. Sürüngenler de kaçakçılık yapıma nedenleri; Özellikle zehirleri ilaç alanında kullanılmak üzere, derileri ile yumurtaları koleksiyon için ve bilimsel araştırmaları amacı ile kaçırılmaktadır. Günümüzde dikkat çeken renklerinden, desenlerinden, nadir bulunmalarından ve zehirlerinin yüksek maddi kazanç sağlanmasından dolayı kaçakçılığı yapılmaktadır. Şeritli engerek (*Montivipera xanthina*), Vagner engereği (*Montivipera wagneri*), Kafkas engereği (*Vipera kaznakovi*) vb. engerek türü yabancı uyruklu kişiler tarafından toplanıp yurt dışına kaçırılmaktadır [6].

Ülkemiz ‘de 460’ın üstünde kuş türü belirlenmiştir. Kuş türleri açısından oldukça zengin bir ülkedir. Bu türlerden yaklaşık olarak ülkemizde 96 tanesi her zaman gözlenemeyen türlerdir ve bunlara “rastlantısal konuk türler” denir. Geri kalan 364 kuş türü ise ülkemizde düzenli olarak görülebilen türler arasında yer almaktadır [23]. Ülkemizde endemik tür bulunmamasına rağmen popülasyonun büyük miktarı ülkemizde olan türleri vardır. Yırtıcı kuşların gözlenmesi ve yakalanması için en önemli bölgeler Türkiye’de genellikle Doğu Karadeniz ve Kafkasya bölgesidir. Ülkemizden çoğunlukla Arap ülkelerine kaçakçılığı yapılan kuşlar, Doğan türlerinden olan Uludoğan türleri kuşlar içinde ilk sırada yer almaktadır. Kuşlar ’da biyokaçakçılığın yapılmasının nedenleri ise; Kafes kuşu olarak ötüşlerinin güzel olması sebebi ile beslenmesi (Saka, florya, iskete), avcılıkta kullanılmaları amacı ile (Atmaca, Ulu doğan, Gökdoğan, Kaya kartalı), yumurta koleksiyonları için veya yumurtalarını toplamak amacı ile kümes hayvanı olarak beslemek. (Keklik, turaç, ürkeklik, ördekler...) gibi nedenlerden dolayı kuşların yurt dışına kaçakçılığı yapılmaktadır [6].

Türkiye’de karasal ve denizde yaşayan memeli türlerinin sayısı yaklaşık olarak 161’dir. On tanesi Balina ve Yunus, bir tanesi nesli tehlike altında olan ve son zamanlarda sıkça koruma çalışmalarına da konu olan Akdeniz Fokudur (*Monachus monachus*). Kaçakçılığa konu olabilecek bu özel türlere şu örnekler verilebilir; oldukça az sayıdaki Orta ve Doğu Anadolu bozkırında kalmış Yaban Koyunu (*Ovis orientalis*). Hatay ve Urfa sınırında olan ve sayıları azalmakta olan Ceylan (*Gazellasuggutturosa*) ve dünyadaki tek sarf ırkı Antalya bölgesinde bulunan Alageyiğin (*Cervus dama*)’ dir [23]. Ülkemiz ’de endemik olan memeli türlerinin tamamı küçük memeli türler oluşturmaktadır. Büyük memeli türler genellikle ülkemizin dışında da yaşadığından ve gümrükten neredeyse çıkarılmaları imkânsız olduğundan dolayı kaçırılma olasılıkları oldukça azdır. Bu nedenle alınmak istenen örneklerin ülkeden

çıkarılması için tercih edilecek yöntem genellikle kan, organ veya organlarının çıkarılması şeklindedir. Küçük memeli türleri ise canlı veya doldurulmuş olarak kaçırılmaktadır [6].

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Biyolojik zenginliklerimiz üç yöntem ile yurtdışına kaçırılmaktadır [33]. Araştırma merkezleri ya da firmalar da çalışan biyologlar turist görünümüyle bitki veya hayvan türlerini toplarlar. Yılanların zehir örneklerini, kelebekleri, Bombus gibi arıları, şahin, atmaca gibi nadir kuşları ya da yumurtalarını, kaçırmaktadır [6]. Ülkemizde ilk doğa kaçakçılığı vakası yaklaşık 550 yıl önce lale soğanlarının Hollanda'ya çıkarılmasıyla başladığı bilinmektedir. Osmanlıdan o yıllarda kaçakçılığı yapılan laleler, Hollanda için önemli bir ekonomik kazanç haline geldi ve kaçırdığı bu bitkileri başka birçok ülke gibi Osmanlı'ya da satmaya başladı. Günümüzde halen lale, Hollanda'nın en önemli ihraç ürünlerindedir [33]. Dışişleri Bakanlığı'nın izi ve Türk üniversitelerinin gözetimiyle yabancı bilim adamları sınırlı sayıda materyali toplayıp ülkesine çıkarabiliyor. Bunun haricinde tüm girişimler kaçaklıktır. Kimi zaman yabancı bilim adamları ticarete alet edilir [6]. Turist olarak gelip nadir hayvan türleri doğal alanlardan toplanıp, yurtdışına kaçırılmaktadır [6]. Koruma biyolojisi, türlerin, habitatlarının ve ekosistemlerin aşırı tükenme oranlarından ve biyotik etkileşimlerin aşınmasından korunma amacıyla doğanın ve Dünya'nın biyolojik çeşitliliğinin yönetimidir [34], [35], [36]. Bu doğa ve sosyal bilimler ve doğal kaynak yönetimi pratiği üzerine disiplinlerarası bir konudur [37], [38], [39].

Engerek yılan zehirlerinin özellikle ilaç sanayisinde ne kadar önemli olduğuna dair çıkan haberlerde onay almış ve almakta olan ilaçlar üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Boyları genel olarak 1 metrenin üstünde olan 1,8 metreye kadar ulaşabilen Koca Engerek, bu özelliği sayesinde Türkiye ve Kıbrıs'ın en büyük engerek türüdür. Sırt tarafı kahverengidir ve üzerinde, kimi zaman belirsiz, iri koyu lekeler mevcuttur. Karın tarafı pembemsi - beyazdır ve üzerinde dağınık siyah lekeler bulunur. Başın üst tarafında sadece küçük pullar bulunur. Kuyruk kısımları uç kısma doğru birden sivrileşir ve oldukça kısadır [11].

Tabiatın bitki, hayvan, böcek, vb. toplayan kişilerin araştırmaları için izinlerinin bulunup bulunmadığı ve araştırma izinlerinde örnekleri toplamaya dair onay içerip içermediği kontrol edilmelidir. Yanlarında izin belgesi bulunduran yabancı uyruklu araştırmacıların aynı konu üzerinde çalışan Türk araştırmacıların yanlarında yer alıp almadığı kontrol edilmelidir. Araştırmacı izni olmadan örnek topluyorsa ceza uygulaması sağlanmalıdır. İzni olmadan kişiler tarafından toplanan materyal tespit edildikten sonra bu örneklere el konularak doğaya tekrar bırakılması sağlanmalıdır. Ceza işlemi uygulanmış olsa dahi izni olmadan örnek toplayan kişiler bu eylemi tekrarlamaları olasılığına karşı ülkeden ayrılırken tekrar aranmaları için İç İşleri Bakanlığı'na (Emniyet Genel Müdürlüğü) ile Gümrük ve Ticaret Bakanlığı'na [40] ait web sayfasında bulunan online ihbar formu doldurularak veya ALO 136 ihbar hattını arayarak ihbar edilmelidir [23].

Flora elemanları ve kara avcılığı kanunu kapsamında olmayan fauna elemanları ile ilgili Türkiye'de bilimsel araştırma yapmak isteyen yabancı araştırmacılar 4/4/1988 tarihli ve 88/12839 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe giren Türkiye'de İlmî Araştırma, İnceleme Yapmak ve Film Çekmek İsteyen Yabancılar veya Yabancılar Adına Müracaat Edenler ile Yabancı Basın-Yayın Mensuplarının Tabi Olacakları Esaslar çerçevesinde faaliyetin planlanan başlama tarihinden en az üç (3) ay önce aşağıdaki belgelerle birlikte Türkçe dilinde Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'ne başvururlar. Kara avcılığı kanunu kapsamında olan fauna elemanları ile ilgili "Av ve Yaban Hayvanlarının ve Yaşam Alanlarının Korunması, Zararlılarıyla Mücadele Usul Ve Esasları Hakkında

Yönetmelik’ gereği Türkiye’de bilimsel araştırma, markalama ve halkalama çalışması yapmak isteyen yabancılar, 4/4/1988 tarihli ve 88/12839 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe giren Türkiye’de İlimi Araştırma, İnceleme Yapmak ve Film Çekmek İsteyen Yabancılar veya Yabancılar Adına Müracaat Edenler ile Yabancı Basın-Yayın Mensuplarının Tabi Olacakları Esaslar çerçevesinde, gözlem ve envanter çalışmaları için bölge müdürlüğüne, diğer çalışmalar için ise Genel Müdürlüğe yapılır. Araştırmacının ülkemize giriş ve çıkış yapacağı tarihleri ile hangi gümrük kapılarını kullanacağını içeren beyanı olmalıdır. Yabancı araştırmacıların yaşadıkları yere ait ikamet adresi olmalıdır. Bunların dışında yerli araştırmacılar için geçerli olan prosedür gereği istenen diğer belgeler olmalıdır. Yabancı araştırmacı izlenim formu [41] adresinden bulunabilmektedir.

Ticaret ve seyahat yoluyla bilinçli ya da bilinçsiz, olarak İstilacı canlı türler diğer ülkelere geçirilebilmektedir. Kaçakçılık dışında biyolojik çeşitliliği tehdit eden diğer bir unsur olarak biyolojik savaş içinde değerlendirilebilir. Yerli türlere zararı olan bitki ve hayvan türleri değişik yollarla ülke içerisine taşınmaktadır. İstilacı yabancı türler olarak adlandırılan ve bir ülkenin biyolojik çeşitliliği içinde yer almayan türler, sadece istilaya geçtiği ülke için değil tüm dünya biyolojik çeşitliliği için önemli tehditlerden biri olarak kabul edilmektedir [42]. Türkiye’de ilk kez 1990 yılında Artvin’in Borçka ilçesinde görülen ve bugün Ordu iline kadar yayılan bitki “ it dolambacı” olarak tanımlanmıştır. Türkiye’ye Gürcistan’dan girdiği tahmin edilen bu bitki yılda 15 metre kadar uzar ve tek bir tanesi bile 4000 adet tohum bırakma özelliğine sahiptir. Farklı aylarda ve bir sonraki yıl bile çimlenebilme özelliğine sahiptir fakat, bu bitki türü yerli türlerin yok olması başta olmak üzere pek çok ekolojik ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır [42]. Zorla sokulan türler (yabancı türler, egzotik türler, yerli olmayan türler) kendi yerel dağılım aralığının dışında yaşayan, ancak oraya kasıtlı veya kazara insan etkinliği ile ulaşmış olan bir türdür. Yerel olmayan türlerin yerel ekosistem üzerinde çeşitli etkileri olabilir. Kurulan ve giriş yerinin ötesine yayılan türlere istilacı türler denir. Zorla koyulan türlerin etkisi oldukça değişkendir. Bazılarının yerel ekosistem üzerinde olumsuz etkileri olurken, diğer tanıtılan türlerin olumsuz etkisi veya sadece küçük etkisi olabilir. Bazı türler kasıtlı olarak zararlılarla mücadele etmek amacıyla sokulmuştur. Biyo-kontrolcüler olarak adlandırılırlar ve örneğin tarımdaki pestisitlere bir alternatif olarak yararlı olarak kabul edilebilirler. Bazı durumlarda, uzun vadede faydalı veya zararlı olma potansiyeli bilinmemektedir [43].

Araştırma merkezlerinde çalışan çevre mühendisliği, biyolog, ziraat mühendisleri, peyzaj mimarı gibi doğa casusları turist kimliğiyle ülkemize gelen şahıslar, ilgili habitatlara ulaşarak bitki ve hayvan türlerimizi toplayarak veya para karşılığı toplatarak kaçırmaktadır. Türk üniversitelerinin gözetmenliğinde ve Dışişleri Bakanlığının izni ile doğa araştırmalarına bulunan bilim insanları topladıkları bitki ve hayvan tür örneklerinin ülkelerine çıkarabilmektedir [23]. Biyokaçakçılık vakası açısından türlerin riskli olduğu dönemler taksonlar arasında değişiklik göstermektedir. Türlerin doğadan toplaması için müsait olan dönemler spesifik bir bitki toplanacaksa bitkinin tanınabilmesi için çiçeklenme ya da tohumlanma dönemleridir [23].

Sucul omurgasızlar için biyokaçakçılık vakalarına yönelik riskli dönemler; çoğunlukla avlanma yasağı tarihi başı olan 1 Nisan’dan itibaren eşeyssel olgunluğa ulaşmakta ve üreme periyoduna geçmektedir. Genellikle karasal eklembacaklıların toplanması için en riskli dönem; ergin hale ulaştıkları zaman olup, ilkbahar ve yaz dönemlerinin başlangıcıdır. İklim farklılıklarındaki değişkenlikler önemsenmez ise çoğunlukla Nisan- Ekim ayları arasında aktif olarak ortaya çıkmaktadır [44]. Omurgalı Hayvan örneklerinin toplanması, taşınması ve saklanması ile ilgili bilgiler çok eski dönemlere aittir. Uzmanlar omurgalı gruplarının her biri hatta her türlerle ilgili farklı metotlar kullanmaktadırlar. Sık olarak kullanıldığı bilinen hayvan yakalama kapanları, tuzaklar, ağlar, detektörler ilk sırada akla gelenlerdir.

Ayrıca daha önem arz eden bir konu olarak biyolojik numunenin taşınmasıdır. Son zamanlarda canlı türünün kendisinin kaçırılmasındansa herhangi bir doku parçalarının ve kanının kaçırılması moleküler düzeyde yapılacak çalışmalar için yeterli gelmektedir. 4-5 cm'lik uzunlukta 1-2 cm'lik çapı olan tüplerde ya da plastik kaplarda formaldehit veya alkol gibi koruma sıvıları içinde taşınabilen omurgalı doku parçaları ve sıvıları rahatlıkla kaçırılabilir [23]. Hayvanların büyüklüğü ve damar yapısına bağlı olarak değişen çeşitli büyüklükteki şırıngalarla kan örnekleri alınır. Alınan kan örnekleri, heparinli veya EDTA'lı deney tüpleri içerisine konarak (5-10 ml yeterli), soğuk zincirli veya araçlarda bulunan buzdolabında saklanarak taşınabilir [23].

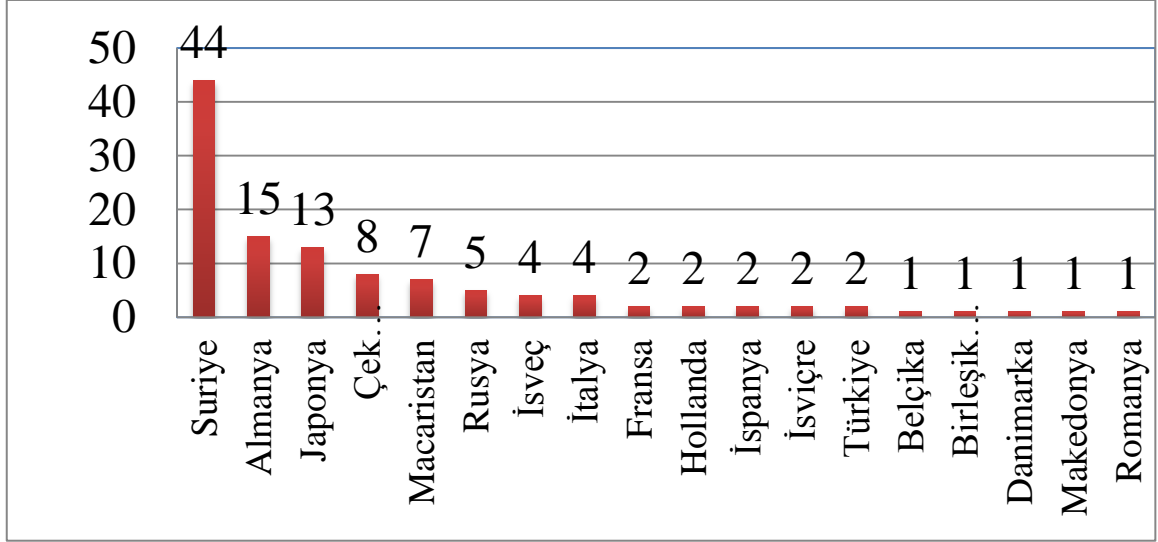
Biyokaçakçılığa en fazla maruz kalan canlı gruplarından bir diğeri de sürüngenlerdir. Bu türler, arazide gece ve gündüz, ormanlık alanlarda ya da su kıyılarında toplanabilir. Bu canlı türleri, arazide doğrudan veya ucu kısıkaçlı uzun bir sopa ya da hayvanın içinde kalmasını sağlayan kutu benzeri bir tuzaklarla yakalanabilmektedir. Ayrıca sürüngenlere ait zehirler, bazı plastik kaplara sağılarak yurt dışına kaçırılabilir [23]. Ağ yardımı ile yakalanıp canlı ya da ölü olarak taşınan kuşlar tel, karton gibi kafesler içinde taşınabildikleri gibi ayaklarından bağlanarak da taşınabilmektedir. Ölü halde taşınacak kuşlar için bozulma ve koku yapma olasılığını ortadan kaldırmak amacıyla plastik kapların içine alkol konularak taşınabilmektedir kurbağaların kaçırılma şekli gösterilmiştir. Toplanan kurbağalar film kutusunun içine konulup çıkartılmaktadır [23]. Kuşların biyokaçakçılık açısından özellikle üreme dönemleri önem arz etmektedir. Son yıllarda kuş kaçakçılığı ile alakalı yeni yöntemler bulunmuştur. Daha çok Suriye sınırında meydana gelen bu yöntem özellikle Uludoğan gibi yırtıcı türlerde ülke dışına çıkarılacağı sınıra kadar araç ile getirilen türler, sınıra yakın ve uygun yerlerde serbest bırakılıp sınırın diğer tarafında bekleyen ve elinde eğitimli evcil güvercinler olan diğer kişiler tarafından tuzağa çekilerek yakalanıp kaçırılmaktadır. Bu sayede gümrük işlemlerine maruz kalmadan ülkemizdeki doğan türleri kaçırılabilir [23].

Büyük memeli türlerinin yakalanmaları ve fark edilmeden direk gümrükten geçirilerek yurt dışına çıkarılmaları olanaksız olduğu için genelde postları ya da doku parçaları çıkarılmaktadır. Küçük memeli türleri ise kafeslerde canlı olarak yurt dışına kaçırıldıkları gibi, türlere ait post ve çeşitli vücut parçaları da kaçırılabilir [23]. İnsanların günümüzde karşılaştığı en önemli küresel tehditlerden biri olarak kabul edilen faktör Biyolojik çeşitliliğin azalmasıdır. Günümüzde tür kayıplarının oranları geçtiğimiz yıllara oranla daha yüksek seviyede olması insanların doğal çevreyi olumsuz yönde etkilemeleri ve zarar vermelerinin bir göstergesidir. Ülkemizin biyolojik kaynak anlamında sahip olduğu potansiyeli değerlendirebilmesi ve bu kaynakları yok etmeden kalkınma sürecinde devam etmesi ulusal seviyede sağlanacak bir iş birliğine bağlıdır. Dikkat edilebilecek unsurlardan bazılarını söyleyecek olursak; Gümrükler de botanik, entomoloji, zooloji vb. alanlarında uzman lisans ve yüksek lisans eğitim almış olup üniversitelerin Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü mezunu (biyolog) uzman personelin görevlendirilmesi, Endemik türlerin fazlaca bulunduğu alanlarda bölge halkının bilinçlendirilmesi ve yörelerinde gördükleri araştırmacı ya da örnek toplayan kişilerin ilgili kurumlara ihbar etmelerinin sağlanması, Kolluk kuvvetleri ve ilgili bakanlıkların taşra ekipleri tarafından doğal ortamlarda biyolojik materyal toplayan, inceleyen kişilerin kontrol edilmesi, Ülkemizdeki biyolojik araştırmaların özendirilmelerinden kaçınılmalı, biyokaçakçılığın cazibesini yitirmesinin sağlanması yapılmalıdır. Ülkemizde çalışacak yabancı uyruklu kişiler ülkeye giriş nedenlerinin, eğer bilimsel çalışma yapacaklarsa Türkiye' den kiminle bu çalışmayı yapacakları sorgulanmalı ve teyidi yapılmalıdır. Çalışacakları konu ile ilgili Türkiye' de çalışan yerli bir araştırmacının konuya dahil olması zorunluluğu getirilmelidir. Bu şekilde toplanacak örneklerin ne şekilde, hangi ölçüde, ne zaman ve nereden toplandığı izlenmiş ve toplanan örneklerin akıbeti de takip altına alınmış olacaktır. Çalışmalarının sonuçları rapor şeklinde ilgili kuruma verilmelidir. Çalışmanın işleyişi ve sonucu

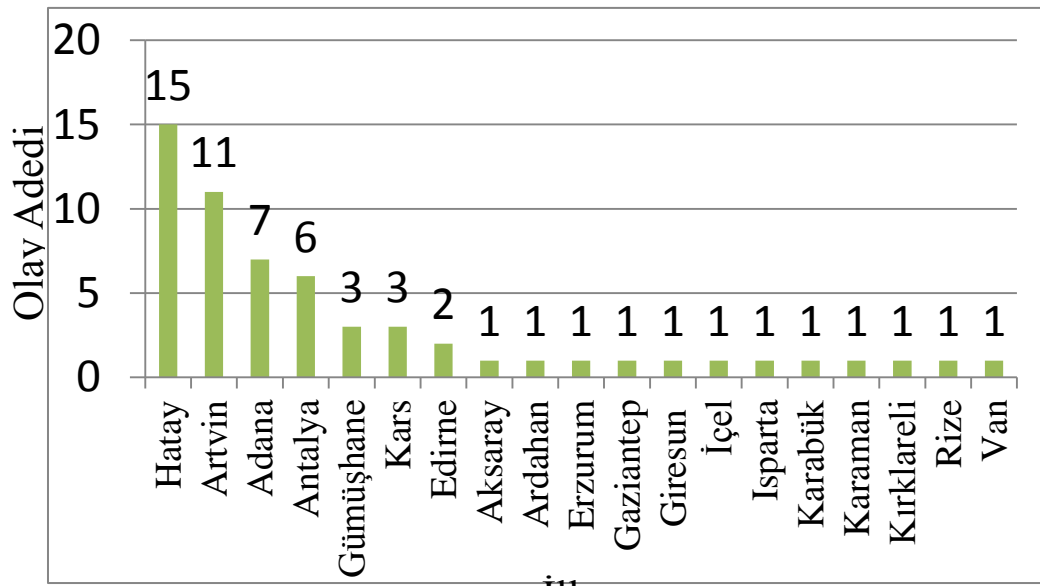
hakkında belli aralıklarla bilgiler istenmelidir. Dört mevsimde ve her saatte biyolojik kaçakçılığın yapılabileceği unutulmamalıdır. Rutin olarak doğal çevrenin gözetmenliği sıkça yapılmalıdır [45]. Fazla rastlanılmayan bu suç türü hakkında kolluk kuvvetleri, kurum ve kuruluşlar ile ortak eğitim programları düzenlenerek, konu hakkında personelinin bilgilendirilmesi ve durumsal farkındalığın artırılması, biyokaçakçılığın önlenmesi için alınabilecek tedbirlerden bazıları olarak öne çıkmaktadır. Çizelge 1’de yıllara göre kaçakçılığı yapılan bitki türleri belirtilmiştir. Hangi bölgelerden türlerin çıkartılmaya çalışıldığı, ne gibi alanlarda kullanılmak üzere toplandıkları ve hangi ülke vatandaşları tarafından çıkartılmak istenildikleri yer almaktadır. Ülkemizden en çok Suriye uyruklu kişiler tarafından 2007-2015 yılları arasında 44 adet kaçakçılık yapıldığı tespit edilmektedir.

Çizelge 1. Yıllara göre kaçakçılık oranları ve yakalanan kişi uyrukları 2007- 2015 tarihleri arasında yıllara göre ve tehdit altındaki şehirlerimiz kaçırılma sayıları belirtilmiştir [46].

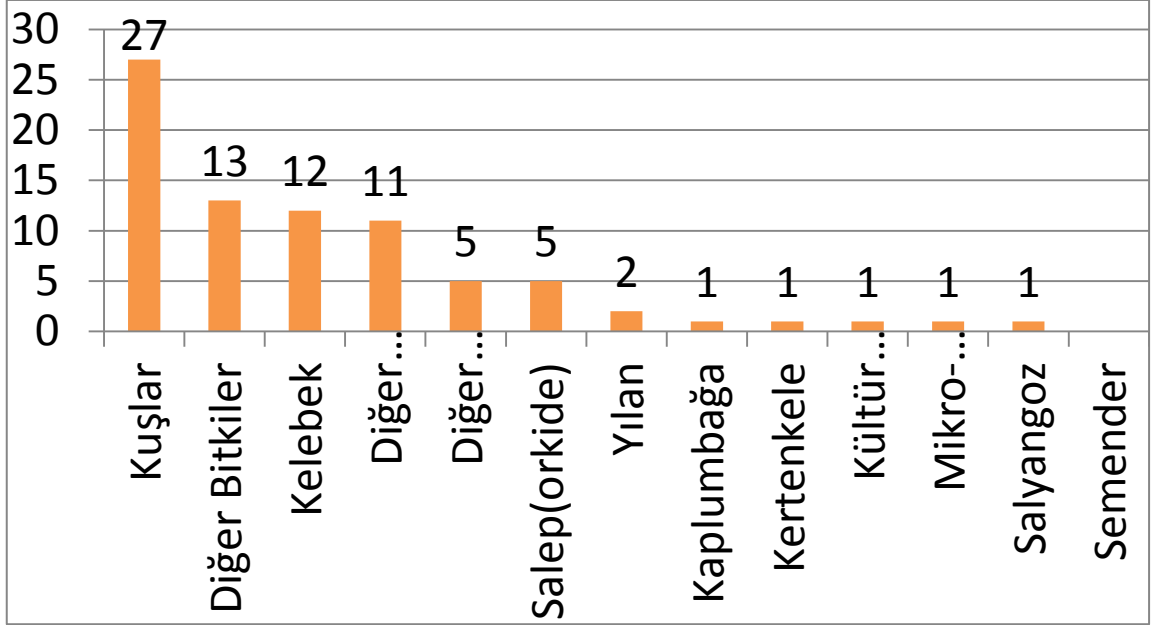
Yakalamanın gerçekleştiği il	Yakalanan kişinin uyruğu	Ele geçirilen türler	Yıllara göre vaka sayıları										
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
Adana	Suriye	Kuş (Saka kuşu)	1			1	5						
Aksaray	Çek Cumhuriyeti	Bitki		1									
Antalya	İsviçre, Belçika, Romanya, Almanya, İngiltere, Macaristan	Kelebek ve diğer böcek türleri. Kaptumbağa, bitki(salıp soğan)					3	1			1	1	
Artvin	Makedonya, Almanya, Rusya, Fransa, İsviçre, Macaristan, Japonya	Kelebek ve diğer böcek türleri. Salyangoz, sütlük, yılan ve bitki türleri	1	1			1	5	2	1			
Edirne	Çek Cumhuriyeti, Hollanda	Bitki ve böcek					2						
Gaziantep	Japonya	Bitki (yabancı buğday)						1					
Gümüşhane	Çek Cumhuriyeti	Böcek						1					
Hatay	Suriye	Kuş (papağan ve saka kuşu)			1	5	7	2					
Isparta	İtalya	Bitki				1							
Karabük	İspanya	Bitki, tohum, böcek					1						
Kars	Suriye	Kuş (güvercin)			1		1	1					
Kırklareli	Macaristan	Bitki				1							
Rize	İsviçre, Danimarka	Bitki					1						
Van	Macaristan	Bitki				1							
Giresun		Böcek									1		
Mersin	Rusya	Kelebek, böcek											1
Ardahan	Almanya	Bitki, yılan											1



Şekil 1. Olaya karışan kişi sayıları ve ülkeler [47]. 2007-2015 yılları arasında 18 farklı ülkenin vatandaşları ülkemizde biyokaçakçılık yapmıştır.



Şekil 2. Kaçakçılık yapılan iller ve sayıları [47]. Türkiye de en fazla kaçakçılık vakası görülen şehir olarak bildirilen şehir Hatay olup, 2007 – 2015 yılları arasında 15 kaçakçılık tespit edilmiştir. 2007-2015 yılları arasında 19 farklı ilimizde biyokaçakçılık vakası tespit edilmiştir.



Şekil 3. Kaçakçılığı yapılan canlılar ve sayıları [47]. Doğrudan ticaret amaçlı biyokaçakçılık vakalarında kuşlar ve kelebekler, genetik kaynak elde etmeye yönelik vakalarda farklı türlerden bitkiler, böcekler ve sürüngenler kaçırılmaktadır.

Ülkemize yurt dışından gelen yabancı uyruklu kişiler bilimsel, kültürel ya da iş toplantılarına katılmak üzere geldiklerini belirtip asıl gelme sebeplerini gizlemektedir. Ülkemize asıl gelme sebebini saklayarak bölgeden izinsiz nadir, nesli tehdit altında veya endemik türlerimizi çeşitli yöntemler ile ülkelerine kaçırmaktadır. Kişiler; özellikle kardelen, safran, orkide ile salep, gibi nadir bitkilerin soğanlarını kutu içerisinde, çeşitli bitkilere ait kök ve tohum örneklerini poşet ve zarflar içerisinde ve ya presleyerek kaçırmaktadır. Hayvan türlerinde ise; özellikle kelebek, salyangoz, kurbağa, böcek yılan, kertenkele vb. canlıları tüpler içerisinde, şişe içerisinde ya da bez torbalar içerisinde yurt dışına kaçırmaktadır.

Biyo-güvenlik: Göller yöresi dışındaki genotipler büyük ölçüde kaybolmaya yüz tutmuştur. Isparta yağ gülü Çin gibi ülkeler başta olmak üzere bazı ülkelere yasal olmayan yollarla çıkarılmıştır. Ülkemizden özellikle Isparta-Burdur civarından yabancı ülkelere bol miktarda yasa dışı yollardan gül çelikleri/fideleri gönderilmektedir. Yurt dışında gülcülüğün yayılması amacı ile Isparta'dan teknisyen ve bahçıvan götürerek yayılması teşvik edilmektedir [48]. Son yıllarda gül meraklılarının azalmasıyla ve kuvvetli şehirleşme baskısı ile güllerin genetik çeşitliliği azalmakta ve faydalanma usullerine yönelik kültür ve bilgi zayıflamaktadır. Bazıları ise ticarileştirilerek başka ülkeler tarafından satılmaktadır [49]. Yerli çeşitlerimiz geliştirilmediği ya da gelişmenin dış ülkelere göre yetersiz oluşu nedeniyle bazı yerel yönetimler ihale yolu ile geneli yurtdışından gelen ya da genleriyle oynanmış; sadece çiçek renkleri farklı ve sert, kalın çiçekli, kokusuz gül çeşitlerini satın alarak kent merkezlerini donatmaktadırlar. Genellikle mezarlık, türbe, cami önlerine, nadiren eski konak bahçelerine ve tarla kenarlarına çok dikilen bir gül *Rosa foetida*'dır. Ülkemizde hem yabancı olarak yetişmekte hem de çokça yetiştirilmektedir. Doğal güllerimizden pembe ve sarı renkli olanlarda koku verme özelliğine göre diğer

güllere oranla daha fazladır. Rosa odorata türüne ait Halfeti gülü adıyla bilinen siyah gül, Louis XIV adıyla ticari olarak Avrupa ülkelerinde satılmaktadır.

Omurgalı türleri; ıslak olmayan kutu karton benzeri sert bir zemine iğnelenme şeklinde kaçırılabilirdiği gibi zarflar içersin de çıkarılmaktadır. Hemen hemen bütün örümcekler ve yumuşak yapılı böcekler (yaprak bitleri, termitler), tüm yumurtalar ile larvalar çoğunlukla %70-95 etil alkol ihtiva eden tüp veya şişeler de ülke dışına çıkarılmaktadır. Yılan, Akrep gibi hayvanların zehirleri de benzer şekilde küçük tüplerde yurt dışına kaçırılmaktadır. Özellikle Doğu Karadeniz, Van, Hakkâri ve çevresinde omurgalı türlerinin kaçırılmalarının oldukça yaygın görüldüğü bölge ve şehirlerdir. Vatandaşlar karşılaştığı şüpheli durum ve şahısların bölgedeki kolluk kuvvetlerine (jandarma, polis) hatta imkân varsa doğrudan Orman ve Su İşleri Bakanlığına (136) bildirmelidir. Bu kişilerin cezalandırılabilmesi için ihbar yapan vatandaşların suçu tespit ettikleri kişilere ait bilgileri, suç mahallini ve işlenen biyokaçakçılık suçu ile ilgili toplanan malzeme örnekleri, hatta imkân an varsa olayın fotoğraflarını ilgili kurumlara kanıt olarak iletmeleri gerekmektedir.

Biyokaçakçılık suçunu işleyen kişiler hedefledikleri türlerin koruma altında olmadığı, nesli tehdit altında olmaları ya da endemik tür olmalarına göre işlenen suçun halinde para cezası hatta hapis cezasına kadar hukuksal uygulamalar yapılmalıdır. Kaçırılma vakası durumunda teşebbüs dahi türe kastetmek, ekosisteme zarar verme vb. nedenler sebebiyle caydırıcı ceza uygulamalarına tabi tutulmalıdır. Biyokaçakçılık suçu, “kabahat” kavramı olarak değil “suç” kavramı olarak ele alınmalıdır.. Bu amaçla özel biyokaçakçılıkla Mücadele Kanunu düzenlenmeli ya da 5607 Sayılı Kaçakçılıkla Mücadele Kanununa ek yapılmalıdır. Biyokaçakçılığı yapılan türler Uluslararası Sözleşmenin tür listesi eklerine ilave edilerek Bakanlar kuruluna bildirilmelidir. Konu ile ilgili mevzuatla, kanun ve yönetmeliklerin ekini resmi gazete ve internet sitelerinde yayınlamalı ve düzenli bir şekilde güncellemesi sağlanmalıdır. Çevre İhtisas Mahkemelerini kurulması ile denetim ve düzen, kontrol yönünden daha güvenli olmalıdır. Kaçakçıların takibi esnasında Emniyet veya jandarma Gümrük ihbar hattını arayarak (136) Gümrükte bulunan yetkili kişilere haber verir. Gümrük muhafaza memurları alınan ihbar üzerine ilgili kişileri arama yetkisine sahiptir. Bu şekilde gerekli tedbirlerin alınması sağlanır ve kaçakçıların ülke dışına çıkışları engellenebilir. Kişiler çalışma amaçlarına göre Gümrük memurlarına belgelerini göstermek zorundadır. Bilimsel alanda çalışma yapmak üzere memurlerin toplama yaptığını bildirmesiyle, Orman ve Su İşleri Bakanlığı’ndan alınmış toplama ve yurt dışına çıkarma izin belgelerini göstermek zorundadır. Şahsın ticaret sebepli toplama yaptığını bildirmesiyle, CITES izin belgelerini göstermesi zorunludur. Gümrüklerde görevlendirilecek kişilerde lisans ve yüksek lisans seviyelerinde biyoloji, zooloji, botanik, su ürünleri, entomoloji eğitimleri aranmalıdır.

Canlı/cansız kaçakçılığı yapılan türlerin biyokaçakçılıkla mücadelede ile ilgilenen birimlerin bu canlıları tanımaları amacı ile eğitim malzemeleri hazırlanmalıdır: Bitki ve hayvan türlerinin tanıtımını yapan, bilgi verici kitaplar hazırlanmalıdır. Doğal kaynaklarımızın “sürdürülebilir kullanım ilkesi” çerçevesinde yerel ve ülke ekonomisine katkı sağlayan birçok örnek ve önerileri içeren “Biyolojik Kaynakların Ticaretinde İyi Uygulamalar Rehberi” Olmalıdır. Medya ile işbirliği yapılarak bilgi verici, reklamlar, panolar, broşürler hazırlanmalıdır. Türkiye’den CITES listesine eklenmesini gereken türler belirlenmelidir. Çalışma alanları aynı konu üzerinde olan yabancı uyruklu kişiler ile Türkiye’de çalışan uzman beraberinde çalışma zorunluluğu getirilmelidir. Bu sayede araştırma için kullanılan materyallerin hangi bölgelerden, ne zaman, ne şekillerde ne kadar oranlarda toplandığı izlemi, takip edilmiş ve kayıt altına alınmış olur. Çalışmanın sonucunda çalışma verilerini ve sonuçlarını rapor ya da bildiri şeklinde görevli kuruluşlara iletilmesi zorunluluğu tutulmalıdır. Tür bilim insanlarının çalışmalarına bağlı olarak biyolojik zenginliğimiz ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle arazi çalışmaları için alınması zorunlu

tutulacaktır. Doğa Koruma ve Milli Parklar Bölge Müdürlükleri, Kolluk kuvvetleri ya da şehirlerde mevcut Şube Müdürlükleri biyokaçakçılık şüphesi olan bir vaka ile karşılaşıldığında bu kuruluşlar beraber hareket etmelidir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığıtaşra teşkilatından konu ile ilgili personeller de tespit ve tutanak işlemlerinde kolluk kuvvetlerine eşlik edebilirler. Biyokaçakçılık olayının tutanağında, kolluk kuvvetleri, tespitte yer alan ilgili kurum çalışanları ve şüphelilerin imzası (yabancı ise tercümanın da imzası) ile; Vakaların ne şekilde bulunduğu, Yakalanmış kişilerin kimliği ile adresinin bilgileri, Olayın yaşandığı bölge ile zamanı, Olayın suç veya kabahat oluşturan özelliği, Toplanan canlı türlerine ilişkin bilgi, Toplanan delillere ilişkin bilgiler yer almalıdır.

Toplanan materyaller; Ele geçirilmiş olan canlı ve doğal ortama uyum sağlayabilecek durumda ise canlı türlerinin çeşitleri, sayıları ve nereye, kimler tarafından bırakıldığını belirten bir tutanak tutularak, doğal ortamlarına bırakılmaları sağlanır, Toplanan tür yaralı veya zarar görmüş ise tedavi edilebilecek, sağlıklı hale getirebilecek bir akademik kuruluşa, kurtarma merkezine veya araştırma merkezlerine tutanağı ile teslimatı yapılmalıdır, Toplanan tür cansız ise herbaryum (sıkıştırılarak kurutulmuş bitki örnekleri koleksiyonu.) materyali, koleksiyon örneği gibi amaçlarla kullanılabilereği bir üniversiteye veya araştırma merkezlerine tutanakla teslim edilir.

Her geçen gün önemini daha çok kavramamız gereken bir suç olan biyokaçakçılık zaman geçtikçe daha çok önem arz etmektedir. Ülkemizin konumu yapısı itibariyle çekici duruma gelmesi ile tür kaçırılmaları oldukça yaygınlaşmıştır. Ülkemize has çoğu türümüz elimizden alınıp bize karşı ticareti yapılmaktadır. Örneğin *Bombus* arılarımız tozlaşma açısından büyük öneme sahipken kaçırılıp ülkemize kiralanmaktadır. Bu gibi daha birçok örneklerimiz mevcuttur. Vatandaşlarımız göz ardı ettiği her kaçakçılık sebebi sayesinde ülkemiz dışına türlerimiz kaçırılmaktadır. Kabahat kavramı olarak nitelendirilen biyokaçakçılık suç haline getirilmelidir. Öncelikle konunun anlamını ve önemini büyük-küçük her kesime anlatılmalıdır. Rutin olarak sunumlar toplantılar yapılmalıdır. Özellikle köyler de, kıyı kesimlerde bilgilendirme, gerekirse anonlar ile vatandaşlarımıza farkındalık sağlanmalıdır. Öğrencilerimize ilkokul dâhilinde bütün sınıf ve okullarımızda sunumlar gerçekleştirilmeli animasyonlar, resimler, videolar ile biyokaçakçılık hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır. Hatta biyokaçakçılık ders konusu haline dahi getirilmelidir. Kişilerin büyük bir kısmı kaçakçılığın belli konularda olduğunu bilir fakat kaçakçılık kavramının ön eki olarak “biyo” eki getirildiğinde ne anlam ifade ettiğini bilmemektedirler veya yanlış bilmektedirler. Sunumlar ile ulaşamadığımız kişilere gazetelerde daha belirgin yer vererek, reklam panoları, hatta afişler ile ulaşabilirsek konu hakkında her kesimin bilgi sahibi olmasını sağlar, ülkemiz için türlerimiz için bize sağladığı yararları için göz ardı etmez, gerekli kolluk kuvvetlere ihbarlar ile suçu ulaştırabiliriz. Bunun için vatandaşların ihbar yapabileceği telefon vb. iletişim ağı kurulmalı (112, 155 gibi) ve etkinleştirilmelidir. Bu sayede ülkemizdeki her kesime uygun anlaşılabilir şekilde durumun ciddiyeti anlatılıp, bilinçlendirilmeleri sağlanır. Alınan geribildirimler, ihbarlar ile türlerimizi koruma altına almada bizimde önemli ölçüde katkımız olur.

KAYNAKÇA

[1] Özbek, K., (2014), Türkiye Tohum Gen Bankası, Biyokaçakçılıkla Mücadele Projesi, Ankara.

- [2] Göçmen, B., Atatür, M. K., Budak, A., Bahar, H., Yıldız, M. Z., Alpagut-Keskin, N., (2009), Taxonomic notes on the snakes of Northern Cyprus, with observations on their morphologies and ecologies, *Animal Biology*, Volume 59, Issue 1, pg. 1 – 30.
- [3] Gül, A., (1996), Ülkemizdeki Biyolojik Çeşitlilik, Sorunlar ve Öneriler, *Ağaçkakan Ekoloji Dergisi* sayı: 28 s:41-46, İzmir.
- [4] Çepel, N., (1997), Biyoçeşitlilik Önemi ve Korunması Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 15, s. 1-40, İstanbul.
- [5] Bülbül, U., Kurnaz, M., Eroğlu, A.İ., Koç, H. ve Kutrup, B., (2016), Age and growth of the red-bellied lizard, *Darevskia parvula* *Animal Biology*, Volume 66, Issue 1, pg. 81 – 95.
- [6] Bacak, E., (2014), İ.Ü. OMYO Avcılık ve Yaban Hayatı Programı Türkiye'nin Fauna Zenginliği (İstanbul üniversitesi kongre merkezi 26 Haziran).
- [7] Terzioğlu, E., (2007), Biyolojik Çeşitlilik ve Gen kaynakları Şube Müdürlüğü Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (Türkiye'nin Biyolojik Çeşitliliğine İlişkin Genel Bilgi, Biyolojik Çeşitliliği Koruma Çalışmaları Ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi Ve Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP).
- [8] Uzun, N., Özsoy, S. ve Keleş, Ö., (2010), Öğretmen Adaylarının Biyolojik Çeşitlilik Kavramına Yönelik Görüşleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1), s.85-91.
- [9] Elvan, D. O., (2014), İ.Ü. Orman Fakültesi Çevre Ve Orman Hukuku ABD Cites Sözleşmesi Ve Biyokaçakçılık Suçunun Hukuki Olarak İncelenmesi, *Biyokaçakçılıkla Mücadele Çalıştayı Sonuç Raporu* 26 Haziran, s.144-146.
- [10] Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP), (2007), <http://www.nuhungemisi.gov.tr/DosyaRaporSunum/Belgeler/bb951776-e874-40ce-842b-d90ae82b6381.pdf>
- [11] Budak, A., ve Göçmen, B., (2008), Herpetoloji. Ege Üniversitesi Yayınları Fen Fakültesi Yayın No. 194.
- [12] Schöni, R., (2005), The Use of Snake Venom-Derived Compounds for New Functional Diagnostic Test Kits in the Field of Haemostasis. *Pathophysiol. Haemost. Thromb.*, 34, pp.234–240.
- [13] Batchelor, W. B., Tolleson, T. R., Huang, Y., (2002), Randomized COMparison of Platelet Inhibition With Abciximab, TiRofiban and Eptifibatide During Percutaneous Coronary Intervention in Acute Coronary Syndromes: The COMPARE Trial. *Circulation*, 106, s. 1470-1476.
- [14] Zeymer, U., Wienbergen, H., (2007), A Review of Clinical Trials with Eptifibatide in Cardiology. *Cardiovascular Drug Reviews*, 25 (4), pp. 301–315.
- [15] Özhatay, N., (2007), İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Botanik Anabilim Dalı Türkiye'nin Olağan Üstü Bitki Zenginliği.

- [16] Kürschner, H., (2008), Biogeography of South-West Asian Bryophytes – With Special Emphasis on the Tropical Element. *Turkish Journal of Botany*, 32, pp.433-446.
- [17] Ioset, J. R., Marston, A., Mahabir, P. G., Hostettmann, K., (2001), A methylflavan with free radical scavenging properties from *Pancreatium littorale*. *Fitoterapia*, 72, s35–39.
- [18] Sharma, O. P., (2009), "Liliaceae". *Plant Taxonomy* (2 ed.). Tata McGraw-Hill Education. pp. 490–494. ISBN 978-1-259-08137-8.
- [19] Solak, M., H., Işıoğlu, M., Kalmış, E., Alı H., (2007), *Macrofungi of Turkey Checklist*, Üniversiteler Ofset, İzmir.
- [20] Iqbal, M., (1993), International trade in non-wood forest products: an overview, Working Paper Misc/93/11. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sec. 7.1 http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/x5326e/x5326e00.htm.
- [21] Crisan, E.V., Sands, A., (1978), Nutritional value. In: Chang, S.T., Hayes, W.A., eds. *The biology and cultivation of edible mushrooms*. New York: Academic Press. Pp.137-168.
- [22] Pilz, D., Weber, N. S., Carter, M. C., (2004), Productivity and diversity of morel mushrooms in healthy, burned and insect-damaged forests of northeastern Oregon. *Forest Ecology and Management*. 198, pp.367-386.
- [23] Keçeli, T., Yaprak, E., Alı, E., Danışman, T., Yorulmaz, T., Kılıçarslan, H., Demircan, A., Kocuklu, B., Erdoğan, S., (2013), *Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Baskı*, 2013, Ankara.
- [24] Doğan, A., Dağlı, E., Özcan, T., Bakır, K., Ergen, Z., Önen, M., Katağan, T., (2007), Türkiye denizlerinde dağılım gösteren ekonomik öneme sahip omurgasızlar, *Türk sucul Yaşam Dergisi*, sayı: 5-8, s.36-44.
- [25] Demirsoy, A., (1992), *Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar/Böcekler*, Meteksan Matbaacılık, 915, Ankara
- [26] Atay, E., (2008), *Böceklerin Genel Özellikleri, Toplanması ve Koleksiyon Teknikleri*. Ekolojik Okuryazarlık, s. 108-125.
- [27] Serin, M., (2010), *Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, http://bursaobm.ogm.gov.tr/Documents/FikirBahcesi/16/bocek_agac.pdf
- [28] Koçak, A.O. ve Kemal, M., (2007), Revised and annotated checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Cent. ent. Stud., Priamus Suppl.* 8, pp. 1-150, 2 Tables.
- [29] Sözen, M., (2013), *Kelebekler*, Doğanın Sessiz Kanatları Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.

- [30] Kuru, M., (2004), Türkiye İçsu Balıklarının Son Sistematik Durumu. GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, cilt 24, sayı 3, s.1-21. Fauna of Turkey (Hymenoptera: Formicidae), Zootaxa, 3548, s.1-38.
- [31] Bahadır M. ve Emet, K., (2013), Anadolu'da Yayılış Gösteren Omurgalı Endemik Fauna Elemanlarının CBS İle Dağılış Alanlarının Haritalanması, The Journal Of International Social Research, 6, s.34-50.
- [32] Dönmez, H., H., Sur, E., Boydak, M., (2007), Kangal Balıklarının (Garra Rufa) Perifer Kan Lökositlerinde Alfa- Naftil Asetat Esteraz Aktivitesinin Belirlenmesi Vet. Bil. Derg. cilt. 23, sayı: 2, ss. 81.
- [33] Şimşek, Ö., (2011), Nature and liverworts 13/12 2011) Doğa Casusluğu ve Türkiye'nin Genetik Zenginliği.
- [34] Sahney, S., Benton, M. J., (2008), "Recovery from the most profound mass extinction of all time". Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. **275** (1636):759-65. doi:10.1098/rspb.2007.1370. PMC 2596898. PMID 18198148.
- [35] Soulé Michael, E., Wilcox Bruce, A., (1980), Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective. Sunderland, Mass: Sinauer Associates. ISBN 978-0-87893-800-1.
- [36] Soulé Michael, E., (1986), "What is Conservation Biology?". BioScience. American Institute of Biological Sciences. 35(11): 727-34. doi:10.2307/1310054. JSTOR 1310054.
- [37] Soule Michael, E., (1986), Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Associates. p. 584. ISBN 978-0-87893-795-0.
- [38] Hunter Malcolm, L., (1996), Fundamentals of conservation biology. Oxford: Blackwell Science. ISBN 978-0-86542-371-8.
- [39] Meffe Gary K., Groom, M. J., (2006), Principles of conservation biology (3rd ed.). Sunderland, Mass: Sinauer Associates. ISBN 978-0-87893-518-5.
- [40] <http://www.gtb.gov.tr/formlar/onlineihbar.aspx>
- [41] http://www.milliparklar.gov.tr/DKMP/Files/baip_rehber_yabanci.pdf
- [42] Sümer, Ç., G., (2016), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İBBF Dergisi Nisan, 11(1), s.207-30, Çevresel Ve Milli Güvenlik Boyutları Açısından Biyolojik Çeşitlilik Ve Tehlikeler.
- [43] Dov Sax, (2008). The Proceedings of the National Academy of Sciences Archived July 6, 2012, at the Wayback Machine.
- [44] Kıyak, S., (2000), Entomolojik Müze Metotları, VII+201 s., 75, Öğün Matbaası, Ankara.

- [45] Biyokaçakçılıkla Mücadele Çalıştayı Sonuç Raporu, (2014), (İstanbul Üniversitesi Kongre Merkezi 26 Haziran 2014), http://www.milliparklar.gov.tr/belgeler/istanbul_bc_rapor.pdf
- [46] <http://www.appsaljazeera.com/interactive/endemik/endemik/index.html>
- [47] wipo.int/edocs/mdocs/tk/en/wipo_ipk_ank_16/wipo_ipk_ank_16_presentation_kilincarslan.pdf
- [48] Özçelik, H., (2010), New Records and Systematical Contributions to Garden Roses of Türkiye, The Herb. Journal of Systematic Botany, 17(1), pp.9-42.
- [49] Özçelik, H., (2013), General Appearances of Turkish Roses, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1), s.29-42.



KÂHLER-EİNSTEİN METRİK ÜZERİNE

Cemile YETİM^{*1}, Mine TURAN²

¹Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Kütahya, cemile.yetim@ogr.dpu.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-4115-5589

²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Kütahya, mine.turan@dpu.edu.tr,
ORCID:0000-0002-8054-5945

Geliş Tarihi:05.12.2018

Kabul Tarihi: 21.05.2019

ÖZ

Bu çalışmada iki manifold arasındaki farklılıkları ayırt etmek için kullanılan ve bir yönlendirmeye sahip kompleks vektör demetlerinin karakteristik sınıfı olan Chern sınıflarından birinci Chern sınıfı ve Kähler-Einstein metriklerine değinilmiş aynı zamanda da aralarındaki ilişkiden bahsedilmiştir. Birinci Chern sınıfının pozitif, negatif ve sıfır olduğu durumlardan pozitif olduğu durum incelenmiş ve bu durum için Kähler-Einstein metriklerinin nasıl bulunabileceği açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Kähler-Einstein Metrik, Birinci Chern Sınıfı, Futaki İnvaryantı*

ON KÂHLER-EİNSTEİN METRIC

ABSTRACT

In this study, we were mentioned Kähler-Einstein metrics and the first Chern class of the Chern classes which is the characteristic class of complex vector bundles with a orientation and used to distinguish the differences between two manifolds. Relation between Kähler-Einstein metrics and first Chern class was mentioned. Positive case of the first Chern class which has positive, negative and zero was examined and for this case how to find Kähler-Einstein metrics was explained.

Keywords: *Kähler-Einstein Metrics, First Chern Class, Futaki Invariant*

1. GİRİŞ

Bir vektör demeti, bir baz uzayı (topolojik uzay) üzerindeki bir noktaya bir vektör uzayı atamanın bir yoludur. Karakteristik sınıflar, her vektör demeti ile bu baz uzayının bir kohomoloji sınıfı arasında eşleme yapar. Kohomoloji sınıfı, özellikle bükülmüş olan demetin mertebesini ölçer. Bu demetin, kesitinin (çapraz kesitinin) olup olmaması önemli değildir. Başka bir deyişle karakteristik sınıflar, bir yerel çarpım yapısının bir genel çarpım yapısından sapmasını ölçer. Bu yapılar cebirsel topoloji,

diferansiyel geometri ve cebirsel geometride birleştirici geometrik kavramlardan biridir. Karakteristik sınıflar kohomoloji teorisinin bir kontravaryant yapısıdır [1].

Homoloji ve kohomoloji, topolojik uzaylar kategorisinden değişmeli gruplar veya halkalar kategorisine sahip birer funktordur. Homoloji ve kohomoloji arasındaki temel fark: kohomoloji grupları kontravaryant fonktörler iken homoloji grupları kovaryant fonktörler olmasıdır. Fonktörler ise morfizmleri morfizme veya objeleri objeye dönüştüren kategoriler arasında bir fonksiyondur. Homoloji, sadece değişmeli bir grup veya vektör uzayı iken kohomoloji doğal bir şekilde halka (cebir) yapısına sahiptir. Bu nedenle kohomoloji, homolojiye göre daha cebirsel bir yapıya sahiptir. Ayrıca kohomoloji, homolojinin dualidir ve homolojinin cebirsel değişimleri olarak ifade edilir. Daha kısa bir anlatımla kohomoloji bir topolojik uzayın invariantlarıdır. Homoloji ve kohomoloji grupları çok farklı gibi görünse de çok büyük bir fark yoktur ve bir uzayın homoloji grupları, o uzayın kohomoloji gruplarını belirler [2].

Kohomoloji grupları kontravaryant fonktörler olduğundan bu kontravaryantlık, kohomolojide ekstra yapılara neden olur. Bu yapılardan biri de bir uzayın kohomoloji gruplarını bir halkaya dönüştüren doğal bir çarpım olan cup çarpımıdır. Bu kohomoloji gruplarının halkaya dönüşümü sırasında Gysin tam dizi ile cup çarpımı kullanılır. Bu tam dizi, karakteristik sınıflardan biri olan Chern sınıfının oluşumundaki etmenlerden biridir [3].

Chern sınıfları, bir yönlendirmeye sahip olan kompleks vektör demetlerinin (veya n - düzlem demeti) karakteristik sınıfıdır. İki manifold arasındaki farklılıkları ayırt etmek için kullanılır. İki manifold, farklı Chern sınıflarına sahip ise onlar aynı olamazlar. Fakat iki manifold, aynı Chern sınıflarına sahip olabilir ve hala farklı olabilirler. Chern sınıflarından elde edilen sayılara Chern sayıları denir. Chern sınıflarının sayıları, kompleks boyutlarının (kompleks 1 boyut = reel 2 boyut) sayılarından bağımsızdır. Kompleks 1 boyutlu manifold, bir Chern sınıfına sahiptir. Bu sınıf birinci Chern sınıfı olarak adlandırılır. Kompleks 2 boyutlu manifold, birinci ve ikinci Chern sınıfına sahiptir. Chern sınıfları, manifoldların büyük resmini öğrenmek için çok kullanışlı araçlardır.

Chern sınıflarının ilki olan birinci Chern sınıfının negatif ve sıfır olduğu durumlarda fizikte String teorisinde önemli role sahip olan Kähler-Einstein metriği varlığından bahsedilebilir. Birinci Chern sınıfının pozitif olduğu durumda Kähler-Einstein metriktten söz edilmesi için Futaki invariantının sıfır olması gerekir. Futaki invariantı sıfır ise Kähler-Einstein metrik bulunabilir. Kähler-Einstein metrik hem Kähler hem de Einstein olan metriktir. Einstein manifoldlar fizikte, Einstein'ın genel yerçekimi teorisindeki uzay-zamanı belirlemek için kullanılır. Matematikte ise daha karmaşık geometrilerin temel yapı taşıdır. Bu nedenle Kähler-Einstein metrikleri anlamak hem Kähler hem de Einstein manifoldları anlamada kolaylık sağlar. Bu kolaylık ise matematik ve fizikte önemli gelişmeleri yanında getirir.

Bu makalede özellikle Kähler-Einstein metrik ve pozitif birinci Chern sınıfı üzerinde durulmuştur.

2. KÄHLER- EİNSTEİN METRİK

Bu bölümde birinci Chern sınıfının işaret durumu ve Kähler- Einstein metriğinin özellikleri ile ilgili bilgi verilerek birinci Chern sınıfı ile Kähler- Einstein metriği arasındaki ilişkiden bahsedilmiştir.

2.1. Kompleks Manifold

M , iyi tanımlı holomorfik fonksiyonlara sahip düzgün manifold olsun. Daha açık bir ifade ile kompleks boyutu sıfırdan büyük n tamsayısı için M , $U_\alpha \subset M$ ve $V_\alpha \subset \mathbb{C}^n$ açık kümeleri ile

$$\varphi_\alpha: U_\alpha \rightarrow V_\alpha$$

homeomorfizmi tarafından örtülür öyle ki $\varphi_\alpha \circ \varphi_\beta^{-1}$ öteleme dönüşümü her yerde tanımlanabilen holomorftir. $f \circ \varphi_\beta^{-1}$ birleşimi her α için V_α üzerinde holomorftir ise $f: M \rightarrow \mathbb{C}$ fonksiyonu da holomorftir. Verilen dönüşümleri kullanarak herhangi bir yakın $p \in M$ noktası, her i için $z^i(p) = 0$ olan kompleks değerli fonksiyonlardan oluşan z^1, \dots, z^n şeklinde bir holomorftir koordinat sistemi vardır. Ayrıca w^1, \dots, w^n şeklinde farklı bir koordinat sistemi varsa her w^i, z^1, \dots, z^n nin holomorftir bir fonksiyonudur [4].

Örnek 2.1.1. (Riemann Küresi) $M = S^2$ olsun ve $S^2 \subset \mathbb{R}^3$ birim küre olarak düşünelim. Burada iki dönüşüm tanımlayalım. $U_1 = S^2 \setminus \{(0,0,1)\}$ gibi kuzey kutbun tümlemesi olsun ve

$$\varphi: U_1 \rightarrow \mathbb{C}$$

kuzey kutbundan xy -düzlemine kadar üç boyutlu harita projeksiyonu olarak tanımlansın. Benzer şekilde $U_2 = S^2 \setminus \{(0,0,-1)\}$ güney kutbun tümlemesi olsun ve

$$\psi: U_2 \rightarrow \mathbb{C}$$

kompleks eşlenik ile güney kutbundan xy -düzlemine harita projeksiyonunun birleşimi olsun. $z \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$ için

$$\psi \circ \varphi^{-1}(z) = \frac{1}{z}$$

hesaplaması yapılabilir. Bu öteleme fonksiyonu holomorftir olduğundan iki harita bir kompleks manifoldun yapısı S^2 yi verir [4].

Örnek 2.1.2 (Kompleks Projektif Uzay). $\mathbb{C}\mathbb{P}^n$ kompleks projektif uzay, \mathbb{C}^{n+1} deki kompleks doğruların uzayı olarak tanımlanır. Başka bir deyişle $\mathbb{C}\mathbb{P}^n$ nin noktaları her sayısı sıfır olmayan $[Z_0: \dots: Z_n]$ ($n+1$)- lileridir ve her $\lambda \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$ için

$$[Z_0: \dots: Z_n] = [\lambda Z_0: \dots: \lambda Z_n]$$

tanımlanır. $\mathbb{C}\mathbb{P}^n$ topolojik bir uzay olarak bu denklik bağıntısı altında $\mathbb{C}^{n+1} \setminus \{0, \dots, 0\}$ dan bölüntü topolojisi kalır. Z_0, \dots, Z_n homojen koordinatları hatırlayalım. Kompleks yapıyı tanımlamak için $n+1$ harita kullanalım. $i \in \{0, 1, \dots, n\}$ için

$$U_i = \{ [Z_0: \dots: Z_n] : Z_i \neq 0 \}$$

ve

$$\varphi_i: U_i \rightarrow \mathbb{C}^n \\ [Z_0: \dots: Z_i \dots: Z_n] \rightarrow \left(\frac{Z_0}{Z_i}, \dots, \frac{Z_n}{Z_i} \right)$$

olsun. Burada $\frac{z_i}{z_i}$ terimi dahil edilmediğinden öteleme fonksiyonlarının holomorfik olan kısmını kontrol etmek kolaylaşır. Örneğin \mathbb{C}^n üzerinde w^1, \dots, w^n koordinatlarını kullanarak

$$\varphi_1 \circ \varphi_0^{-1}[w^1, \dots, w^n] = \left(\frac{1}{w^1}, \frac{w^2}{w^1}, \dots, \frac{w^n}{w^1} \right)$$

yazılabilir. $n = 1$ durumunda öteleme fonksiyonu ile iki harita elde ederiz. Böylece $\mathbb{C}\mathbb{P}^1 = S^2$ kompleks manifolddur [4].

Tanım 2.1.1. M bir düzgün manifoldu üzerinde hemen hemen kompleks yapı, M nin tanjant demetlerinin

$$J: \tau_M \rightarrow \tau_M$$

endomorfizmidir öyle ki $J^2 = -I$ (I birim dönüşüm) dir [4].

Başka bir deyişle hemen hemen kompleks yapı, tanjant uzayın her noktasında $\sqrt{-1}$ çarpımlı bilineer dönüşüm gibi davranır. M nin boyutu çift olmalıdır çünkü tek boyutlu vektör uzayının herhangi bir endomorfizmi karesi -1 olmayan bir öz değere sahiptir [4].

Örnek 2.1.3. M kompleks bir manifold ise holomorfik haritalar \mathbb{C}^n ile bir p noktasında her bir tanjant uzayına karşılık gelir. Eğer M nin lokal kompleks koordinatları z^1, \dots, z^n ise M nin lokal reel koordinatları $z^i = x^i + \sqrt{-1}y^i$ şeklinde yazabiliriz. Bununla beraber J ,

$$J\left(\frac{\partial}{\partial x^i}\right) = \frac{\partial}{\partial y^i}, \quad J\left(\frac{\partial}{\partial y^i}\right) = -\frac{\partial}{\partial x^i}$$

sağlayan tek lineer dönüşümdür. $T^{\mathbb{C}}M = TM \otimes_{\mathbb{R}} \mathbb{C}$ olduğundan lokal holomorfik koordinatları

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial z^1}, \dots, \frac{\partial}{\partial z^n}, \frac{\partial}{\partial \bar{z}^1}, \dots, \frac{\partial}{\partial \bar{z}^n} \right\}$$

biçiminde yazılabilir. $z^i = x^i + \sqrt{-1}y^i$ yi reel ve imajiner kısımlarına ayırdığımızda

$$\frac{\partial}{\partial z^i} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x^i} - \sqrt{-1} \frac{\partial}{\partial y^i} \right)$$

ve

$$\frac{\partial}{\partial \bar{z}^i} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x^i} + \sqrt{-1} \frac{\partial}{\partial y^i} \right)$$

elde edilir. J endomorfizmi, $T^{\mathbb{C}}M$ nin kompleks lineer endomorfizmine genişler ve J nin, $T^{1,0}M$ nin $+i(\sqrt{-1})$ ve $T^{0,1}M$ nin $-i(-\sqrt{-1})$ öz uzayına kompleksleştirilmiş tanjant demetinin ayrışımı

$$T^{\mathbb{C}}M = T^{1,0}M \oplus T^{0,1}M$$

şeklinde ifade edilir. Burada belirtilen $T^{1,0}M$ holomorfik tanjant demeti olarak isimlendirilir. $T^{1,0}M$, $\frac{\partial}{\partial z^i}$ tarafından ve $T^{0,1}M$ de $\frac{\partial}{\partial \bar{z}^i}$ tarafından gerilir [4], [5].

Önerme 2.1.1. $f: M \rightarrow \mathbb{C}$ bir fonksiyon olsun.

$$\bar{\partial}f = \frac{\partial f}{\partial \bar{z}^1} d\bar{z}^1 + \dots + \frac{\partial f}{\partial \bar{z}^n} d\bar{z}^n \text{ ve } \frac{\partial f}{\partial \bar{z}^i}$$

Cauchy-Riemann denklemleri olmak üzere f fonksiyonu holomorfiktir ancak ve ancak $\bar{\partial}f = 0$ dır [4].

2.2. Hermitian ve Kähler Metrikleri

Riemann metriğinin, her bir tanjant uzay üzerindeki pozitif tanımlı bir simetrik bilinear formdur.

Tanım 2.2.1. J kompleks yapısı ile birlikte M bir kompleks manifold olmak üzere herhangi X, Y tanjant vektörleri için $g(JX, JY) = g(X, Y)$ ise g Riemann metriği M üzerinde bir Hermitian metrik olarak adlandırılır. Başka bir deyişle her bir tanjant uzay üzerinde ortogonal dönüşüm olması için J kompleks yapısı gerekir [4].

z^1, \dots, z^n lokal koordinatlarda bir Hermitian metrik

$$g_{j\bar{k}} = g\left(\frac{\partial}{\partial z^j}, \frac{\partial}{\partial \bar{z}^k}\right)$$

tarafından belirlenir. Her iki taraf da kompleks lineerlik ile g den kompleks tanjant vektörlerine genişler. Herhangi j, k için Hermitian durumu,

$$g\left(\frac{\partial}{\partial z^j}, \frac{\partial}{\partial z^k}\right) = g\left(\frac{\partial}{\partial \bar{z}^j}, \frac{\partial}{\partial \bar{z}^k}\right) = 0$$

eşitliğini sağlar. Bununla beraber $g_{j\bar{k}}$ açısından

$$g = \sum_{j,k} g_{j\bar{k}} (dz^j \otimes d\bar{z}^k + d\bar{z}^k \otimes dz^j)$$

yazılabilir. Burada $g_{j\bar{k}}$ gösteriminde \bar{k} , holomorfik ve antiholomorfik bileşenlerin arasındaki ayrım için kullanılır [4].

g Hermitian metriği, herhangi X, Y için $\omega(X, Y) = g(JX, Y)$ eşitliği vardır. Burada ω , X, Y de anti-simetriktir ve bu ω yolundaki (1,1)-tipinin bir reel 2- formunu tanımlar [4].

Tanım 2.2.2. M üzerinde g bir Hermitian metrik olmak üzere 2- formu ω kapalı yani $d\omega = 0$ ise g Kähler metrik ve ω Kähler formu olarak isimlendirilir [4].

Kapalı (1,1)- formu ω bir Kähler metrik belirleyebilir. $\omega, \omega(JX, JY) = \omega(X, Y)$ anlamında J ile bağdaşık olsun. Bu durumda

$$g(X, Y) = \omega(X, JY)$$

tarafından tanımlanan (0,2)-tensör, simetrik ve pozitif tanımlıdır. Bu nedenle g metriği Kählerdir [5].

g nin simetriği $\bar{g}_{j\bar{k}} = g_{k\bar{j}}$ şeklinde gösterilir. g nin pozitif olması $g_{j\bar{k}}$ nin her noktada pozitif tanımlı Hermitian matrisinin var olduğu anlamına gelir. Bağlantılı 2- form için

$$\omega = \sqrt{-1} \sum_{j,k} g_{j\bar{k}} dz^j \wedge d\bar{z}^k$$

yazılabilir. Her i, j, k için

$$\frac{\partial}{\partial z^i} g_{j\bar{k}} = \frac{\partial}{\partial z^j} g_{i\bar{k}}$$

eşitliği yazılabilirse g Kählerdir [4].

Örnek 2.2.1. $\omega = \sqrt{-1} \sum_j dz^j \wedge d\bar{z}^j$ tarafından belirlenen metrik ile \mathbb{C}^n kompleks manifoldu Kählerdir [5].

ω Kähler formu, kapalı bir reel form olduğundan $H^2(M; \mathbb{R})$ de, $[\omega]$ kohomoloji sınıfı tanımlar. Sabit bir kohomoloji sınıfında Kähler metrikleri reel değerli fonksiyonlar tarafından parametrelendirilir. Ayrıca bir temel sonuç olarak kompakt bir manifold üzerinde gösterilen $\partial\bar{\partial}$ -lemmasıdır [4].

Lemma 2.2.1 ($\partial\bar{\partial}$ -lemma). M bir kompakt Kähler manifold olsun. Eğer ω ve η aynı kohomoloji sınıfında iki reel (1,1)- form ise $f: M \rightarrow \mathbb{R}$ ye bir fonksiyon vardır öyle ki

$$\eta = \omega + \sqrt{-1} \partial\bar{\partial}f$$

tir [4].

Önerme 2.2.1 (Normal Koordinatlar). Eğer g bir Kähler metrik ise herhangi $p \in M$ noktasında var olan z^1, \dots, z^n holomorfik koordinatlar seçilebilir öyle ki

$$\delta_{jk} = \begin{cases} 1, & j = k \\ 0, & j \neq k \end{cases}$$

birim matris olmak üzere p noktasında g nin bileşimi,

$$g_{j\bar{k}}(p) = \delta_{jk}$$

eşitliğini sağlar ve

$$\frac{\partial}{\partial z^i} g_{j\bar{k}}(p) = \frac{\partial}{\partial \bar{z}^i} g_{j\bar{k}}(p) = 0$$

dır [4].

2.3. Holomorfik Doğru Demetleri

Tanım 2.3.1. M bir kompleks manifold olsun. M üzerinde bir holomorfik doğru demeti, $L = \bigcup_{p \in M} L_p$ ayrık birleşimi üzerinde bir kompleks manifoldun yapısı ile birlikte 1- boyutlu kompleks vektör uzayının $\{L_p\}_{p \in M}$ ailesinden oluşur öyle ki $\pi: L \rightarrow M$ doğal projeksiyon fonksiyonu holomorftir.

Her $p \in M$ noktası için M de p nin bir U açık komşuluğu vardır. Ayrıca $\text{proj}_1: U \times \mathbb{C} \rightarrow U$ birinci faktörü üstündeki projeksiyonu olmak üzere $\pi = \text{proj}_1$ projeksiyon fonksiyonu ile değişen ve $p \in U$ için her L_p lifi üzerinde lineer olan $\varphi: \pi^{-1}(U) \rightarrow U \times \mathbb{C}$ bir biholomorfizmdir [5].

Tanım 2.3.2. $s: M \rightarrow L$ düzgün kesit olmak üzere kompleks manifoldun bir fonksiyonu olarak holomorfik ise s düzgün kesiti holomorfik olarak adlandırılır. Holomorfik kesitlerin uzayını $H^0(M, L)$ ile gösterilir [5].

Tanım 2.3.3. L, M üzerinde holomorfik doğru demeti ise her L_p^{-1} lifi, L_p dual vektör uzayı olmak üzere L nin duali, M üzerinde L^{-1} holomorfik doğru demetidir. Eğer $g_{\alpha\beta}$, L için öteleme fonksiyonları ise L^{-1} için öteleme fonksiyonları $g_{\alpha\beta}^{-1}$ ile gösterilir [5].

Örnek 2.3.1. M, n-boyutlu ise holomorfik kotanjant demetin $K_M := \wedge^n \Omega^{1,0}M$ en üst dış kuvveti M nin kanonik demeti olarak adlandırılan M üzerinde holomorfik doğru demetidir. Lokal olarak M üzerinde (z^1, \dots, z^n) kompleks koordinatlar olmak üzere K_M nin aşıklaştırması $dz^1 \wedge \dots \wedge dz^n$ tarafından verilir [5].

Tanım 2.3.4. h, L holomorfik doğru demeti üzerinde hermitian metriği h_p , L nin s_1, s_2 lokal düzgün kesitlerinin her çifti için düzgün olan L_p üzerinde bir iç çarpım olmak üzere; hermitian iç çarpımının $\{h_p\}_{p \in M}$ ailesinden oluşur. $p \mapsto h_p(s_1(p), s_2(p))$ lokal \mathbb{C} - değerli fonksiyonu düzgündür. Metriği

$$\langle s_1, s_2 \rangle_h = h(s_1, s_2)$$

şeklinde de yazılır. Ayrıca $\|s\|_h^2 = \langle s, s \rangle_h$ dir [5].

Tanım 2.3.5. M, h hermitian metriği ile holomorfik doğru demeti olsun. (L, h) nin eğriliği, L nin lokal sıfır olmayan holomorfik bir s kesiti için

$$-\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \|s\|_h^2$$

lokal ifadesi ile M üzerinde (1,1)- formudur [5].

Açıklama 2.3.1. Eğrilik, iyi tanımlıdır. Eğer s' , sıfır olmayan başka bir holomorfik kesit ise bir lokal holomorfik f fonksiyonu vardır öyle ki $s' = fs$ dir. Böylece $\|s'\|_h^2 = |f|^2 \|s\|_h^2$ dir. Buradan

$$-\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \|s'\|_h^2 = -\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \|s\|_h^2 - \sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log f - \sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \bar{f}$$

dir. f holomorfik olduğundan $\log(f)$ ve sağ taraftaki ikinci terim sıfırdır. \bar{f} , anti- holomorfik olduğundan $\log(\bar{f})$ ve üçüncü terim

$$-\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \bar{f} = \sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \bar{f} = 0$$

dir. Böylece

$$-\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log h(s') = -\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log h(s)$$

dir. Bu da eğriliği s nin sıfır olmayan holomorfik kesitlerinin seçimi bağımsızdır [5].

Tanım 2.3.6. $(X, Y) \mapsto \alpha(X, Y)$ ile tanımlanan 2- tensör pozitif tanımlı ise M üzerinde α (1,1)-formu pozitifdir denir. Negatif (1,1)-formu da benzer yolla tanımlanır [5].

Tanım 2.3.7. L holomorfik doğru demeti, pozitif eğrilik formuna karşılık gelen bir hermitian metriğe sahipse L , pozitif olarak adlandırılır. Negatif doğru demeti kavramı benzer şekilde tanımlanır [5].

2.4. Birinci Chern Sınıfı

Tanım 2.4.1. L bir holomorfik doğru demeti olsun. L nin $c_1(L)$ birinci Chern sınıfı, L üzerinde bazı h hermitian metrik ve L nin bazı lokal holomorfik sıfır olmayan s kesiti için

$$\frac{-\sqrt{-1}}{2\pi} \partial \bar{\partial} \log \|s\|_h^2$$

şeklinde lokal ifadesi ile (1,1)-form tarafından belirlenen kohomoloji sınıfıdır [5].

Açıklama 2.4.1. Birinci Chern sınıfı, hermitian metriğin seçimine bağlı değildir. Eğer h' , L üzerinde başka bir hermitian metrik ise bazı pozitif lokal λ fonksiyonu için

$$\|s\|_{h'}^2 = \|s\|_h^2$$

dir. Buradan

$$\frac{-\sqrt{-1}}{2\pi} \partial \bar{\partial} \log \|s\|_{h'}^2 = \frac{-\sqrt{-1}}{2\pi} \partial \bar{\partial} \log \|s\|_h^2 - \frac{-\sqrt{-1}}{2\pi} \partial \bar{\partial} \log \lambda$$

hesaplanabilir. Bu eşitlikte ikinci terim $\partial \bar{\partial} \log \lambda = (\partial + \bar{\partial}) \bar{\partial} \log \lambda = d(\bar{\partial} \log \lambda)$ olarak tamdır [5].

Açıklama 2.4.2. $c_1(L)$, integral kohomoloji sınıfıdır. Yani $c_1(L) \in H^2(M, \mathbb{Z})$ dir. Daha açık yazılırsa birinci Chern sınıfının yorumu aşağıdaki gibidir. M üzerinde demet yapan tam dizisi,

$$0 \rightarrow \mathbb{Z} \rightarrow \mathcal{O}_M \xrightarrow{e} \mathcal{O}_M^* \rightarrow 0$$

şeklinde kohomolojide uzun tam dizisini oluşturur. Birinci homomorfizm,

$$c_1: H^1(M, \mathcal{O}_M^*) \rightarrow H^2(M, \mathbb{Z})$$

biçimindeki onun birinci Chern sınıfı için alınan bir doğru demeti dönüşümüdür. Burada M üzerinde holomorfik doğru demetinin izomorfizm sınıfının grubu ile birlikte $H^1(M, \mathcal{O}_M^*)$ tanımlanır. Bununla c_1 ,

$$c_1(L \otimes L') \simeq c_1(L) + c_1(L')$$

ve L^* , L nin duali olmak üzere

$$c_1(L^*) = -c_1(L)$$

ifadelerini sağlar [5].

Şimdi Lemma 2.2.1. ($\partial\bar{\partial}$ -lemma) nin $c_1(L)$ ile ilgili bir sonuç şöyledir:

Sonuç 2.4.1. Eğer η , $c_1(L)$ kohomoloji sınıfını gösteren bir reel (1,1)-formu ise L üzerinde h' metriği vardır öyle ki $2\pi\eta$, h' nün eğriliğidir [5].

Tanım 2.4.2. Eğer $c_1(L)$, pozitif (1,1)-formu ile gösterilirse $c_1(L)$ birinci Chern sınıfı pozitifdir denir [5].

Lemma 2.4.1. L bir doğru demetidir ancak ve ancak $c_1(L)$, pozitifdir [5].

Tanım 2.4.3. Bir kompleks manifold M için K_M kanonik demetine dual doğru demetine anti-kanonik demet denir ve K_M^{-1} şeklinde gösterilir. Ayrıca

$$c_1(M) = c_1(K_M^{-1})$$

kuralı tarafından M nin birinci Chern sınıfı ile tanımlanır [5].

2.5. Kovaryant Türev

(M, ω) bir Kähler manifoldu olmak üzere farklılaşan tensör alanları için ∇ şeklinde gösterilen Levi- Civita koneksiyonu kullanılır. Burada $\nabla g = \nabla \omega = \nabla J = 0$ durumu sağlanır. z^1, \dots, z^n lokal holomorfik koordinatlar açısından farklı türevleri için

$$\nabla_i = \frac{\nabla \partial}{\partial z^i}, \quad \nabla_{\bar{i}} = \frac{\nabla \bar{\partial}}{\partial \bar{z}^i}, \quad \partial_i = \frac{\partial}{\partial z^i}, \quad \partial_{\bar{i}} = \frac{\partial}{\partial \bar{z}^i}$$

eşitlikleri kullanılır. Koneksiyonu

$$\nabla_j \frac{\partial}{\partial z^k} = \sum_i \Gamma_{jk}^i \frac{\partial}{\partial z^i}$$

tarafından verilen Γ_{jk}^i Christoffel sembolü ile belirlenir. Bu eşitlik aynı zamanda Kähler şartı

$$\nabla_{\bar{i}} \frac{\partial}{\partial z^k} = 0$$

olduğunu göstermek için kullanılabilir [4].

Levi- Civita koneksiyonu simetriktr (serbest torsion). Bu nedenle $\Gamma_{jk}^i = \Gamma_{kj}^i$ dir. Herhangi bir T tensörü için $\nabla_i T = \overline{\nabla_i T}$ dir. Tensör alanının kovaryant türevleri, fonksiyonlar üzerinde kovaryant türevler kısmi türevler aynı olduğundan türevler için çarpım kuralını kullanarak hesaplanabilir [4].

Örnek 2.5.1. dz^k formunun kovaryant türevlerini bulmak için δ_j^k birim matris olmak üzere

$$dz^k \left(\frac{\partial}{\partial z^j} \right) = \delta_j^k$$

dır.

$$(\nabla_i dz^k) \frac{\partial}{\partial z^j} = -\Gamma_{ij}^k$$

hesaplamasından

$$(\nabla_i dz^k) \frac{\partial}{\partial z^j} + dz^k \left(\nabla_i \frac{\partial}{\partial z^j} \right) = 0$$

elde edilir. Benzer şekilde

$$\nabla_i dz^k \frac{\partial}{\partial z^j} = 0$$

bulunur. Böylece

$$\nabla_i dz^k = - \sum_j \Gamma_{ij}^k dz^j$$

elde edilir [4].

Şimdi tekrarlı indeksler üzerinde toplama anlamına gelen toplama işlemini kullanarak her tekrarlı indeks en üstte ve en altta bir kez görünür. Genellikle a_{ij} için $a_{ij} dz^i \otimes dz^j$ (i, j üzerinde toplama) şeklinde bir tensör yazılır. Fakat Γ_{jk}^i , koordinatların değişimi altında değişmediğinden bir tensör değildir [4].

Örnek 2.5.2. Toplama kuralını kullanarak $a_{ij} dz^i \otimes dz^j$ tensörünün kovaryant türevi,

$$\begin{aligned} \nabla_{\bar{p}}(a_{ij} dz^i \otimes dz^j) &= (\partial_{\bar{p}} a_{ij}) dz^i \otimes dz^j + a_{ij} (\nabla_{\bar{p}} dz^i) \otimes dz^j + a_{ij} dz^i \otimes (\nabla_{\bar{p}} dz^j) \\ &= (\partial_{\bar{p}} a_{ij}) dz^i \otimes dz^j - a_{ij} dz^i \otimes \left(\Gamma_{\bar{p}\ell}^j dz^\ell \right) \\ &= (\partial_{\bar{p}} a_{ij} - \Gamma_{\bar{p}j}^{\bar{\ell}} a_{i\bar{\ell}}) dz^i \otimes dz^j \end{aligned}$$

şeklinde hesaplanır ya da

$$\nabla_{\bar{p}} a_{ij} = \partial_{\bar{p}} a_{ij} - \Gamma_{\bar{p}j}^{\bar{p}} a_{i\bar{p}}$$

formülü kullanılır. Daha genel tensörler için benzer formüller kolaylıkla elde edilebilir [4].

Lemma 2.5.1. $g_{j\bar{k}}$ metriği açısından Christoffel sembolü $g^{i\bar{p}}$, $g_{i\bar{p}}$ nün ters matrisi olmak üzere

$$\Gamma_{jk}^i = g^{i\bar{p}} \partial_i g_{k\bar{p}}$$

dir [4].

2.6. Eğrilikler

Kovaryant türevlerde genellikle değişme özelliği yoktur. Değişme özelliğinin olmaması eğrilik tarafından ölçülür. Eğriliği, örnek olarak $R_{ij\bar{k}\bar{p}} = g_{p\bar{j}} R_{i\bar{k}\bar{p}}^p$ (indeksin durumu önemlidir) metriği kullanılan artacak veya daha azalacak olan $R_{i\bar{k}\bar{p}}^j$ 4- tensördür [4].

$\nabla_k, \nabla_{\bar{p}}$ ile, $\nabla_{\bar{k}}, \nabla_{\bar{p}}$ ile değişirken eğriliği

$$(\nabla_k \nabla_{\bar{p}} - \nabla_{\bar{p}} \nabla_k) \frac{\partial}{\partial z^i} = R_{i\bar{k}\bar{p}}^j \frac{\partial}{\partial z^j}$$

tarafından tanımlanır. Christoffel sembolü açısından

$$R_{ij\bar{k}\bar{p}} = -\partial_k \partial_{\bar{p}} g_{i\bar{j}} + g^{p\bar{q}} (\partial_k g_{i\bar{j}}) (\partial_{\bar{p}} g_{p\bar{q}})$$

metriğini bulunduğuandan

$$R_{i\bar{k}\bar{p}}^j = -\partial_{\bar{p}} \Gamma_{ki}^j$$

eşitliğini hesaplanabilir [4].

Eğrilik çeşitli tanımları sağlar. Ricci eğriliği, daralması için

$$R_{i\bar{j}} = g^{k\bar{p}} R_{ij\bar{k}\bar{p}}$$

ve skalar eğrilik

$$R = g^{i\bar{j}} R_{i\bar{j}}$$

olarak tanımlanır [4].

Lemma 2.6.1. Lokal koordinatlarda Ricci eğriliği,

$$R_{i\bar{j}} = -\partial_i \partial_{\bar{j}} \log \det(g_{p\bar{q}})$$

dir [4].

(M, g) , n boyutlu bir Kähler manifold olsun. g , $T^{1,0}M$ holomorfik tanjant demeti üzerinde bir metrik olmak üzere $K_M^{-1} = \wedge^n T^{1,0}M$ anti-kanonik demet üzerinde $\det(g)$ bir metrik olarak elde edilir [5].

Tanım 2.6.1. (M, g) nin Ricci eğriliği, K_M^{-1} üzerinde $\det(g)$ nin eğriliğidir ve

$$\text{Ric}(g) = -\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \det(g)$$

şeklinde ifade edilir [5].

Başka bir deyişle $\text{Ric}(\omega)$ Ricci formu, lokal koordinatlarda kapalı reel $(1,1)$ - form olan

$$\begin{aligned} \text{Ric}(\omega) &= \sqrt{-1} R_{i\bar{j}} dz^i \wedge d\bar{z}^j \\ &= -\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \det(g) \end{aligned}$$

ile tanımlanır [4].

Eğer M üzerinde ω Kähler formu verilirse g , uygun Kähler metriği olmak üzere $\text{Ric}(g)$ gösterimi yerine $\text{Ric}(\omega)$ yazılabilir [5].

Eğer h , M üzerinde başka bir Kähler metrik ise

$$\frac{\det(h)}{\det(g)}$$

genel olarak tanımlanan fonksiyondur. Böylece Ricci formlarının farkı

$$\text{Ric}(h) - \text{Ric}(g) = -\sqrt{-1} \partial \bar{\partial} \log \frac{\det(h)}{\det(g)}$$

tam formudur. Buradan $[\text{Ric}(g)]$ kohomoloji sınıfı, Kähler metrik seçiminden bağımsızdır. M nin birinci Chern sınıfı

$$c_1(M) = \frac{1}{2\pi} [\text{Ric}(g)] \in H^2(M, \mathbb{R})$$

kohomoloji sınıfı olarak tanımlanır. $c_1(M)$ bu normalleştirme ile bir integral kohomoloji sınıfıdır [4].

Kähler manifoldunun Ricci eğriliği hakkında temel sonucu Calabi varsayımının Yau çözümüdür [4].

Teorem 2.6.1 (Calabi-Yau Teoremi). (M, ω) bir kompakt Kähler manifold ve α , $c_1(M)$ temsil eden bir reel $(1,1)$ -formu olsun. $[\eta] = [\omega]$ ile birlikte M üzerinde bir tek η Kähler metriği vardır öyle ki

$$\text{Ric}(\eta) = 2\pi\alpha$$

dır [4].

Sonuç 2.6.1. Eğer özellikle $c_1(M) = 0$ ise her Kähler sınıfı, bir tek Ricci flat metrik içerir [4].

Sıfır birinci Chern sınıfına sahip bir Kähler manifoldu, Calabi-Yau manifoldu olarak adlandırılır [6].

Teorem 2.6.2. M , k Gauss eğriliği ile birlikte kompakt bir Riemann yüzeyi ve ϕ hacim formu olmak üzere

$$\text{Ric} = k \cdot \phi$$

dir [5].

Tanım 2.6.2. Eğer bir (M, ω) bir Kähler manifold, $\lambda \in \mathbb{R}$ için

$$\text{Ric}(\omega) = \lambda \omega$$

ise Kähler- Einstein'dır denilir ve buradaki λ sabitine de Einstein sabiti denir [5].

Başka bir ifadeyle Kähler metriğinin, Kähler Einstein metrik olması için gerek ve yeter koşul Kähler Einstein metriğinin Ricci formu, Kähler metriğinin sabit bir katıdır [7].

Kompleks bir manifold üzerinde bir Kähler- Einstein metriği, bir Riemann metriğidir. Ayrıca bu metrik hem Kähler metriği hem de Einstein metriğidir.

ω Kähler metriği ile verilen $\text{Ric}(\omega) = \lambda \omega$ ifadesinde λ nın işaret durumu önemlidir. Burada $\lambda = 1$, $\lambda = 0$, $\lambda = -1$ olmak üzere

$$\text{Ric}(\omega) = \omega, \quad \text{Ric}(\omega) = 0, \quad \text{Ric}(\omega) = -\omega$$

şeklinde 3 farklı durumu bulunur. Bir Kähler metriğinin Ricci formu, M üzerinde ω Kähler metriğinden bağımsız olduğu

$$c_1(M) = \frac{1}{2\pi} [\text{Ric}(\omega)]$$

şeklinde birinci Chern sınıfı denilen bir karakteristik sınıfı tanımlar. λ nın işaret durumuna göre birinci Chern sınıfının işaret durumu belirlenir. Birinci Chern sınıfı λ ile aynı işaretlere sahiptir [4].

M bir Kähler manifoldu ve M üzerinde bir Kähler- Einstein metriği bulmak için ya $c_1(M) < 0$ ya $c_1(M) = 0$ ya da $c_1(M) > 0$ olmalıdır [4], [8].

Bu durumlar şöyle gösterilir:

1) $c_1(M) < 0$ için Aubin ve Yau birbirinden bağımsız olarak Kähler- Einstein metriğinin varlığını ispatlamışlardır [9].

$c_1(M) < 0$ durumu ile ilgili bazı teoremler:

Teorem 2.6.3 (Aubin- Yau Teoremi). $c_1(M) < 0$ sınıfına sahip kompakt bir Kähler manifoldu M , $\lambda = -1$ Einstein sabitine sahip tek bir Kähler Einstein metriği vardır [9].

Teorem 2.6.4. Negatif birinci Chern sınıfı ile birlikte kompakt bir Kähler manifoldu M olsun.

$$\omega \in -2\pi c_1(M)$$

bir tek Kähler metrik vardır öyle ki $\text{Ric}(\omega) = -\omega$ dır [4].

Teorem 2.6.5. M , $c_1(M) < 0$ sınıfı ile birlikte bir kompakt Kähler manifoldu ise negatif skalar eğriliğe sahip bir Kähler- Einstein metrik vardır. Bu metrik ölçeklemeye kadar tektir [7].

2) $c_1(M) > 0$ için herhangi bir Kähler sınıfındaki Kähler- Einstein metriğinin varlığını ispatlamaya çalışan Calabi' nin varsayımı, Yau tarafından çözüldü [8], [10].

Tanım 2.6.7. Pozitif birinci Chern sınıfına sahip Kähler manifoldu Fano manifoldu olarak adlandırılır [11].

Fano manifoldları üzerinde genellikle Kähler- Einstein metrikleri var olmazlar. Bunun nedeni Futaki invariantıdır [12].

3) $c_1(M) = 0$ için $\text{Ric}(\omega) = 0$ dır. Bu durumda Kähler- Einstein metrikleri bulunabilir [8].

Tanım 2.6.3. Sıfır Ricci eğriliğine sahip Kähler- Einstein metrikleri Calabi- Yau metrikleri olarak adlandırılır [8].

Calabi- Yau metrikleri sicim kuramında büyük rol oynar [8].

3. POZİTİF BİRİNCİ CHERN SINIFI

Birinci Chern sınıflarının negatif ve sıfır oluşu durumunda Kähler-Einstein metriğin bulunabildiğini önceki bölümde belirtilmiştir. Fakat birinci Chern sınıfı pozitif olduğunda Kähler- Einstein metrik bulunabilmesi için gerekli sınırlandırmalardan bahsedilecektir.

Bu bölümde holomorfik vektör alanı terimini, $L_v J = 0$ için TM tanjant demetin bir kesiti anlamında kullanılmaktadır. Bu şekilde verilen bir vektör alanı, genel anlamda $v^{(1,0)}$, $T^{1,0}M$ nin holomorfik kesitidir. Benzer şekilde verilen $T^{1,0}M$ nin bir holomorfik kesiti, onun reel kısmı v , $L_v J = 0$ özelliğine sahiptir [6].

Teorem 3.1. Pozitif birinci Chern sınıfına sahip herhangi M kompakt Kähler manifoldu için otomorfizmlerine kadar

$$\text{Ric}(\omega) = \lambda\omega$$

eşitliğini sağlayan en çok bir metrik vardır [13].

Tanım 3.1. M kompakt bir Kähler manifold ve $\eta(M)$, M nin holomorfik vektör alanlarının uzayı olsun. ω , $[\omega] = \Omega$ ya sahip bir Kähler metriği olmak üzere herhangi bir Kähler sınıfı Ω ve $v \in \eta(M)$ için Futaki invariantı,

$$f_{M,\Omega}: \eta(M) \longrightarrow \mathbb{C}$$
$$v \mapsto f_{M,\Omega}(v) = \int_M v(h) \omega^n$$

ile tanımlanan $\eta(M)$ nin bir $f_{M,\Omega}$ karakteridir [14].

$s(\omega)$, ω nın skalar eğriliği ve μ de skalar eğriliğin

$$\mu = \frac{c_1(M) \cdot \Omega^{n-1}([M])}{\Omega([M])}$$

şeklindeki ortalaması olmak üzere h ,

$$s(\omega) - \mu = \Delta_\omega$$

ile belirtilir ve buradan

$$\int_M (e^h - 1) \omega^n = 0$$

dir [14].

Sonuç 3.1. M , sabit skalar eğriliğe ve $[\omega] = \Omega$ ya sahip bir Kähler metriği kabul ederse $f_{M,\Omega} \equiv 0$ dir [14].

Teorem 3.2. $f_{M,\Omega}$ Futaki invariantı, ω nın seçimine bağlı değildir [6].

Lemma 3.1. Eğer $\vartheta, v \in \eta(M)$ ise $f_{M,\Omega}([\vartheta, v]) = 0$ dir. Başka bir deyişle $f_{M,\Omega}$, $\eta(M)$ nin bir karakteridir [6].

Eğer M bir Fano manifold ise $\Omega = 2\pi c_1(M)$ ve kolaylık olması açısından $f_{M,\Omega}$ yerine f_M yazılabilir. Sadece Futaki invariantı $f_M \equiv 0$ ise M bir Kähler-Einstein metriğine sahiptir. Futaki invariantı sıfır olmayan Fano manifoldu örnekleri vardır ve bunlar Kähler-Einstein metriği kabul etmezler [14].

Teorem 3.3. $c_1(M) > 0$ a sahip bir kompleks M yüzeyi bir Kähler-Einstein metriğine sahiptir ancak ve ancak M nin Futaki invariantı sıfırdır [15].

Tanım 3.2. M , $n -$ boyutlu kompakt kompleks manifold olsun. $Oto(M)$ kompleks Lie grubu, M nin tüm biholomorfik otomorfizlerinden oluşur. Onun Lie cebiri olan $\eta(M)$, M üzerindeki tüm holomorfik vektör alanlarından oluşur [16].

Eğer $\eta(M)$, $Oto(M)$ nin kompakt alt grubunun Lie cebirinin kompleksleşmiş ise $\eta(M)$ redüktiftir [16].

Teorem 3.4. M , bir Kähler-Einstein metriğine sahiptir ancak ve ancak M üzerinde holomorfik vektör alanının Lie cebiri, redüktif (bir kompakt reel alt cebirin kompleksleşmiş) tir [14], [15].

Örnek olarak $c_1(M) > 0$ a sahip 3- boyutlu M Kähler manifoldunda $\eta(M)$ redüktiftir ve $f_M \neq 0$ dir. Bu durumda M , herhangi bir Kähler-Einstein metriğini kabul etmez [17].

Teorem 3.5. M , $\eta(M) = \{0\}$ a sahip ve Kähler-Einstein metrik kabul eden bir Fano manifold ise M , K-kararıdır [14], [18].

Sabit skalar eğrilikli Kähler metriği, skalar eğriligi sabit olan bir kompleks manifold üzerinde bir Kähler metriktir. Özel bir durumu, Kähler-Einstein metrikleri ve daha genel durumu ise extremal Kähler metrikleridir.

Teorem 3.6. Eğer M , sabit skalar eğrilige sahip bir Kähler-Einstein metriğe sahip ise $\eta(M)$, reductivedir [19].

Teorem 3.7. Eğer M , sabit skalar eğrilikli Kähler-Einstein metriğe sahip ise $f_M \equiv 0$ dir [20].

Teorem 3.8. M , $[\omega] = 2\pi c_1(L)$ iken sabit skalar eğrilikli bir ω Kähler metriği ve $\eta(M) = \{0\}$ eşitliği var ise (M, L) , K-kararıdır [14], [21].

KAYNAKÇA

- [1] Pragacz, P., (2012), Characteristic Classes with Applications to Geometry, Topology and Number Theory, Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk, Poland.
- [2] Ozan, Y., (2016), Türevlenebilir Manifoldlara Giriş, ODTÜ, Ankara.
- [3] Hatcher, A., (2002), Algebraic Topology, Cambridge University Press, England.
- [4] Szekelyhidi, G., (2013), Introduction to Extremal metrics Preliminary Version.
- [5] Faulk, M., (2016), First Chern Classes of Kahler Manifolds, Columbia University, New York.
- [6] Fine, J., (2012), A rapid introduction to Kähler geometry, Chapter 2: Holomorphic line bundles, preprints, Université Libre de Bruxelles, Belgique.
- [7] Santoro, B., (2009), Introduction to Evolution Equations in Geometry, Nacional de Matematica Pura e Aplicada-IMPA, Rio de Janeiro, Brazil.
- [8] Li, C., (2012), Kahler-Einstein Metrics and K-Stability, PhD thesis, Princeton University.
- [9] Moroianu, A., (2007), Lectures on Kahler Geometry, Cambridge University Press, Paris.

- [10] Tian, G., (2000), Kahler-Einstein Manifolds of Positive Scalar Curvature, International Press.
- [11] Wang, X. J., Zhu, X., (2004), Kahler-Ricci solitons on toric manifolds with positive first Chern class, Advances in Mathematics 188, 87-103.
- [12] Spotti, C., (2016), Compact moduli spaces of Kahler-Einstein Fano varieties, Cambridge of University, England.
- [13] Bando, S., Mabuchi, T., (1987), Uniqueness of Einstein Kahler metrics modulo connected group actions, Algebraic Geometry, Adv. Studies in Pure Math., 10.
- [14] Tian, G., (2014), Kahler-Einstein metrics on Fano manifolds, Japanese Journal of Mathematics, Volume 10, Issue 1, pp 1-41.
- [15] Tian, G., (1990), Kahler-Einstein on algebraic manifolds, Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Vol. I, II ,587-598, Math. Soc. Japan, Tokyo, 1991.
- [16] Tsuboi, K., (2009), On the existence of Kahler metrics of constant scalar curvature, Tohoku Math. J., vol. 61(2), 241-252.
- [17] Tian, G., (1991), Lectures on Einstein Manifolds: Kahler-Einstein Manifolds and Positive Scalar Curvature, Mathematics Subject Classification. Primary 53C20, International Press.
- [18] Tian, G., (1997), Kahler-Einstein metrics with positive scalar curvature. Invent. Math., 130, 1-39.
- [19] Matsushima, Y., (1957), Sur la structure du group homeomorphismes analytiques d'une certain variete, Kaehlerienne, Nagoya Math. J., 11, 145-150.
- [20] Futaki, A., (1983), An obstruction to the existence of Kahler-Einstein metrics, Inv. Math., 73, 437-443.
- [21] Stoppa, J., (2009), K-stability of constant scalar curvature Kahler manifolds. Adv. in Math., 221, 1397-1408.
- [22] Yetim, C., (2018), Kahler-Einstein Metrik Üzerine, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 70s.



THE STRUCTURAL, SURFACE MORPHOLOGY, OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF ZnO FILM DOPED GALLIUM AT 10%

Senem AYDOĞU¹, Seda UZKALAN²

¹ Kütahya Dumlupınar University, Department of Physics, Faculty of Art and Science, Kütahya, hsenem.aydogu@dpu.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-2426-9162

² Kütahya Dumlupınar University, Department of Physics, Faculty of Art and Science, Kütahya, sedauzkalan@hotmail.com;
ORCID: 0000-0003-2564-6484

Geliş Tarihi: 30.11.2018

Kabul Tarihi: 30.12.2019

ABSTRACT

The pure and 10% gallium (Ga) doped zinc oxide (ZnO) films synthesized on glass substrates by ultrasonic spray pyrolysis technique. The structural, surface morphology, optical and electrical properties of pure and doped films were analysed by X-ray diffraction (XRD) pattern, atomic force microscopy (AFM), Ultraviolet – Visible (UV-Vis) spectrophotometer and four probe technique, respectively. It observed from the results of XRD that the preferred orientation changed from (100) to (002) with Ga doping at 10 %. Also, the grain size and strain values of films calculated both Scherrer Method and Williamson–Hall (W–H) Method were compared. In the result of this comparison, the values calculated by Scherrer Method were found to be smaller than the values calculated by W–H Method. All experimental results show that the grain size, surface roughness, energy band gap and electrical conductivity increased as its Urbach energy decreased with the addition of gallium. As a result, the crystallinity of ZnO film was observed to improve with doping Ga at 10 %.

Keywords: *Ultrasonic spray pyrolysis, Williamson–Hall Method, Optical properties, Urbach energy*

%10 GALYUM KATKILI ZnO FİLMİNİN YAPISAL, YÜZEY MORFOLOJİSİ, OPTİK ve ELEKTRİK ÖZELLİKLERİ

ÖZ

Saf ve %10 galyum (Ga) katkılı çinko oksit (ZnO) filmlerinin ultrasonik sprey piroлиз tekniğiyle cam tabanlar üzerine sentezlendi. Saf ve katkılı filmlerin yapısal, yüzey morfolojisi, optik ve elektriksel özellikleri X-ışın kırınım (XRD) örneği, atomik kuvvet mikroskopisi (AFM), ultraviyole ve görünür ışık (UV-Vis) spektrofotometresi ve dört prob tekniği ile analizlendi; sırasıyla. XRD sonuçlarından %10 Ga katkılanmasıyla tercihli yönelimin (100) dan (002) ye değiştiği gözlemlendi. Ayrıca, hem Scherrer Metodu hem de Williamson–Hall (W–H) Metodu ile hesaplanan filmlerin tanecik boyutu ve gerilim değerleri karşılaştırıldı. Bu karşılaştırmanın sonucunda, Scherrer Metoduyla hesaplanan değerler W–H Metodu ile hesaplanan değerlerden daha küçük bulundu. Tüm deneysel sonuçları,

galyum katkısıyla Urbach enerjisi azalırken, tanecik boyutunun, yüzey pürüzlülüğünün, enerji band aralığının ve elektrik iletkenliğinin arttığını göstermiştir. Sonuç olarak, ZnO filminin kristallliği %10 Ga katkısıyla geliştiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ultrasonik sprej piroliz, Williamson – Hall Metodu, optik özellikler, Urbach enerjisi*

1. INTRODUCTION

Zinc oxide (ZnO) is mainly used in many applications, including microelectronic and optoelectronic devices [1, 2, 3, 4]. The main reasons of ZnO preference are the optical properties and electrical conductivity, high thermal and chemical stability, non-toxicity and abundance in nature. Because of these properties, ZnO has attracted much attention in transparent conducting oxides (TCO). Generally ZnO, n type semiconductor in hexagonal structure, has a direct band transition energy gap 3.3 eV at room temperature [2, 5]. ZnO may be improved the structural, optical and electrical properties by doped III group elements (Ga, Al, In). Hence, doping of specific elements (Ga, In, Mg) leads to change in the band gap and so the activation energy of the donor centres and this causes their stability [1, 3, 6–11]. Doping ZnO with these metals has the properties of high transparency and low resistivity [12]. In recent years, the Ga, Al, Mg doped ZnO films have been observed to improve photocatalysis property and researches on this property of films have increased [13–17]. Among these even for doping high Ga has a good lattice matching with ZnO lattice and is less reactive with oxygen. Both ionic and covalent radii of gallium (0.62Å, 1.26Å) are closed to that of ZnO (0.74Å, 1.31Å) [18]. This makes the gallium one of the best dopant and causes minimal lattice distortion.

ZnO and ZnO:Ga thin films can be produced by different methods: Molecular beam epitaxy (MBE) [19], magnetron sputtering [7,20], chemical vapour deposition (CVD) [21,22], pulsed laser deposition (PLD) [23,24], chemical spray pyrolysis [2, 5, 25], sol-gel [26, 27]. The chemical spray pyrolysis technique was first used by Chamberlin and Skarman [28] in 1966 to produce CdS and some inorganic sulphide and selenite thin films. In the following years, this technique has been developed and used to deposition a wide variety of films. In this technique thin film can be produced to the desired properties by adjusting the experimental parameters. In the last 20 years three spray pyrolysis techniques have been developed with different atomization techniques [29,30]: Pneumatic [31,32], Ultrasonic [31,33] and Electrostatic spray pyrolysis [31,34,35] techniques (PSP, USP, ESP respectively). USP technique is a technique based on spraying aqueous solution prepared in a particular the concentrations and volumes of salt containing the elements of obtained materials on preheated glass, metallic or ceramic substrates in a certain flow rate using a certain time the carrier gas as nitrogen gas or air [36,37]. USP has a number of advantages such as simple and economically contains cheap tools, ensuring as soon as materials production, low energy consumption, simply different atoms doped, the ability deposited film on a large surface and not require vacuum. The films obtained by spray pyrolysis technique have a polycrystalline structure [36,37].

A perfect crystal expands periodically in all directions to infinity. However no crystals are ideal, so it is not perfect. The broadening of the diffraction peaks is the result of the deflection from perfect crystallinity. Peak width analysis gives the information about crystal size and strain. The particle size does not generally mean the same as the crystallite (grain) size of the particles. Because the presence of polycrystalline aggregates in the film structure is mentioned. A measure of the distribution of lattice constants caused by crystal defects is the lattice strain [38]. The investigation of dislocation distribution is done using X-ray line broadening. The X-ray diffraction analysis is used to predict the

crystallite size and lattice strain [39,40]. There are available methods to predict the crystallite and lattice tension [38,41]. One generally used analysis is Williamson Hall (W–H) analysis. This analysis is an alternative method for computing the crystallite size and lattice strain [38,39,41]. Uniform deformation model (UDM), uniform deformation stress model (UDSM) and uniform deformation energy density model (UDEDM) are the changed forms of W–H analysis [42].

In the literature research, Ga doped ZnO films were produced with different techniques. Ga additive ratios were generally in the range of 1 - 9% and films were obtained [12,42–50]. In these studies, structural, optical, electrical properties of films were investigated. In addition, ZnO films were not doped with 10% gallium and were not examined by W - H theory. The first aim of this work is that the ZnO and ZnO:Ga (10 %) films produced by USP on the glass substrates are examined the structural, surface morphology, optical and electrical properties. A perfect crystal would extend infinitely in all directions. Therefore, crystals are no perfect because of their finite size. The broadening of the diffraction peaks is the cause of the deviation from perfect crystallinity. The grain size and lattice strain are obtained from peak width analysis and affect the Bragg peak in different ways. The grain size of the particle is not the same as the particle size because of the formation of polycrystalline aggregates. While reviewing the literature, there are no works considering this broadening. Therefore broadening must be taken into account to calculating the crystallite (grain) sizes and other aim of this work is that the examining of the crystal structures of films is done with Scherrer method and W–H analysis, and the results calculated with each method are compared. Furthermore, UDM approach in the W–H analysis is used. In UDM, the crystal is considered having the isotropic nature. In addition, the energy band gaps and Urbach energies of the films were calculated as a result of examining the optical properties.

2. EXPERIMENTAL DETAILS

The films of pure and ZnO doped Ga at 10% were deposited by USP technique. $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ and $GaN_3O_9 \cdot xH_2O$ were utilized the precursor aqueous solutions as ZnO and Ga sources, respectively. The dopant concentration (Ga at %) was measured 10 % as volume percentage. The precursor solutions were sprayed onto the heated glass substrates at a constant temperature of $380^\circ C \pm 5^\circ C$. Substrate was heated by quartz heater. The experimental parameters are tabulated in Table 1.

Table 1. The experimental parameters used to produce the films.

Material	ZnO, ZnO:Ga
Dopind level (at %)	10
Source Solutions	$Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ and $GaN_3O_9 \cdot xH_2O$
Molarity	0.1M
Total volume of spraying solution	100ml.
Substrate temperature	$380 \pm 5^\circ C$
Solution flowrate	5 ml/min
Spraying time	20 min
Nozzle to substrate distance	27cm
Carrier gas / pressure	Air / 2 bar

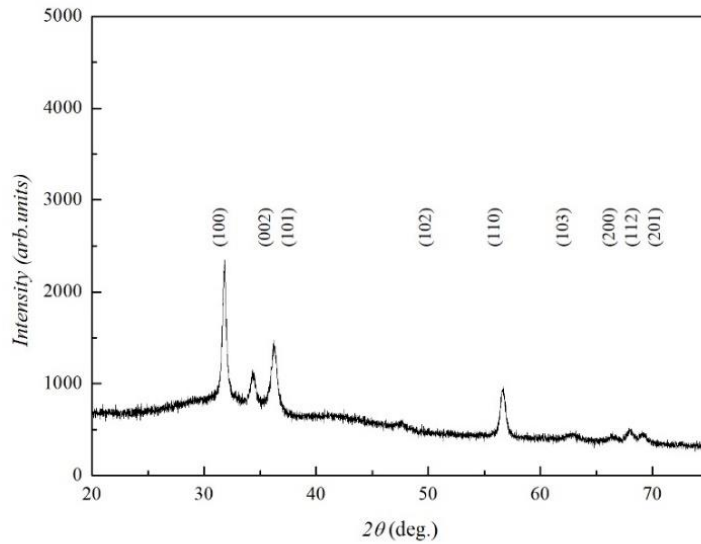
The crystal structures of the films were obtained by Bruker D8 – X – Ray Diffractometer using $CuK\alpha$ radiation of $\lambda=1.5406\text{Å}$ in the detector scan mode in the range of $20^\circ-75^\circ$. The absorbance, transmittance and optical band gap of films were investigated by Shimadzu UV–Vis 1800

spectrophotometer covering the spectral range from 190 – 1100nm. The surface morphologies were scanned in area of 2 μm ×2 μm using Park System XE–100 Atomic Force Microscope (AFM) in non–contact mode. XEI version 1.7.1 software is used for obtaining root mean square (rms, R_q), average (R_a) and peak to valley (R_{qv}) roughness values. The electrical properties of films were searched by four probe technique with Pro4 Lucas Keithley 2601A System Sourcemeter.

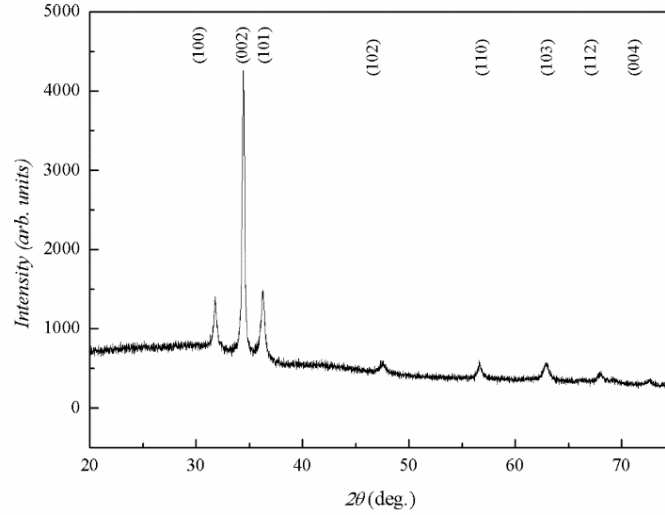
3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. XRD Analysis

The structural properties of the ZnO and ZnO:Ga (10 %) films have been determined from X–ray diffraction technique using $\text{CuK}\alpha$ (1.5406Å) as given in Figure 1. The main peaks for pure ZnO film in Figure 1(a) were observed the planes of (100), (002), (101), (110); not too prominent peaks were (102), (103), (200), (112) and (201). It is seen in Figure 1(b) that the peaks of (100), (002), and (101) were permanent peaks as intensity of (110) peak was reduced. Fig.1 indicates that both pure and Ga doped ZnO films has the polycrystalline nature correspond to hexagonal structure ZnO powder (PDF 01–070–8070; PDF: powder diffraction file). There is an intense peak which belong to the reflections from (100) in Figure 1(a) and from (002) plane of ZnO:Ga in Figure 1(b). Accordingly, it is observed that the preferred orientation from (100) to (002) was changed with the Ga doping at 10%. In Fig. 1(b) there was no peak of another phase such as gallium. Also, because the films are produced on glass substrates, the amorphous structure of the glass is observed in XRD pattern. Therefore, a decrease between 38° and 46° is observed.



(a)



(b)

Figure 1. XRD patterns for (a) ZnO and (b) ZnO:Ga.

The lattice constants ($a = b, c$) of undoped and doped films are calculated from below equation using interplanar spacing of different (hkl) planes,

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{h^2 + hk + k^2}{a^2} \right) + \frac{1}{c^2} \quad (1)$$

where (hkl) are the Miller indices; a, b, c are the lattice constants and d_{hkl} is the interplanar spacing. The lattice constant values of pure sample for (100) direction plane are slightly bigger than the value of the corresponding standard material (PDF Card No: 01-070-8070). The reason of this difference may be due to healing of the material. Because the oxygen vacancies can be filled by the Ga atoms and the interstitial Ga atoms, leading to an increase in the lattice strain. The lattice constant values of the films obtained from Eq. 1 and lattice constants of the corresponding standard material are given in Table 2.

Table 2. The lattice constants of ZnO and ZnO:Ga films.

Lattice Constants	ZnO (100)	ZnO:Ga (10%) (002)	PDF Card 01-070-8070
a (Å)	3.6016	3.2504	3.24890
b (Å)	3.6016	3.2504	3.24890
c (Å)	5.7844	5.2073	5.20490
c/a	1.6061	1.6021	1.6021

In the literature [11,18], as ZnO doped Ga at 1–7 % concentration, it seen that there was no structural change or Ga₂O₃ phase was not occurred. Bartina et al. [10] examined that the optical and electrical properties of Al, Ga and In with 0–10 % doped ZnO films and saw that the structure of ZnO films no chanced. Also Sharma et al. [50] observed that the structures of ZnO films, produced by spin coating method and annealed, no changed with doping Ga at 11.05 %. Nakagawara et al. [51] examined to ZnO films with Ga heaving doping (4.3–23.1 %) and so, they observed that the peak in XRD pattern completely disappears in the 23.1 % Ga doped ZnO. Contrary to their works, it is observed in this work that the preferential growth of ZnO film was became from (100) to (002) plane with doping Ga at 10%. It is attributed to the crystal reorientation and so structural change is caused by the incorporation of further more Ga atoms. According to Barbar et al. [25] and Winer et al. [27], the crystallinity deterioration affects the crystal reorientation originating from addition of more Ga atom. Because the mechanical stress occur from differences in the ionic radii of Ga (0.062nm) and Zn (0.074nm), and so this may be degraded the crystallinity of film at higher doping concentration.

3.1.1. Scherrer Method and Williamson–Hall Method

A perfect crystal would extend infinitely in all directions. Therefore, crystals are no perfect because of their finite size. The broadening of the diffraction peaks is the cause of the deviation from perfect crystallinity. The grain size and lattice strain are obtained from peak width analysis and affect the Bragg peak in different ways. The grain size of the particle is not the same as the particle size because of the formation of polycrystalline aggregates [52]. The one of aims of the present work is to obtain the crystallite sizes and strains of produced films using both Scherrer Method and Williamson Hall Method (W–H).

The peak broadening occurred with grain size and lattice strain could be evaluating using XRD. The crystalline size (D) and the strain (ϵ) were obtained using the Scherrer Method based on (100) plane for ZnO and based on (002) plane for Ga:ZnO [53]:

$$D = 0.9\lambda / \beta \cos\theta \quad (2)$$

$$\epsilon = \beta \cos\theta / 4 \quad (3)$$

where D is the grain size, λ is the wavelength of the radiation, β is the peak width at half maximum intensity (FWHM) and θ is Bragg angle. In semiconductors, the phonon-induced lattice vibrations, lattice mismatched film growth, and applied external stress creates the strain [54]. It is necessary to take into account the conduction energy band shift with strain; and there is strain effect. The length of dislocation lines per unit volume of crystal defines the dislocation density. Thus the defects in the films can be quantified. The dislocation density (δ) was calculated from Eq. 4,

$$\delta = 1/D^2 \quad (4)$$

The sharp and narrow peaks in XRD pattern indicate good crystallization. This defines that the β should be small. Thus, the small size of the β ensures that the grain size is large, which defines good crystallization of the films. According to Eq. 4, larger D, smaller β and smaller δ indicates that it is better crystallization of film [55]. The grain sizes (D), strains and dislocation density were calculated using the Scherer's formula for the (100) line of pure ZnO and for the (002) line of ZnO:Ga. As also show in Table 3, the crystalline of ZnO film is improved with Ga doping.

Strain-induced broadening due to crystal imperfections and deformity are dependent on the $\tan \theta$ in W-H analysis. The distinct θ dependencies of both grain size and strain effects provided a basis for the separate identification of both broadening in the W-H Theory:

$$\beta_{hkl} = (0.9\lambda/D\cos\theta) + (4\epsilon\tan\theta) \quad (5)$$

$$\beta_{hkl}\cos\theta = (0.9\lambda/D) + (4\epsilon\sin\theta) \quad (6)$$

Eqs. 5 and 6 represent UDM. According to this method, the nature of crystal is assumed mechanically isotropic. The properties of the material are isotropic depending on its crystallographic orientation.

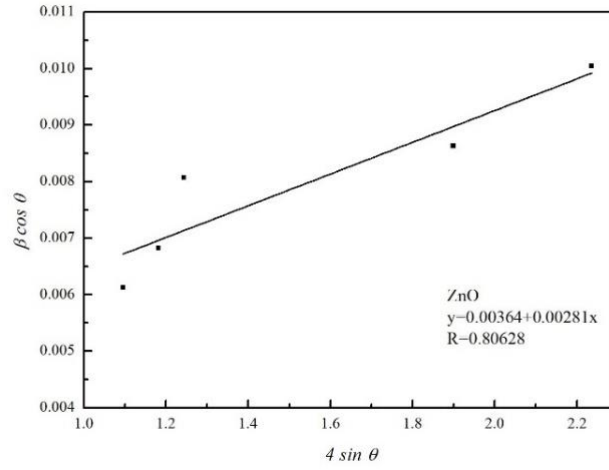


Figure 2. Plot of $\beta_{hkl}\cos\theta$ vs $4\sin\theta$ of ZnO film.

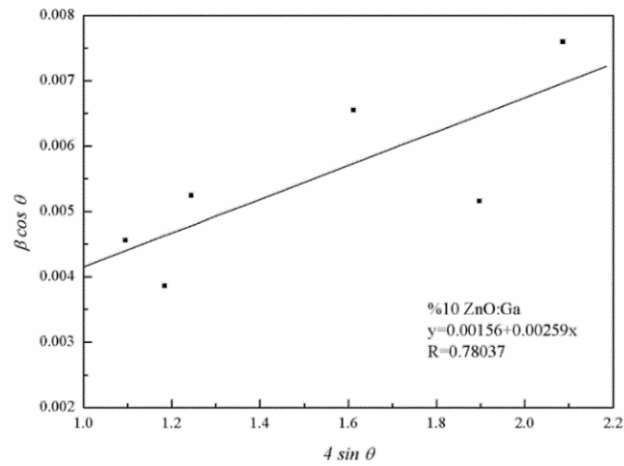


Figure 3. Plot of $\beta_{hkl}\cos\theta$ vs $4\sin\theta$ of ZnO:Ga film

Table 3. The grain size (D), dislocation density (δ) and strain (ϵ) values of ZnO and ZnO:Ga films.

Sample	Sherrer Theory			Williamson-Hall Theory		
	D (nm)	$\delta \times 10^{-3}$ (nm) ⁻²	$\epsilon \times 10^{-4}$	D (nm)	$\delta \times 10^{-3}$ (nm) ⁻²	$\epsilon \times 10^{-4}$
ZnO	20.445	2.392	15.3	38.092	6.892	15.5
ZnO:Ga	35.921	0.775	9.64	88.880	0.127	25.9

The plots of $\beta_{hkl} \cos \theta$ vs $4 \sin \theta$ for all samples are drawn (Figs. 2–3). The strain and grain size can estimate from the slope and y-intercept of $\beta_{hkl} \cos \theta$ vs $4 \sin \theta$ plots, respectively. The values of D and ϵ are calculated using Scherrer Method and W–H Analysis for ZnO and ZnO:Ga films and given in Table 3. Furthermore, the values of (hkl), 2θ and β_{hkl} used for Scherrer Method and W–H Method are summarized in Table 4.

Table 4. The values of β_{hkl} , (hkl), 2θ and I used for Scherrer Method and W–H Method.

Material	(hkl)	2θ	$\beta_{hkl} \times 10^{-3}$ (rad)	PDF Card 01–070–8070
ZnO	(100)	31.8142	6.374	31.778
	(002)	34.284	7.1370	34.434
	(101)	36.2188	8.4906	36.265
	(110)	56.6672	9.8046	56.613
	(112)	67.9051	12.116	67.971
ZnO:Ga	(100)	31.7627	4.7409	31.778
	(002)	34.4178	4.0409	34.434
	(101)	36.2394	5.5134	36.265
	(102)	47.5184	7.1565	47.556
	(110)	56.5746	5.8598	56.613
	(103)	62.8521	8.9065	62.880

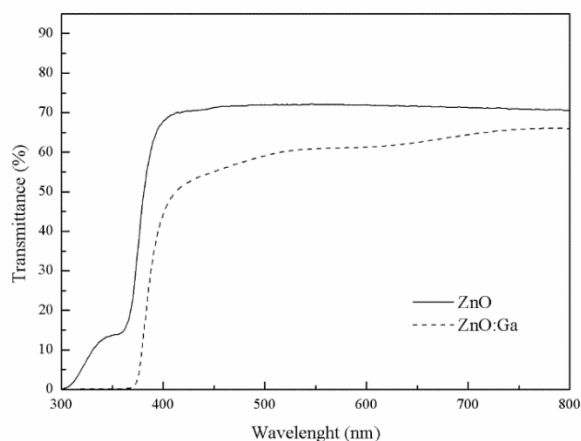


Figure 4. Transmission of ZnO and ZnO:Ga films.

3.2. Optical Properties

Fig. 4 shows the transmission for undoped and Ga doped ZnO films. The average transparency of ZnO and ZnO:Ga films was seen around 70 % – 64 % towards high wavelengths, respectively (Fig. 4). The transmittance of the ZnO film could be reduced with Ga doping. The decreasing transmittance of Ga doped ZnO film is due to defects, light scattering and/or irregularities in the film structure [12].

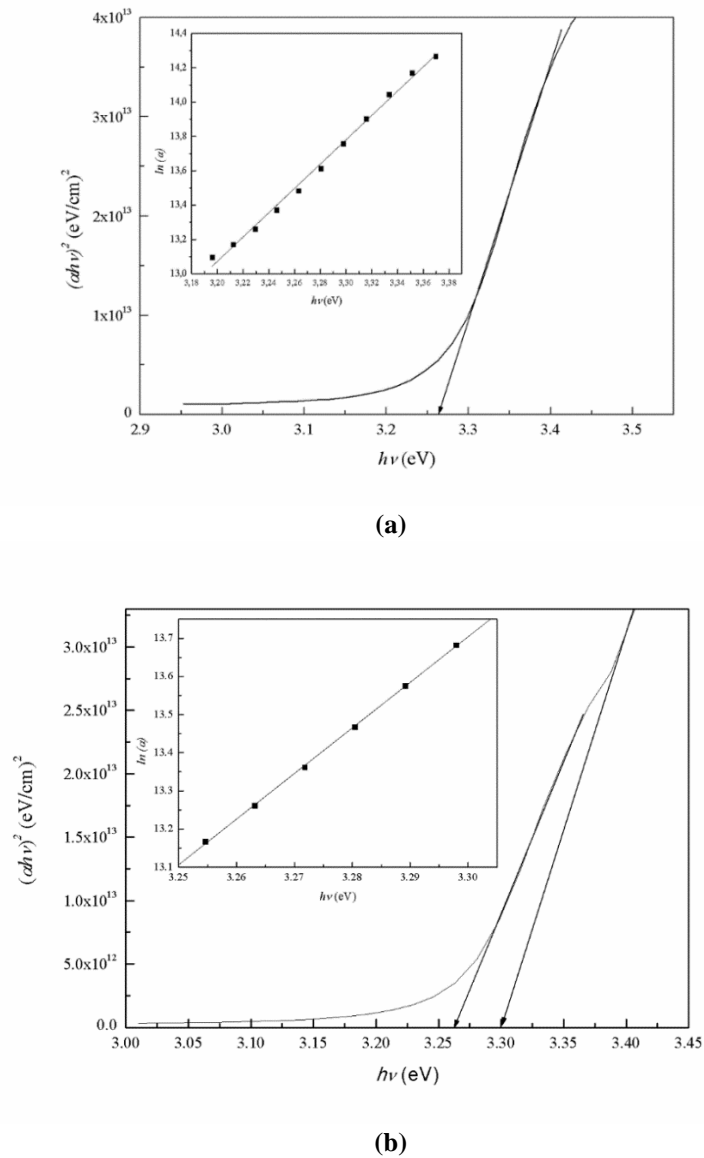


Figure 5. $(\alpha hv)^2$ versus $h\nu$ for (a) ZnO and (b) ZnO:Ga films. Insets: Plots of $\ln(\alpha)$ versus photon energy ($h\nu$).

The optical absorption method is also used to determine the forbidden energy ranges of semiconductors as well as to determine band structures. A determined of the optical band gap can be also defined by a direct transition between the valance band and conduction band in the high absorption region. The following equation is used to obtain the optical band gap:

$$\alpha = A(h\nu - E_g)^n \quad (7)$$

where A is constant, h is Planck's constant and ν is the frequency of the radiation. The most suitable value for n is obtained as 1/2 from the optical absorption method graphics. n = 1/2 indicates that transitions are direct band transitions. The optical band gap values of films were obtained with extrapolating from the appropriate absorption edge to $(ah\nu)^2=0$ in Tauc's plot. According to Fig. 5, pure and Ga doped ZnO films have the direct band gap and are 3.26 eV and 3.30 eV, respectively. But in Fig. 5(b) the first energy (E_{g1}) the second energy (E_{g2}) are seen, and are the forbidden energy gap of ZnO film and the transition energy to energy levels of impurities and defects formed with Ga incorporating, respectively. Addition to the semiconductor often reveals band tail formation in the band gap. This is defined as Urbach's energy, which indicates the possible optical transitions between unoccupied and occupied states. Therefore Urbach energy is calculated for ZnO and ZnO:Ga films. Urbach rule is expressed in Eqs. 8 and 9 in the exponential edge region [56];

$$\alpha = \alpha_0 \exp[h\nu/E_U] \quad (8)$$

$$E_U = [d \ln \alpha / d h \nu]^{-1} \quad (9)$$

The value of Urbach energy (E_U) obtained from the inverse of the slope of graph at Fig. 5 (insets). The width of the localized states in the optical band gap could be change with doping. The optical band gap varies inversely with the E_U values [46]. The Urbach energy was decreased with Ga doping from 180 to 89 meV and the optical band gap value was increased with Ga doping from 3.26 to 3.30 eV. The observed decrease in the Urbach energy values and increase in the optical band gap with Ga doping can be defined by the decrease in lattice defects. This is consistent with the results of XRD analysis. That is, it corresponds to increased crystallites and peak intensities and reduction of dislocation defects. So, these results are consisted with the literature [57,58].

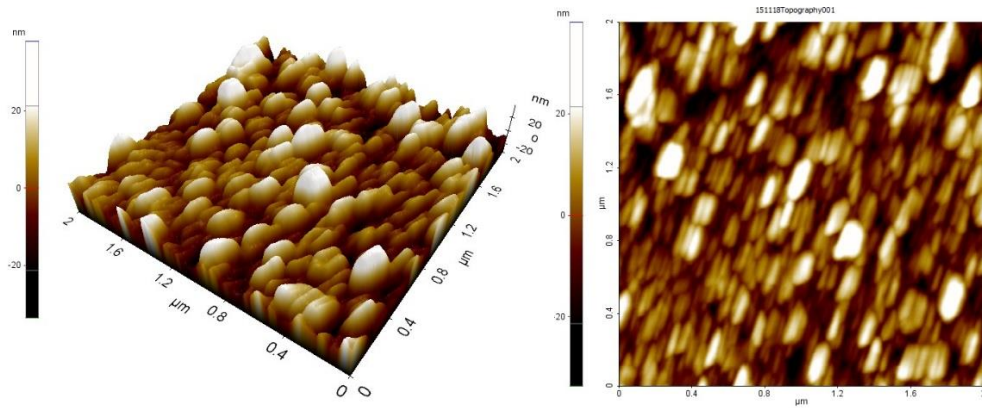
3.3. Surface Morphology

The surface morphology of thin films varies with the experiment technique and the experimental parameters. The mechanical, electrical and optical properties of thin films affect by the surface morphology. The development of electrical conductivity and optical transmittance can be achieved by decreasing grain boundary and active surface expansion [59]. With this aim, the surface morphology of produced films was investigated with AFM.

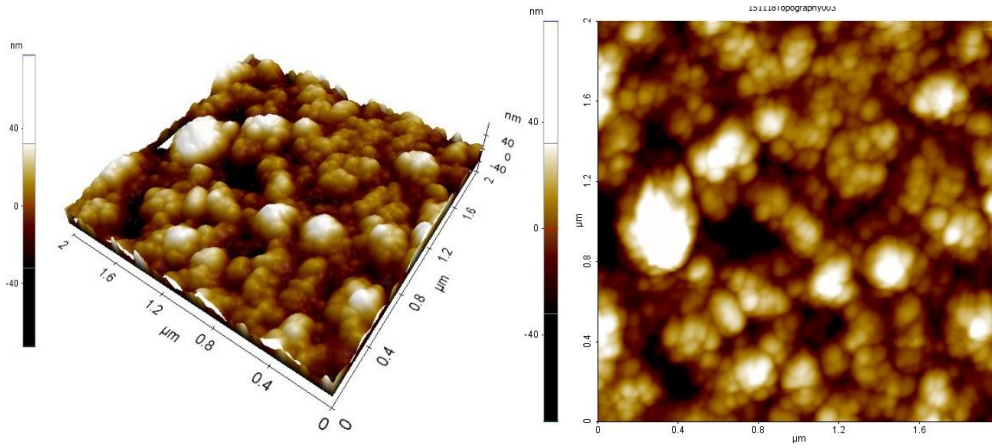
The AFM images of the pure and ZnO:Ga (10 %) in both 2D and 3D forms are shown in Fig. 6. The ZnO film exhibits spherical formed grain with granular morphology in Fig. 6(a). The ZnO film doped Ga at 10% indicates polycrystalline nature with voids free surface area and smaller spherical shaped particles in Fig. 6(b), also in the morphology of this film the larger sized grains are observed with the voids and cracks.

Table 5. The roughness values for the pure and Ga doped ZnO films.

Materials	R_q (nm)	R_a (nm)	R_{pv} (nm) ²
ZnO	10.887	8.537	71.704
ZnO:Ga 10%	16.370	12.370	150.720



(a)



(b)

Figure 6. AFM images 2D and 3D for (a) the pure and (b) Ga doped ZnO films.

3.4. Electrical Properties

The resistivity of pure and Ga doped ZnO films were measured by four probe method. Electrical resistivity values of ZnO and ZnO:Ga are obtained as $3.47 \times 10^4 \Omega\text{m}$ and $19.76 \Omega\text{m}$, respectively. It is seen that the electrical conductivity of pure film was increased with Ga doping.

In the literature study [11,60], it was observed that the grain size decreased and the surface roughness decreased with the addition of gallium to the ZnO films produced by the sol-gel technique. It is stated that in the heavily doped films, the degraded film crystallinity or segregation of dopant at the grain boundaries increase the electrical resistivity. In this work, the increase in the grain size and roughness of the ZnO film with the addition of gallium also resulted in an increase in the electrical conductivity. The reason for this is that the increase in the grain size can probably cause a decrease in grain boundary, related barriers and the surface states. This can reduce the capture traps of carriers and the ability of scattering, hence resulting in a lower resistivity and so a higher conductivity. This is supported by the results of XRD, AFM and four probe measurements. It is also convenient with the literature [42].

4. CONCLUSION

ZnO and ZnO:Ga (10%) are synthesized using USP technique. The structural, optical, morphological and electrical properties of films were searched with XRD, UV-VIS, AFM and four probe methods. From XRD patterns it seen that the orientation of ZnO film is changed from (100) to (002) plane and the crystalline size increased with Ga doping. The grain sizes of films obtained from Scherrer Method were smaller than the grain sizes obtained from W-H Analysis. This difference is proportional to the strain value and indicates that the strain plays an important role. Therefore instrument broadening must be taken into account to calculating the grain size. In addition to this reorientation, the optical band gap of pure ZnO increased with Ga doping. Compared to ZnO film, Ga doped ZnO film has the changed structural, large grain size, large band gap value, high electrical conductivity. In this study, the observed decreased in electrical resistivity at 10 % Ga doped ZnO film originate from improvement in the crystallinity and increase in grain sizes with decreasing in grain boundaries. According to these results the crystallinity of ZnO film can be improved with doped Ga. The gallium-doped ZnO film (10%) produced by spray pyrolysis technique can be used for gas sensors due to its large surface area, high surface roughness and high conductivity.

ACKNOWLEDGEMENTS

Project supported by Kutahya Dumlupınar University Commission of Scientific Research Projects [grant number 2015-3]. Authors would like to thank Assoc. Prof. A. Şenol Aybek for XRD spectra measurements and Prof. Dr. Ferhunde Atay and Prof. Dr. İdris Akyüz for AFM measurements.

REFERENCES

- [1] Kumar, M., Singh, B., Yadav, P., Bhatt, V., Kumar, M., Singh, K., Abhyankar, A. C., Kumar, A. and Yun, J. H., (2017), Effect of structural defects, surface roughness on sensing properties of Al doped ZnO thin films deposited by chemical spray pyrolysis technique, *Ceram. Int.* 43, 3562-3568.

- [2] Manoharan, C., Dhanapandian, S., Arunachalam, A. and Bououdina, M., (2016), Physical properties of spray pyrolyzed nano flower ZnO thin films, *J. Alloy. Comp.*, 685, 395–401.
- [3] Demchenko, D. O., Earles, B., Liu, H. Y., Avrutin, V., Izyumskaya, N., Ozgur, U. and Morkoc, H., (2011), Impurity complexes and conductivity of Ga-doped ZnO, *Phys. Rev. B: Condens. Matter.*, 84, 075201–5.
- [4] Enigochitra, A. S., Perumal, P., Sanjeeviraja, C., Deivamani, D. and Boomashri, M., (2016), Influence of substrate temperature on structural and optical properties of ZnO thin films prepared by cost-effective chemical spray pyrolysis technique, *Superlattices Microstruct.*, 90, 313–320.
- [5] Muchuwani, E., Sathiaraj, T. S. and Nyakoty, H., (2016), Effect of gallium doping on the structural, optical and electrical properties of zinc oxide thin films prepared by spray pyrolysis, *Ceram. Int.*, 42, 10066–10070.
- [6] Gabas, M., Landa-Canovas, A., Costa-Kramer, J. L., Agullo-Rueda, F., Gonzalez-Elipe, A. R., Diaz-Carrasco, P., Hernandez-Moro, J., Lorite, I., Herrero, P., Castellero, P., Barranco, A. and Ramos-Barrado, J. R., (2013), Differences in n-type doping efficiency between Al- and Ga-ZnO films, *J. Appl. Phys.*, 113, 163709–9.
- [7] Jia, J., Yoshimura, A., Kagoya, Y., Oka, N. and Shigesato, Y., (2014), Transparent conductive Al and Ga doped ZnO films deposited using off-axis sputtering, *Thin Solid Films*, 559, 69–77.
- [8] Olvera, M de la L., Gomez, H. and Maldonado, A., (2007), Doping, vacuum annealing, and thickness effect on the physical properties of zinc oxide films deposited by spray pyrolysis, *Sol. Energy Materials Sol. Cells*, 91, 1449–1453.
- [9] Oh, S. J., Jung, M. N., Ha, S. Y., Choi, S. G., Kim, J. J., Kobayashi, K., Lee, S. T., Lee, H. C., Cho, Y. R., Yao, T. and Chang, J. H., (2008), Microstructure evolution of highly Ga-doped ZnO nanocrystals, *Physica E*, 41, 31–35.
- [10] Barnita, P., Budhi, S., Subhasis, G. and Anushree, R., (2016), A comparative study on electrical and optical properties of group III (Al, Ga, In) doped ZnO, *Thin Solid Films*, 603, 21–28.
- [11] Tsay, C. Y., Wu, C. W., Lei, C. M., Chen, F. S. and Lin, C. K., (2010), Microstructural and optical properties of Ga-doped ZnO semiconductor thin films prepared by sol-gel process, *Thin Solid Films*, 519, 1516–1520.
- [12] Ivanova, T., Harizanova, A., Koutzarova, T. and Vetryuyen, B., (2017), Optical and structural study of Ga and In co-doped ZnO films, *Colloids Surf. A.*, 532, 357–362.
- [13] Li, C. and Hou, Q., (2020), Built-in magnetic-electrical coupling enhances photocatalytic performance of GaN/ZnO: A first principle study, *Physica B.*, 579, 411902–411905.
- [14] Li, X., Hu, Z., Liu, J., Li, D., Zhang, X., Chen, J. and Fang, J., (2016), Ga doped ZnO photonic crystals with enhanced photocatalytic activity and its reaction mechanism, *Applied Catalysis B: Environmental*, 195, 29–38.

- [15] Ali, A., Zhao, X., Ali, A., Duan, L., Niu, H., Peng, C., Wang, Y. and Hou, S., (2015), Enhanced photocatalytic activity of ZnO nanorods grown on Ga doped seed layer, *Superlattices and Microstructures*, 83, 422–430.
- [16] Sitthichai, S., Phuruangrat, A., Thongtem, T. and Thongtem, S., (2017), Influence of Mg dopant on photocatalytic properties of Mg-doped ZnO nanoparticles prepared by sol-gel method, *Journal of the Ceramic Society of Japan*, 125(3), 122–124.
- [17] Dhawan, R. and Panda, E., (2019), Mg addition in undoped and Al-doped ZnO films: Fabricating near UV transparent conductor by bandgap engineering, *Journal of Alloys and Compounds*, 788, 1037–1047.
- [18] Moditswe, C., Muiva, C. M. and Juma, A., (2016), Highly conductive and transparent Ga-doped ZnO thin films deposited by chemical spray pyrolysis, *Optik*, 127, 8317–8325.
- [19] Mandalapu, L. J., Xiu, F. X., Yang, Z. and Liu, J. L., (2007), Ultraviolet photoconductive detectors based on Ga-doped ZnO films grown by molecular beam epitaxy, *Solid-State Electron.*, 51, 1014–1017.
- [20] Young, S. J. and Liu, Y. H., (2015), Ultraviolet photodetectors with Ga-doped ZnO nanosheets structure, *Microelectron. Eng.*, 148, 14–16.
- [21] Kaul, A. R., Gorbenko, O. Yu., Botev, A. N. and Burova, L. I., (2005), MOCVD of pure and Ga doped epitaxial ZnO, *Superlattices Microstruct.* 38, 272–282.
- [22] Terasako, T., Ogura, Y., Fujimoto, S., Song, H., Makino, H., Yagi, M., Shirakata, S. and Yamamoto, T., (2013), Carrier transport and photoluminescence properties of Ga-doped ZnO films grown by ion-plating and by atmospheric-pressure CVD, *Thin Solid Films*, 549, 12–17.
- [23] Berry, J. J., Ginley, D. S. and Burrows, P. E., (2008), Organic light emitting diodes using a Ga:ZnO anode, *Appl. Phys. Lett.* 92, 193304–3.
- [24] Estrada, M., Rivas, M., Garduño, I., Avila Herrera, F., Cerdeira, A., Pavanello, M., Mejia, I. and Quevedo Lopez, M. A., (2016), Temperature dependence of the electrical characteristics up to 370 K of amorphous In-Ga-ZnO thin film transistors, *Microelectronics Reliability*, 56, 29–33.
- [25] Babar, A. R., Deshamukh, P. R., Deokate, R. J., Haranath, D., Bhosale, C. H. and Rajpure, K. Y., (2008), Gallium doping in transparent conductive ZnO thin films prepared by chemical spray pyrolysis, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 41, 135404–6.
- [26] Tang, W. and Cameron, D. C., (1994), Aluminum-doped zinc oxide transparent conductors deposited by the sol-gel process, *Thin Solid Films*, 238, 83–87.
- [27] Winer, I., Shter, G. E., Mann Lahav, M. and Grader, G. S., (2011), Effect of solvents and stabilizers on sol-gel deposition of Ga-doped zinc oxide TCO films, *J. Mater. Res.* 26(10), 1309–1315.
- [28] Chamberlin, R. R. and Skarman, J. S., (1966), Chemical Spray Deposition Process for Inorganic Films, *Technical Notes*, 113(1), 86–89.

- [29] Patil, P. S., (1999), Versatility of chemical spray pyrolysis technique, *Materials Chemistry and Physics*, 59, 185–198.
- [30] Untila, G.G., Kost, T.N. and Chebotareva, A.B., (2019), Fluorine-doped ZnO (FZO) films produced by corona-discharge-assisted ultrasonic spray pyrolysis and hydrogenation as electron-selective contacts in FZO/SiO_x/p-Si heterojunction crystalline silicon solar cells with 11.7% efficiency, *Solar Energy*, 179, 352–362.
- [31] Untila, G.G., Kost, T.N. and Chebotareva, A.B., (2019), F-In-codoped ZnO (FIZO) films produced by corona-discharge-assisted ultrasonic spray pyrolysis and hydrogenation as electron-selective contacts in FIZO/SiO_x/p-Si heterojunction crystalline silicon solar cells with 10.5% efficiency, *Solar Energy*, 181, 148–160.
- [32] El Hichou, A., Addou, M., Mansori, M. and Ebothe J., (2009), Structural, optical and luminescent characteristics of sprayed fluorine-doped In₂O₃ thin films for solar cells, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 93, 609–612.
- [33] Zhou, Z.B., Cui, R.Q., Pang, Q.J., Wang, Y.D., Meng, F.Y., Sun, T.T., Ding, Z.M. and Yu, X.B., (2001), Preparation of indium tin oxide films and doped tin oxide films by an ultrasonic spray CVD process, *Applied Surface Science*, 172, 245–252.
- [34] Abbas, T. A–H., Slewa, L. H., Khizir, H. A. and Kakil, S. A., (2017), Synthesis of cobalt oxide (Co₃O₄) thin films by electrostatic spray pyrolysis technique (ESP), *J. Mater. Sci.: Mater. Electron.*, 28(2), 1951–1957.
- [35] Siefert, W., (1984), Corona Spray Pyrolysis: A new coating technique with an extremely enhanced deposition efficiency, *Thin Solid Films*, 120, 261–214.
- [36] Kul, M., Aybek, A. S., Turan, E., Zor, M. and Irmak, S., (2007), Effects of fluorine doping on the structural properties of the CdO films deposited by ultrasonic spray pyrolysis, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 91, 1927–1933.
- [37] Kul, M., Zor, M., Aybek, A. S., Irmak, S. and Turan, E., (2007), Electrical and optical properties of fluorine doped CdO films deposited by ultrasonic spray pyrolysis, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 91, 882–887.
- [38] Khorsand Zak, A., Majid, W. H. A., Abrishami, M. E. and Yousefi, R., (2011), X-ray analysis of ZnO nanoparticles by Williamson Hall and size strain plot methods, *Solid State Sciences*, 13, 251–256.
- [39] Mote, V. D., Purushotham, Y. and Dole, B. N., (2012), Williamson-Hall analysis in estimation of lattice strain in nanometer-sized ZnO particles, *Journal of Theoretical and Applied Physics*, 6(6), 2–8.
- [40] Monshi, A., Foroughi, M. R. and Monshi, M. R., (2012), Modified Scherrer equation to estimate more accurately nano-crystallite size using XRD, *Word Journal of Nano Science and Engineering*, 2, 154–160.

- [41] Jeyaprakash, B. G., Kesavan, K., Ashok Kumar, R., Mohan, S. and Amalarani, A., (2011), Temperature dependent grain-size and microstrain of CdO thin films prepared by spray pyrolysis method, *Bull. Mater. Sci.* 34(4), 601–605.
- [42] Chaabouni, F., Khalfallah, B. and Abaab, M., (2016), Doping Ga effect on ZnO radio frequency sputtered films from a powder target, *Thin Solid Films*, 617, 95–102.
- [43] Chen, Y., Meng, F., Ge, F. and Huang, F., (2017), Ga-doped ZnO films by magnetron sputtering at ultralow discharge voltages: Effects of defect annihilation, *Thin Solid Films*, 644, 16–22.
- [44] Cheng, H., Deng, H., Wang, Y. and Wei, M., (2017), Influence of ZnO buffer layer on the electrical, optical and surface properties of Ga-doped ZnO films, *Journal of Alloys and Compounds*, 705, 598–601.
- [45] Gabás, M., Ochoa-Martínez, E., Navarrete-Astorga E., Landa-Cánovas, A.R., Herrero, P., Agulló-Rueda, F., Palanco, S., Martínez-Serrano, J.J. and Ramos-Barrado, J.R., (2017), Characterization of the interface between highly conductive Ga:ZnO films and the silicon substrate, *Applied Surface Science*, 419, 595–602.
- [46] Kapustianyk, V. B., Turko, B. I., Rudyk, V. P., Kulyk, B. Y. and Rudko, M. S., (2015), Effect of dopants and surface morphology on the absorption edge of ZnO films doped with In, Al, and Ga, *Journal of Applied Spectroscopy*, 82, 153–156.
- [47] Kim, J-H. and Yer, I-H., (2016), Characterization of ZnO nanowires grown on Ga-doped ZnO transparent conductive thin films: Effect of deposition temperature of Ga-doped ZnO thin films, *Ceramics International*, 42, 3304–3308.
- [48] Kim, D-K. and Kim, H-B., (2017), Initial vacuum effects on the properties of sputter deposited Ga-doped ZnO thin films, *Journal of Alloys and Compounds*, 709, 627–632.
- [49] Muchuwani, E., Sathiaraj, T.S. and Nyakoty, H., (2016), Effect of gallium doping on the structural, optical and electrical properties of zinc oxide thin films prepared by spray pyrolysis, *Ceramics International*, 42, 10066–10070.
- [50] Sharma, R., Lee, H., Borse, K., Gupta, V., Joshi, A. G., Yoo, S. and Gupta, D., (2017), Ga-doped ZnO as an electron transport layer for PffBT4T-2OD:PC₇₀BM organic solar cells, *Org. Electron.* 43, 207–213.
- [51] Nakagawara, O., Kishimoto, Y., Seto, H., Koshido, Y., Yoshino, Y. and Makino, T., (2006), Moisture-resistant ZnO transparent conductive films with Ga heavy doping, *Appl. Phys. Lett.*, 89, 091904–3.
- [52] Prabhu, Y. T., Rao, K. V., Kumar, V. S. S. and Kumari, B. S., (2013), X-ray Analysis of Fe doped ZnO Nanoparticles by Williamson-Hall and Size-Strain Plot, *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 2(4), 268–274.

- [53] Arunachalam, A., Dhanapandian, S. and Manoharan, C., (2016), Effect of Sn doping on the structural, optical and electrical properties of TiO₂ films prepared by spray pyrolysis, *Physica E*, 76, 35–46.
- [54] Sun, Y., Thompson, S. E. and Nishida, T., (2007), Physics of strain effects in semiconductors and metal-oxide-semiconductor field-effect transistors, *Journal of Applied Physics* 101, 104503–104503-22.
- [55] Dhanapandian, S., Arunachalam, A. and Manoharan, C., (2016), Effect of deposition parameters on the properties of TiO₂ thin films prepared by spray pyrolysis, *J. Sol–Gel Sci. Technol.*, 77, 119–135.
- [56] Caglar, M., Ilican, S. and Caglar, Y., (2009), Influence of dopant concentration on the optical properties of ZnO: In films by sol–gel method, *Thin Solid Films*, 517, 5023–5028.
- [57] Duran, P., Capel, F., Tartaj, J. and Moure, C., (2002), A strategic two–stage low–temperature thermal processing leading to fully dense and fine-grained doped-ZnO varistors, *Adv. Mater.*, 14(2), 137–141.
- [58] Ungula, J., Dejene, B. F. and Swart, H. C., (2018), Band gap engineering, enhanced morphology and photoluminescence of undoped, Ga and/or Al–doped ZnO nanoparticles by reflux precipitation Method, *J. Lumin.*, 195, 54–60.
- [59] Thirumoorthi, M. and Prakash, J. T. J., (2016), Structure, optical and electrical properties of indium tin oxide ultrathin films prepared by jet nebulizer spray pyrolysis technique, *Journal of Asian Ceramic Societies*, 4, 124–132.
- [60] Lee, J. H., and Park, B. O., (2003), Transparent conducting ZnO:Al, In and Sn thin films deposited by the sol–gel method, *Thin Solid Films*, 426, 94–99.