



**MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ**  
**DERGİSİ**

2020  
Aralık  
2 Cilt/8

Muş Alparslan University Journal of Science \* Published since 2013

- ❖ **Karton Ambalaj Üretiminde Ofset Baskı Sonrası Selofan Uygulamasının Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi**  
Zafer ÖZOMAY, Lutfi ÖZDEMİR
- ❖ **Mathematical Modelling of Covid-19 with the help of Linear Cellular Automata**  
Ferhat ŞAH
- ❖ **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanopartikülleri İçeren Çok Duvarlı Karbon Nanotüpler Kullanılarak Na Bentonit - Su Bazlı Sondaj Çamurlarının Reolojik ve Filtrasyon Özelliklerinin Geliştirilmesinde Yenilikçi Bir Yaklaşım: Deneysel Araştırma**  
Abdullah ÖZKAN, Nilay Hayriye ASKER, Vildan ÖZKAN
- ❖ **Plastik Film Malzemeler Üzerine Flekso Baskıda Renk Farklılığına Neden Olan Etkenlerin Belirlenmesi**  
Gülhan ACAR BÜYÜKPEHLİVAN, Mehmet OKTAV
- On the G-Similarities of two open B-spline curves in R<sup>3</sup>**  
Muhsin İNCESU, Osman GÜRİSOY
- ❖ **Nepeta transcaucasica Grossh. (kaf pisikotu) Ekstraktının HPLC ile Fenolik Madde İçeriğinin Tayini, Antimikrobiyal, Antioksidan ve DNA Koruyucu Aktivitelerinin Belirlenmesi**  
Ahmet SAVCI, Enver Fehim KOÇPINAR, Yusuf ALAN, Murat KURŞAT
- ❖ **Yenilenebilir Kaynakların Mürekkep Üretiminde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi**  
Pelin HAYTA

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi \* 2013'den beri yayında



<http://dergipark.gov.tr/msufbd>  
e-ISSN:2149-6455



***MSUFBD***

**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi  
Mus Alparslan University Journal of Science**

**YIL/YEAR: 2020 • CİLT/VOLUME: 8 • SAYI/NUMBER: 2**

**Yazılarda ifade edilen görüş ve düşünceler yazarlarının kişisel görüşleri olup derginin ve bağlı bulunduğu kurumun görüşlerini yansıtmaz.**

The opinions and views expressed in papers published on the journal belong only to its author(s) and do not necessarily reflect the views of the journal and its publisher.



**MSUFBD**

**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Dağıtım**

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yapılmaktadır.

ISSN	:	2147-7930
e-ISSN	:	2149-6455
Basım Tarihi	:	15/12/2020
Cilt	:	8
Sayı	:	2
İlk Yayın Tarihi	:	2013
Basım Yeri	:	Muş
Yayın Türü	:	Yılda iki defa olmak üzere altı ayda bir (Haziran ve Aralık) elektronik olarak yayımlanan uluslararası hakemli ve süreli yayındır.
Yayın Dili	:	Türkçe ve İngilizce'dir.
Adres	:	Muş Alparslan Üniversitesi Kampüsü, Fen Bilimler Enstitüsü, Diyarbakır Yolu 7. Km, 49250 – MUŞ / TÜRKİYE
e-posta	:	a.cetin@alparslan.edu.tr
URL	:	<a href="http://dergipark.gov.tr/msufbd">http://dergipark.gov.tr/msufbd</a>

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl/Year: 2020 • Cilt/Volume: 8 • Sayı/Number: 2

**Yayın Kurulu • Editorial Board**

<b>Muş Alparslan Üniversitesi Adına Sahibi / Owner</b>	Prof. Dr. Fethi Ahmet POLAT (Rektör) Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Editör / Editor-in-Chief</b>	Doç. Dr. Adnan ÇETİN Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Editör Yardımcısı / Associate Editor</b>	Doç. Dr. Sedat BOZARI Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Yayın Kurulu Üyeleri / Editorial Board Members</b>	Prof. Dr. Murad Aydın ŞANDA Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Prof. Dr. Mahmoud ELAASSER Al-Azhar University / Egypt
	Prof. Dr. Sadulla JAFAROV Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Prof. Dr. Charis SEMİDALES University of Athena / Greek
	Prof. Dr. Nizameddin İSKENDEROV University of Baku State / Azerbaijan
	Prof .Dr. Vugar İSMAİLOV National Academy Of Sciences / Azerbaijan
	Doç. Dr. Wael Ibrahim Mostofa MORTADA Mansoura University / Egypt
	Doç. Dr. Esin KAYA Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Doç. Dr. Wasim Akhtar Jamia Hamdard University/ India
	Prof. Dr. ERCAN BURSAL Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Dr. Derya YANMIŞ Giresun Üniversitesi/ Türkiye
	Dr. Furkan ORHAN Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi/ Türkiye
	Doç. Dr. Kenan YILDIRIM Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Dr. Ömer ARSLAN Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Dr. Garima Verma Jamia Hamdard University/ India
<b>Sekreteryaya / Secretariat</b>	Arş. Gör. Emine ŞAHİN
<b>Teknik Redaksiyon / Redaction</b>	Arş. Gör. Rukiye İŞİK Arş. Gör. Tayfun ABUT
<b>Grafik Tasarım / Design</b>	Okt. Seyhan SAYIM Levent Günaydın

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl: 2020 • Cilt: 8 • Sayı: 2

**Amaç ve Kapsam**

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi, temel bilimler, mühendislik bilimleri, çevre ve enerji alanlarında ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan bilimsel nitelikli ve özgün çalışmaları bilimsel bir yaklaşımla ele almak amacıyla yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisinin temel amacı uluslararası alanda bilim ve teknolojiadaki yenilikler ve gelişmeler, güncel ortaya konulan bilimsel çalışmalar, tespit edilen sorunların ve çözüm önerilerinin tartışıldığı özgün ve nitelikli makaleler yayımlanan bilimsel bir dergi olmaktır. Ayrıca Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi, yükseköğretim kurumlarında görev alan akademisyenler, lisansüstü öğrenciler, sanayi ve endüstride çalışan kişilerin akademik ve mesleki gelişimlerine katkı sağlayan bilimsel, nitelikli akademik çalışmaların yaygınlaştırılmasına hizmet etmeyi hedeflenmektedir.

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi; temel bilimleri, tarım ve uygulamalı bilimleri, doğa bilimleri ve mühendislik alanları ile alakalı konularda özgün ve nitelikli bilimsel çalışmaları kapsamaktadır. Dergide, yukarıda belirtilen alanlarda yapılmış deneysel ve teorik ilerlemeleri içeren bilimsel ve özgün araştırma makalesi türündeki bilimsel çalışmalara ve güncel içerikli derlemelere yer verilmektedir. Dergide yayımlanan tüm makalelere DOI numarası atanmakta ve yayımlanan makaleler için herhangi bir ücret talep edilmemektedir. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisinde yayımlanan yazıların bilimsel ve hukukî sorumluluğu, yazarlarına aittir. Yayımlanan yazıların bütün yayın hakları Muş Alparslan Üniversitesi'ne ait olup yayın, yayıncının izni olmadan kısmen veya tamamen elektronik ortama taşınmaz. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi, özgün bilimsel araştırmalar ile uygulama çalışmalarına yer veren Haziran ve Aralık sayısı olmak üzere yılda iki defa düzenli olarak yayımlanan bir dergidir.

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi aşağıdaki indekslerce taranmaktadır:

- International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF),
- Research Bible
- Scientific Indexing Service
- Infobase index
- DRJI (Directory of Research Journals Indexing)
- CrossRef DOI
- Academic keys
- COSMOS IF
- Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)
- Index Copernicus
- National Science Digital Library
- CiteFactor

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl/Year: 2020 • Cilt/Volume: 8 • Sayı/Number: 2

**Aims and Scope**

Muş Alparslan University Journal of Science is an international refereed journal that is published with a scientific approach in order to handle scientific and original studies in the fields of basic sciences, engineering sciences, environment and energy. The main aim of Muş Alparslan University Science Journal is to become a scientific journal which published original and qualified articles, current scientific studies, their identified problems and their solution suggestions, discussing innovations and developments in science and technology in the international surroundings. In addition, Muş Alparslan University Journal of Sciences is aimed to serve the dissemination of scientific and qualified academic studies which contributed to the academic and professional development of academicians, graduate students, working people in industry.

Muş Alparslan University Journal of Science is covered original and qualified scientific studies in the fields of basic sciences, agriculture and applied sciences, natural sciences and engineering. There are scientific, original research articles and current content reviews that are included experimental and theoretical advances mentioned above in the fields in the journal. All published articles in the journal are assigned a DOI number and no fee is charged for the published articles. The authors are belong to scientific and legal responsibility of the articles published in Muş Alparslan University Journal of Science. Muş Alparslan University is belong to all publishing rights of the published articles and it cannot be publish to the electronic medium partially or completely without the permission of the publisher. Muş Alparslan University Journal of Science including the June and December issues is a regular journal published twice a year that is included original scientific research and application studies.

Muş Alparslan University Journal of Science is included in the following abstracting and indexing services:

- International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF),
- Research Bible
- Scientific Indexing Sevice
- Infobase index
- DRJI (Directory of Research Journals Indexing)
- CrossRef DOI
- Academic keys
- COSMOS IF
- Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)
- Index Copernicus
- National Science Digital Library
- CiteFactor

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl/Year: 2020 • Cilt/Volume: 8 • Sayı/Number: 2

**MSUFBD Dergi Yayın Etiği ve Sorumluluklar**

**MSUFBD** Dergisinde uygulanan yayın süreçlerinde yazarlar, hakemler ve editörler etik ilkelere yönelik standartlara uyması önem taşımaktadır. **MSUFBD** Dergisinde yayın etiği kapsamında tüm yazarlar, hakemler ve editörler aşağıdaki etik sorumlulukları taşıması beklenmektedir. Aşağıda yer alan etik görev ve sorumluluklar oluşturulurken açık erişim olarak **Committee on Publication Ethics (COPE)** tarafından yayınlanan etik kurallara ve sorumluluklar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

**Yazarların Etik Sorumlulukları**

Yazar(lar)ın gönderdikleri çalışmaların özgün olması beklenmektedir. Yazar(lar)ın başka çalışmalardan yararlanmaları veya başka çalışmaları kullanmaları durumunda eksiksiz ve doğru bir biçimde atıfta bulunmaları ve/veya alıntı yapmaları gerekmektedir. Çalışmanın oluşturulmasında içeriğe katkı sağlamayan kişiler, yazar olarak eklenmemelidir. Yazarlar çalışmalarını aynı anda birden fazla derginin başvuru sürecinde bulunduramaz. Her bir başvuru önceki başvurunun tamamlanmasını takiben başlatılabilir. Başka bir dergide yayınlanmış çalışma **MSUFBD** Dergisine gönderilemez. Yayınlanmak üzere gönderilen tüm çalışmaların varsa çıkar çatışması teşkil edebilecek durumları ve ilişkileri açıklanmalıdır. Yazar(lar)dan değerlendirme süreçleri çerçevesinde makalelerine ilişkin ham veri talep edilebilir, böyle bir durumda yazar(lar) beklenen veri ve bilgileri yayın kurulu ve bilim kuruluna sunmaya hazır olmalıdır. Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmanın yazar sorumluluklarının değiştirilmesi (Yazar ekleme, yazar sırası değiştirme, yazar çıkartma gibi) teklif edilemez. Yazar(lar) kullanılan verilerin kullanım haklarına, araştırma/analizlerle ilgili gerekli izinlere sahip olduklarını veya deney yapılan deneklerin rızasının alındığını gösteren belgeye sahip olmalıdır. Yazar(lar)ın yayınlanmış, erken görünüm veya değerlendirme aşamasındaki çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda, dergi editörünü veya yayıncıyı bilgilendirme, düzeltme veya geri çekme işlemlerinde editörle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır.

**Editörlerin Etik Görev ve Sorumlulukları**

**MSUFBD** Dergisindeki editörler ve alan editörleri, açık erişim olarak Dergipark sayfasında yayınlanan **Committee on Publication Ethics (COPE)** tarafından belirtilen etik görev ve sorumluluklara sahip olmalıdır:

**Genel Görev ve Sorumluluklar**

Sürekli olarak derginin gelişimini sağlama, dergide yayınlanan çalışmaların kalitesini geliştirmeye yönelik süreçleri yürütme, okuyucuların ve yazarların bilgi ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik çaba sarfetme, düzeltme, açıklama gerektiren konularda yayın açısından açıklık ve şeffaflık gösterme. fikri mülkiyet hakları ve etik standartlardan taviz vermeden iş süreçlerini devam ettirme editörün görev ve sorumluluklarındandır.

**Hakemlerin Etik Sorumlulukları**

Sadece uzmanlık alanı ile ilgili çalışma değerlendirmeyi kabul etmelidir. Tarafsızlık ve gizlilik içerisinde değerlendirme yapılmalıdır. Gizlilik ilkesi gereği inceledikleri çalışmaları değerlendirme sürecinden sonra imha etmelidir. Değerlendirme sürecinde çıkar çatışması ile karşı karşıya olduğunu düşünürse, çalışmayı incelemeyi reddederek, dergi editörünü bilgilendirmelidir. Değerlendirmeyi nesnel bir şekilde sadece çalışmanın içeriği ile ilgili olarak yapmalıdır. Değerlendirmeyi yapıcı ve nazik bir dille yapmalıdır. Düşmanlık, iftira ve hakaret içeren aşağılayıcı kişisel yorumlar yapmamalıdır. Değerlendirmeyi kabul ettikleri çalışmayı zamanında ve yukarıdaki etik sorumluluklarda gerçekleştirilmelidir.

**Yayıncının Etik Sorumlulukları**

**MSUFBD** Dergisinde gönderilen çalışmaların tüm süreçlerinden editör sorumludur. Bağımsız editör kararı oluşturulmasını taahhüt eder. **MSUFBD** Dergisinde ekonomik ya da politik kazançlar göz önüne alınmaksızın karar verici kişi editördür. **MSUFBD** Dergisinde yayınlanmış her makalenin mülkiyet ve telif hakkını korumak zorundadır. Editöre ilişkin her türlü bilimsel suiistimal ve intihalle ilgili önlemleri alma sorumluluğuna sahiptir.

**Yazarlar ile İlişkiler**

Editör, çalışmaların önemi, özgün değeri, geçerliliği, anlatımın açıklığı ve derginin amaç ve hedeflerine dayanarak olumlu ya da olumsuz karar vermektedir. Yayın kapsamına uygun olan çalışmaların ciddi problemi olmadığı sürece ön değerlendirme aşamasına alınmalıdır. Editör, çalışma ile ilgili ciddi bir sorun olmadıkça, olumlu

yöndeki hakem önerilerini göz ardı etmemelidir. Yeni editör, çalışmalara yönelik olarak önceki editör tarafından verilen kararları ciddi bir sorun olmadıkça değiştirmemelidir. **MSUFBD** Dergisinde bir Yazar Rehberi yayınlamalıdır. Yazarlara açıklayıcı ve bilgilendirici şekilde bildirim ve dönüş sağlanmalıdır.

### **Hakemler ile İlişkiler**

Editör; dergi yayın politikalarında yer alan **Kör Hakemlik ve Değerlendirme Süreci** politikalarını uygulamakla yükümlüdür. Hakemleri yayının alan konusuna uygun olarak seçilmelidir. Yayının değerlendirme sürecinde gerekli tüm bilgileri hakemlere sağlamakla yükümlüdür. Yazarlar ve hakemler arasından çıkar çatışması olup olmadığını gözetmek durumundadır. Yayının değerlendirme sürecinde hakemlerin kimlik bilgilerini gizli tutmalıdır. Hakemleri tarafsız, bilimsel ve nesnel bir dille çalışmayı değerlendirmeleri için teşvik etmelidir. Hakem havuzunun geniş bir yelpazeden oluşması için adımlar atmalıdır. Hakemlerin performansını artırıcı uygulama ve politikalar belirlemelidir. Bilimsel olmayan değerlendirmeleri engellemelidir.

### **Okuyucu ile İlişkiler**

Editör tüm okuyucuların ihtiyaç duydukları bilgi, beceri ve deneyim beklentilerini dikkate alarak karar vermelidir. Yayımlanan çalışmaların okuyucu, araştırmacı, uygulayıcı ve bilimsel literatüre katkı sağlamasına ve özgün nitelikte olmasına dikkat etmelidir. Editör okuyuculardan gelen geri bildirimleri dikkate almak, açıklayıcı ve bilgilendirici geri bildirim vermekle yükümlüdür.

### **Yayın Kurulu ile İlişkiler**

Editör, tüm yayın kurulu üyelerinin süreçleri yayın politikaları ve yönergelere uygun ilerletmesini sağlamalıdır. Yayın kurulu üyelerini yayın politikaları hakkında bilgilendirmeli ve gelişmelerden haberdar etmelidir. Yeni yayın kurulu üyelerini yayın politikaları konusunda eğitmeli, ihtiyaç duydukları bilgileri sağlamalıdır.

### **Dergi Sahibi ve Yayıncı ile İlişkiler**

Editör ile yayıncı arasında yapılan yazılı sözleşme gereği, editörün alacağı tüm kararlar yayıncı ve dergi sahibinden bağımsızdır. Yani editör ve yayıncı arasındaki ilişki bağımsızlık ilkesine dayanmaktadır.

### **Kişisel Verilerin Korunması**

Editör; değerlendirilen çalışmalarda yer alan deneklere veya görsellere ilişkin kişisel verilerin korunmasını sağlamakla yükümlüdür. Çalışmalarda kullanılan bireylerin açık rızası belgeli olmadığı sürece çalışmayı reddetmekle görevlidir. Ayrıca editör; yazar, hakem ve okuyucuların bireysel verilerini korumaktan sorumludur.

### **Etik Kurul, İnsan ve Hayvan Hakları**

Editör; değerlendirilen çalışmalarda insan ve hayvan haklarının korunmasını sağlamakla yükümlüdür. Çalışmalarda kullanılan deneklere ilişkin etik kurul onayı, deneysel araştırmalara ilişkin izinlerin olmadığı durumlarda çalışmayı reddetmekle sorumludur.

### **Olası Suiistimal ve Görevi Kötüye Kullanmaya Karşı Önlem**

Editör; olası suiistimal ve görevi kötüye kullanma işlemlerine karşı önlem almakla yükümlüdür. Bu duruma yönelik şikayetlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi konusunda titiz ve nesnel bir soruşturma yapmanın yanı sıra, konuyla ilgili bulguların paylaşılması editörün sorumlulukları arasında yer almaktadır.

### **Fikri Mülkiyet Haklarının Korunması**

Editör; yayımlanan tüm makalelerin fikri mülkiyet hakkını korumakla, olası ihlallerde derginin ve yazar(lar)ın haklarını savunmakla yükümlüdür. Ayrıca editör yayımlanan tüm makalelerdeki içeriklerin başka yayınların fikri mülkiyet haklarını ihlal etmemesi adına gerekli önlemleri almakla yükümlüdür. Bu aşamada yazarlardan makaleleri ile birlikte almış oldukları intihal raporu talep edilmektedir.

### **NOT: MSUFBD Dergisinde Etik Olmayan Bir Durumla Karşılaşırsanız!**

**MSUFBD** Dergisinde yukarıda bahsedilen etik sorumluluklar ve dışında etik olmayan bir davranış veya içerikle karşılaşırsanız lütfen [msufbd@alparslan.edu.tr](mailto:msufbd@alparslan.edu.tr) adresine e-posta yoluyla bildiriniz.



**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl/Year: 2020 • Cilt/Volume: 8 • Sayı/Number: 2

**MSUFBD Journal Editorial Ethics and Responsibilities**

It is important for authors, referees and editors to comply with the standards regarding ethical principles in the publication processes applied in the Journal of MSUFBD. All authors, referees and editors are expected to have the following ethical responsibilities within the scope of publication ethics in MSUFBD journal. The following ethical duties and responsibilities have been prepared as open access, taking into account the ethical rules and responsibilities published by the Committee on Publication Ethics (COPE).

**Authors' Ethical Responsibilities**

The works submitted by the author (s) are expected to be original. If the author (s) benefit from other studies or use other studies, they must cite and / or cite completely and accurately. People who do not contribute to the content of the study should not be added as author. The authors work in the application process can not contain more than one journal at a time. The work published in another journal cannot be sent to the MSUFBD Journal. That might constitute a conflict of interest if all studies submitted for publication must be explained and relationships. Author (s) can be requested from the evaluation process raw data of the frame in the article, in such a case the author (s) must be ready to provide the expected data and information science committee and the editorial board. Replacing the responsibility of the author began a study of the evaluation process (authors add, modify order of authors, writers like stickers) cannot be offered. The author (s) must have a document showing that they have the right to use the data used, the necessary permissions for research / analysis, or that the subjects who have been experimented with have consent. Author (s) of the published case early view or assessment notice a wrong or error about her work on stage, to inform the journal editor or publisher has an obligation to carry editors to cooperate in the correction or retraction.

**Editors' Ethical Duties and Responsibilities**

Editors and field editors in the MSUFBD Journal should have the ethical duties and responsibilities specified by the Committee on Publication Ethics (COPE) published on the Dergipark page as open access:

**General Duties and Responsibilities**

Continuously improving the quality of the journal, carrying out processes to improve the quality of the work published in the journal, striving to meet the information needs of readers and authors, correcting, showing publicity and transparency in matters requiring explanation, continuing business processes without compromising intellectual property rights and ethical standards is one of his duties and responsibilities.

**Ethical Responsibilities of Referees**

Only study related to the specialty should accept the assessment. It should evaluate in impartiality and confidentiality. The study examined the privacy policy should be destroyed after the evaluation process. If referee thinks that he/she faces a conflict of interest during the evaluation process, he should refuse to review the study and inform the journal editor. The referee should make the assessment objectively only in relation to the content of the study. Referee should make the assessment in a constructive and kind language. It should not make humiliating personal comments that include hostility, slander and insults. They should perform the work they accepted to evaluate on time and with the ethical responsibilities above.

**Publisher's Ethical Responsibilities**

The editor is responsible for all the processes submitted in the MSUFBD Journal. The independent editor commits to the decision. The decision maker is the editor, regardless of economic or political gains in the Journal of

MSUFBD. It must protect the property and copyright of every article published in the MSUFBD journal. It has the responsibility to take all sorts of scientific abuse and plagiarism related measures.

#### **Relations with Authors**

Editor, the importance of the work, the original value, validity, the openness of expression and should give a positive or negative decision based on the journal's goals and objectives. Unless there is a serious problem for the studies that are suitable for publication, they should take the preliminary evaluation stage. The editor should not ignore the positive reviews of the referees unless there is a serious problem with the work. The new editor should not change the decisions made by the previous editor for the work unless there is a serious problem. It should publish an Author Directory in the MSUFBD journal. Authors should be provided with informative and informative feedback and feedback.

#### **Relations with Referees**

Editor is responsible for applying the Blind Review and Evaluation Process policies included in its publication policies. Referees should be selected in accordance with the subject of the publication. It is obliged to provide all necessary information to the referees during the evaluation process of the publication. It has to observe whether there is a conflict of interest among the authors and reviewers. The identity information of the referees must be kept confidential during the evaluation of the broadcast. Encourage referees to evaluate working in an objective, scientific and objective language. The referee should take steps to make the pool a broad spectrum. Implementations and policies that increase the performance of the referees should be determined. It should prevent unscientific evaluations.

#### **Relations with Readers**

The editor should make a decision by considering the knowledge, skills and experience expectations of all readers. The reader should pay attention to the fact that the published studies contribute to the reader, researcher, practitioner and scientific literature and be original. The editor is obliged to take into account the feedback from the readers and to provide explanatory and informative feedback.

#### **Relations with the Editorial Board**

The editor should ensure that all editorial board members advance the processes in accordance with editorial policies and guidelines. The editorial board should inform the members of the editorial policies and inform the developments. The new editorial board should educate its members on broadcast policies and provide the information they need.

#### **Relations with the Owner of the Journal and the Publisher**

In accordance with the written contract between the editor and the publisher, all decisions taken by the editor are independent of the publisher and magazine owner. In other words, the relationship between the editor and the publisher is based on the principle of independence.

#### **Protection of Personal Data**

The editor is obliged to ensure the protection of personal data related to the subjects or images in the evaluated works. Unless the explicit consent of the individuals used in the studies is documented, they are responsible for refusing to work. Also, editor is responsible for protecting the individual data of the author, referee and readers.

#### **Ethics Committee, Human and Animal Rights**

The editor is obliged to ensure the protection of human and animal rights in the evaluated works. Ethics committee approval for subjects used in studies is responsible for refusing to work in cases where there is no permit for experimental research.

#### **Measure Against Potential Abuse and Abuse**

The editor is obliged to take measures against possible abuse and misconduct. In addition to conducting a rigorous and objective investigation about the identification and evaluation of complaints for this situation, sharing the findings on the subject is among the responsibilities of the editor.

### **Protection of Intellectual Property Rights**

The editor is obliged to protect the intellectual property right of all published articles and to defend the rights of the journal and author (s) in possible violations. In addition, the editor is obliged to take necessary precautions so that the content in all published articles does not violate the intellectual property rights of other publications. At this stage, the plagiarism report they received with the articles is requested from the authors.

**NOTE:** If you encounter an unethical situation in MSUFBD Journal!

If you encounter any ethical responsibilities and unethical behavior or content mentioned above in MSUFBD Journal, please report it to **msufbd@alparslan.edu.tr** by e-mail.

**Danışma Kurulu**

Prof. Dr. Erdal Necip YARDIM  
Bitlis Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Mehmet Serdar GÜLTEKİN  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Cemil TUNÇ  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Mehmet Serdar GÜLTEKİN  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Ekrem ATALAN  
İnönü Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Refik ABDULLA  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Güleray AĞAR  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Esvet AKBAŞ  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Cevat SELAM  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Giray TOPAL  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. İshak BİLDİRİCİ  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Arzu ALA GÖRMEZ  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Ersin KILINÇ  
Mardin Artuklu Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Banu Bayram  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Cezmi KAYAN  
Dicle Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Tarık ARAL  
Batman Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Refik SAMET  
Ankara Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Ekrem YILMAZ  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Talat KÖRPİNAR  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Fırat KURT  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Murat DEMİR  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Selçuk SAĞIR  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Murat AYDEMİR  
Dicle Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Erdal KORKMAZ  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Muhammed ÇINAR  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Adem KORKMAZ  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Ramazan ATICI  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye

**Advisory Board**

Prof. Dr. S. S. VOLOSIVETS  
Saratov State University / Russia  
Prof. Dr. Vladimir ANDRIEVSKI  
Kent State University / USA  
Prof. Dr. Ramazan MAMADOV  
Pamukkale Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Daniyal ISRAFILOV  
Balıkesir Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Urfat NURİYEV  
Ege Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Abdülvahabova SACİDE  
University of Baku State / Azerbaijan  
Prof. Dr. Goayev NİFTALİ  
University of Baku State / Azerbaijan  
Prof. Dr. Agamaliyev FARZALİ  
University of Baku State / Azerbaijan  
Prof. Dr. Harun POLAT  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Nevzat ESİM  
Bingöl Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Tomasz JAROZS  
Silesian University of Technolgy / Poland  
Doç. Dr. Harun POLAT  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Santosh Kumar BHARDWAJ  
Jiwaji University / India  
Dr. Bamidele Joseph OKOLİ  
Vaal University of Technology / South Africa  
Dr. Marcelo MURGUIA  
Universidad de Valencia/Spain  
Dr. Muhsin İNCESU  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Murat SÜNKÜR  
Batman Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Deniz Barış CEBE  
Batman Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Nevin TURAN  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. İbrahim DOLAK  
Dicle Üniversitesi / Türkiye  
Mohammed Faraz KHAN  
Jamia Hamdard University/ India  
Dr. Salih ÖZER  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Hüseyin ALLAHVERDİ  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Fuat YETİŞSİN  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Yusuf ALAN  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Kenan BULDURUN  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Ahmet SAVCI  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye

**İÇİNDEKİLER • CONTENTS**

**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

<i>MSUFBD Yönetimi</i>	X
<i>Zafer ÖZOMAY, Lutfi ÖZDEMİR</i>	757-762
Karton Ambalaj Üretiminde Ofset Baskı Sonrası Selofan Uygulamasının Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi	
<i>Ferhat ŞAH</i>	763-768
Mathematical Modelling of Covid-19 with the help of Linear Cellular Automata	
<i>Abdullah ÖZKAN, Nilay Hayriye ASKER, Vildan ÖZKAN</i>	769-774
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Nanopartikülleri İçeren Çok Duvarlı Karbon Nanotüpler Kullanılarak Na Bentonit - Su Bazlı Sondaj Çamurlarının Reolojik ve Filtrasyon Özelliklerinin Geliştirilmesinde Yenilikçi Bir Yaklaşım: Deneysel Araştırma	
<i>Gülhan ACAR BÜYÜKPEHLİVAN, Mehmet OKTAV</i>	775-783
Plastik Film Malzemeler Üzerine Flekso Baskıda Renk Farklılığına Neden Olan Etkenlerin Belirlenmesi	
<i>Muhsin İNCESU, Osman GÜRSOY</i>	785-795
On the G-Similarities of two open B-spline curves in R <sup>3</sup>	
<i>Ahmet SAVCI, Enver Fehim KOÇPINAR, Yusuf ALAN, Murat KURŞAT</i>	797-803
<i>Nepeta transcaucasica</i> Grossh. (kaf pisikotu) Estraktının HPLC ile Fenolik Madde İçeriğinin Tayini, Antimikrobiyal, Antioksidan ve DNA Koruyucu Aktivitelerinin Belirlenmesi	
<b><u>DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE</u></b>	
<i>Pelin HAYTA</i>	805-810
Yenilenebilir Kaynakların Mürekkep Üretiminde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi	

---

**Okuyucu Mektupları / Letters**



Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi'nde yayımlanan çalışmalar hakkındaki değerli görüşlerinizi, yorumlarınızı ve önerilerinizi lütfen dergi editörüne iletiniz.  
Dr. Adnan ÇETİN  
a.cetin@alparslan.edu.tr

## Karton Ambalaj Üretiminde Ofset Baskı Sonrası Selofan Uygulamasının Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi

Zafer ÖZOMAY<sup>1</sup>, Lutfi ÖZDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Basım Teknolojileri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Basım ve Yayın Teknolojileri Bölümü, TBMYO, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

✉: ozomay@marmara.edu.tr,  0000-0002-7650-733X,  0000-0002-0827-8037

Geliş (Received): 26.08.2020

Düzeltilme (Revision):30.08.2020

Kabul (Accepted): 03.11.2020

### ÖZ

Baskı sonrası uygulamalarında selofan kullanımı, ürünün mukavemet özelliklerinin arttırmada ve görsel kalitesinin korunmasında önemli bir yere sahiptir. Karton ambalaj üretiminin büyük çoğunluğunda; sevkiyat, depolama ve satış sürecinde ambalajın yapısal özelliklerini koruması amacıyla selofan kaplaması uygulanmaktadır. Doğru parametreler kullanılmadan kaplanan selofan; nitro dayanımı düşük mürekkeplerde renk farklarına neden olmaktadır. Oluşan olumsuz durumlar ambalaj kalitesini etkilemekte ve üretici ile müşteri arasında itilaflara sebep olmaktadır. Bu çalışmada, gerçek üretim şartlarında karton ambalaj bakışı yapılan üretim tesisinde, hazırlanan test skalası basılmış kartonlar üzerine parlak ve mat selofan uygulaması yapılmıştır. ISO12647-2'ye uygun gerçekleştirilen baskılar üzerine homojen uygulanan selofanın öncelikle görsel kontrolü yapılmıştır. Densitometrik ve spektrofotometrik ölçümler yapılarak; nokta kazancı, renk değişimi ve renk evrenleri ölçümlenerek bu değerler grafikler ve tablolar ile inceleme sonuçları verilmiştir. Sonuç olarak; karton ambalaj baskısı üzerine uygulanan selofan kaplamalarının, nokta kazancı değerlerini arttırdığı, renk evrenini genişlettiği, özellikle parlak selofan uygulamasının daha geniş renk evreni sağladığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Karton Ambalaj, Nokta Kazancı, Ofset Baskı, Renk, Selofan

### Investigation Of The Effect Of Cellophane Application On Color Change After Offset Printing In Cardboard Packaging Production

#### ABSTRACT

The use of cellophane in post-printing applications has an important role in increasing the strength properties of the product and maintaining its visual quality. In the majority of cardboard packaging production, cellophane coating is applied in order to protect the structural features of the packaging during the shipment, storage and sales process. Cellophane coated without using the right parameters causes color differences in inks with low nitro resistance. Adverse situations affect the quality of the packaging and cause entanglements between the manufacturer and the customer. In this study, glossy and matte cellophane was applied on the test scale printed cartons prepared in the production facility where cardboard packaging was maintained under real production conditions. According to iso12647-2 prints, homogenous cellophane was first controlled visually. Densitometric and spectrophotometric measurements were made; dot gain, color change and color universes were measured and these values were examined with graphs and tables. As a result, it was determined that cellophane coatings applied on cardboard packaging printing increased dot gain values, expanded the color universe, and especially bright cellophane application provided a wider color universe.

**Keywords:** Cellophane , Color, Dot Gain, Offset printing, Packaging

#### GİRİŞ

Matbaacılığın, ilk kullanılmaya başlandığı tarihten bu yana baskı işlemleri açısından birçok yenilik üretilmektedir [1]. Özellikle baskı öncesi, baskı, baskı sonrası teknolojileri ile büyük bir değişim göstermiştir. [2]. Basım sektöründe faaliyet gösteren her firma, ürün özelliklerini optimize ederek hem ürün özelliklerini geliştirmeyi amaçlamakta hem de maliyet konusunda üreticiye büyük katkı sağlamaktadır. Selofan en eski film kaplama yöntemlerinden ve film tiplerinden biridir. [3]. Kâğıdın hassas ve deformasyona müsait yapısı nedeniyle bu uygulama, baskı ürünlerinin ışığa,

yırtılmaya, suya ve benzer diğer dış etkenlere karşı daha dayanıklı olması için yapılmaktadır [4, 5]. Karton ambalajların yanı sıra, kitap ve defter kapakları ve kartvizitlerin daha uzun ömürlü ve dayanıklı olmalarını sağlar [6]. Selofan üretimi için odundan elde edilen selüloz kullanılmaktadır [7]. Odundan elde edilen selüloz daha sonra kimyasallarla reaksiyona sokularak "viskoz" ve daha sonra "selüloz hidrat " haline getirilerek film şeklinde preslenir. Bu durumdaki film suya karşı hassastır [8]. Ambalaj kartonu üzerinde koruyucu olarak kullanmak için çeşitli laklarla yüzeyi kaplanır [9, 10]. Böylelikle hem suya dayanıklı hale gelir, hem de ısı yapışma özelliği kazanır. Özel efektler

oluşturmak için zaman zaman yapılandırılmış yüzeylere sahip lamine filmler uygulanır [11]. Baskı tamamlandıktan sonra hemen her ürün çeşitli baskı sonrası işlemlere tabi tutulmaktadır. Karton ambalaj üretiminde en yaygın olarak kullanılan ise selofan kaplamadır [12, 13]. Baskı ürünlerini suya, ışığa ve diğer dış etkenlere karşı korumak amacıyla uygulanan bir laminasyon yöntemidir. Ürünlerin üzerine uygulanan çok ince plastik bir tabaka formundadır [14].

Baskılı ve baskısız malzemeler üzerine 10-50µ arası kalınlıkta uygulanabilen baskılı baskısız malzemeleri sıvılara, sürtünmelere, katlamalara karşı koruyan, gıdalara hijyenik bir ortam sağlayıp malzemeye mukavemet sağlayarak ömrünü uzatan ve estetik ürünleri ortaya çıkartmak için kullanılan yöntemidir [15, 16]. Selofan aynı zamanda kartonun katlanmasında karton yüzeyinin elastikiyetini artırarak, karton yüzeyinde oluşabilecek çatlamları önlemesi nedeniyle de sıkça uygulanmaktadır [17].

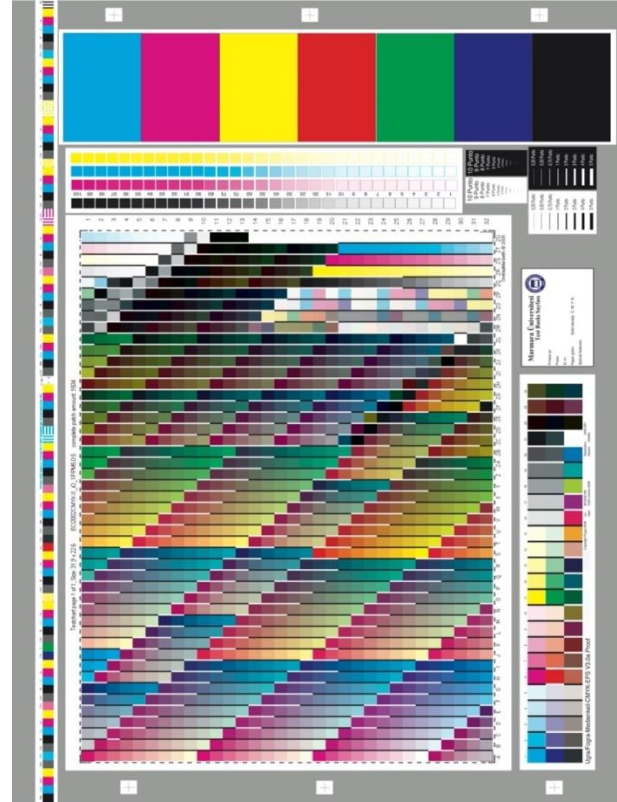
## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada; baskı altı malzemesi olarak ortalama aynı kalınlık ve beyazlık değerinde kroma kartonlar kullanılmıştır. Yüzey karakterizasyonlarının tespiti amacıyla öncelikle bu kağıtların yüzey düzgünlüğü özellikleri ölçümlenmiştir. Öncelikle ölçümlenecek kriterlerin belirlenerek bu özelliklere uygun test skalası hazırlanmıştır. Baskı altı malzemesinin seçiminde standartlara uygun ve karton ambalaj üretiminde yaygın olarak kullanılan kroma karton belirlenmiştir. Kroma kartonun gramajı ise, görsellik gerektiren ürün ambalajlarında kullanılan 280g/m<sup>2</sup> ağırlığında seçilmiştir. Daha sonra baskıda aşağıda özellikleri verilen baskı mürekkepleri kullanılarak baskılar ISO standartlarında gerçekleştirilmiştir. Baskı makinesi firmanın standart üretim hızına getirildikten sonra 1.000 adet baskı yapılmıştır. Yapılan baskılar üzerinden gözle kontroller yapılarak, densitometrik ve spektral cihazlarla ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonucu elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

**Baskı altı Malzemesi:** Avrupa Standartlarına göre GD-2 Kroma kartonun üst katına kuşe uygulanmıştır. Alt katı gri renkli olup 95,6-97,1 % oranında geri dönüştürülmüş kağıttan üretilmiştir. Kroma kartonun ISO 2470 beyazlık, ISO 2493 stiffness, ISO 536 gramaj, ISO 534 kalınlık ölçümü değerleri ortalamaları alınarak gerçekleştirilen sonuçları Tablo.1’ de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Baskı altı malzemesinin özellikleri

	Birim	Değer	Tolerans	Ölçüm Standardı
Gramaj	g/m <sup>2</sup>	280	±%3	ISO 536
Kalınlık	µm	350	±%5	ISO 534
Yüzey Düzgünlüğü	µm	2	0,5	ISO 8791-4
Beyazlık (üst)	%	82	-1%	ISO 2470
Boy Stiffness	mNm	10,2	-15%	ISO 2493
En Stiffness	mNm	5,3	-15%	ISO 2493
Ortalama Stiffness	mNm	7,4	-15%	ISO 2493



**Şekil 1.** Test Skalası

**Mürekkep:** Karton üzerine yapılan baskılar; Toyo UV process cyan, magenta, sarı ve siyah tabaka ofset mürekkepleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. TOYOINK UV process seri mürekkeplerin teknik özellikleri Tablo.2 ‘ de gösterilmiştir.

**Baskı Makinesi:** Hazırlanan test kriterlerine uygun baskılar üretim şartları değiştirilmeden standart şartlarda, KBA Rapida 142 ofset baskı makinasında, ISO 12647-2 standardına uygun olarak optimum baskı odası fizikokimyasal şartlarında gerçekleştirilmiştir. Test baskıları yapılmadan önce kağıtlar baskı odasında 23 ± 1 °C ve %50 ± 3% bağıl nemde 24 saat şartlandırılmıştır.

**Ölçüm Cihazı:** Densitometrik ve spektral ölçümleri Reflection ölçümlene yapabilen X-Rite eXact Advanced cihazı ile; D50 aydınlatma, 2° gözlemci, 0/45 veya 45/0 geometri, siyah fon ölçüm koşullarında gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 2.** Baskı mürekkebi teknik özellikleri

	Işık Hashığı	Alkol	Nitro	Alkali
Cyan	8	+	+	+
Magenta	5	+	+	-
Sarı	5	+	+	+
Siyah	8	+	+	+

**Tablo 3.** Spektral Densitometre Ölçüm Cihazı Teknik Özellikleri

	Teknik Özellikleri
Ölçüm Geometrisi	45°/0° ISO 5-4:2009(E)
Işık Cinsi	Gas filled tungsten, UV LED
Ölçüm Koşulları	M0, M1 (part 1) , M2, M3
Spektral Aralık	400 to 700 nm
Renk Farkı	CIE $\Delta E^*$ (1976), (2000), (1994)
Renk Uzayı	CIE L*a*b*, CIE L*C*h <sub>i</sub> , CIE XYZ
Işık Kaynağı	A, C, D50, D55, D65,
Gözlemci Açısı	2 <sub>i</sub> and 10 <sub>i</sub>

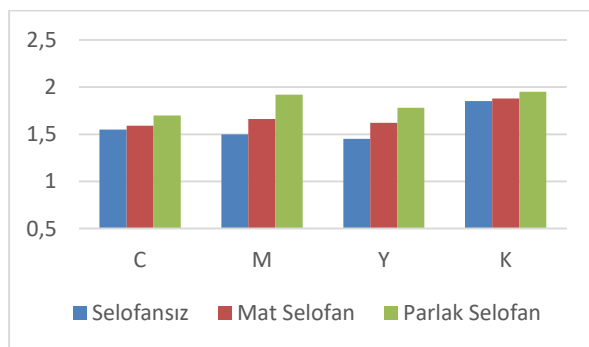
Renk evreni için test skalası taraması ise; X-Rite i1iO Automated Scanning Table ile gerçekleştirilmiştir.

Basılmış numuneler üzerine uygulanan selofan sonrasında da densitometrik ve spektrofotometrik değişimine etkileri uygulamalı olarak incelenmiştir.

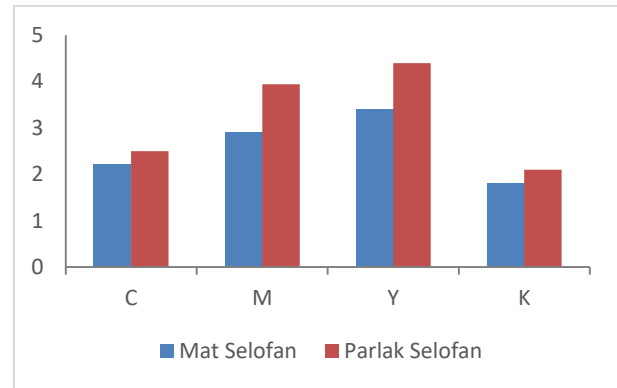
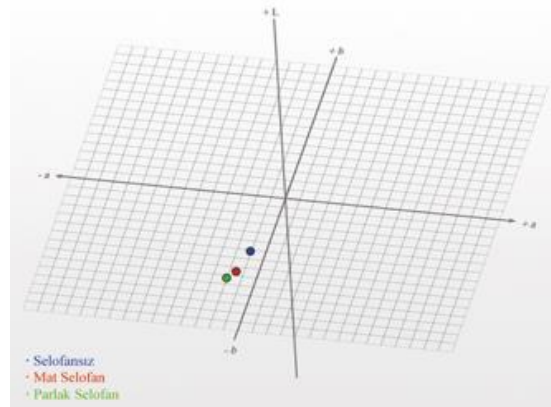
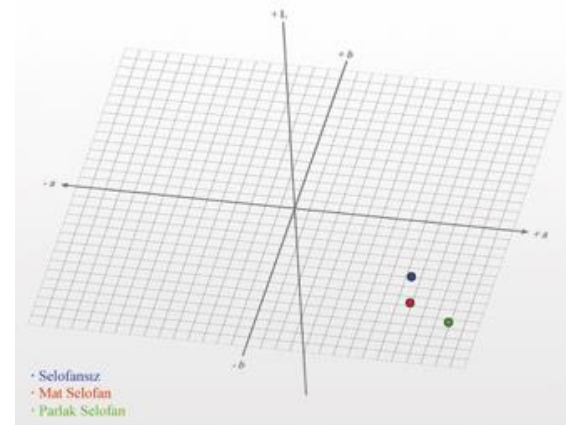
Selofan uygulamasında, 28 mikron kalınlığında bir film ve 365 mm genişliğinde laminasyon yapabilen ve ayarlanabilir hızda ve derecede kullanılabilen eşit ısı dağılımlı krom merdaneye sahip bir selofan makinesi kullanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

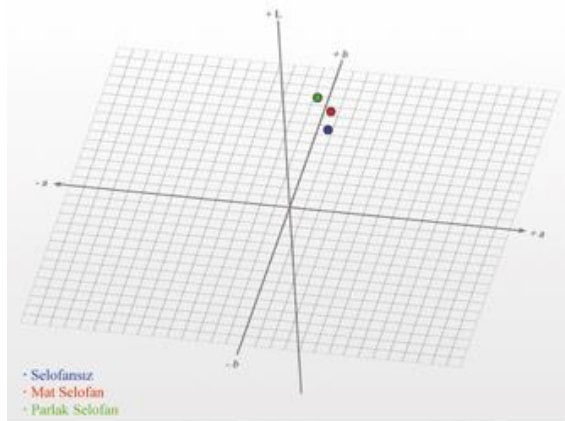
Yapılan çalışmada, ölçümler sonucunda selofansız, mat selofan ve parlak selofan uygulanmış kartonların üzerindeki mürekkep densitesinin karşılaştırmalı değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi, karton üzerine uygulanan selofan uygulamaları mürekkep densitelerinde artmaya neden olmuştur. Parlak selofan uygulamasının mat selofan uygulamasına göre densiteyi daha çok etkilediği belirlenmiştir. Özellikle Magenta ve Sarı (Yellow) renklerde bu farkın daha fazla olduğu ölçülmüştür.

**Şekil 2.** Selofansız, mat selofan ve parlak selofan uygulanmış baskıların mürekkep densite değerleri

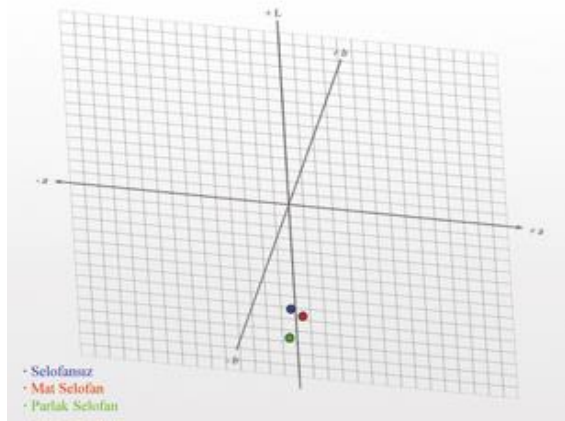
Mat ve parlak selofan kaplanmış baskıların selofan kaplanmamış baskıların renk değerleri ile karşılaştırıldığında;  $\Delta E$  renk farkının en fazla yellow (sarı) ve magenta renklerinde gerçekleştiği, cyan ve özellikle siyah renklerde renk farkının daha az olduğu belirlenmiştir. Parlak selofan uygulamasının neden olduğu renk değişimi ( $\Delta E$  renk farkı) mat selofana göre daha fazla gerçekleşmektedir.

**Şekil 3.** Selofansız, mat selofan ve parlak selofan uygulanmış baskıların  $\Delta E$  Renk farkları**Şekil 4.** Selofansız, mat selofan ve parlak selofan Cyan 3D L\*a\*b\* renk düzlemindeki yerleri.**Şekil 5.** Selofansız, mat selofan ve parlak selofan Magenta 3D L\*a\*b\* renk düzlemindeki yerleri.



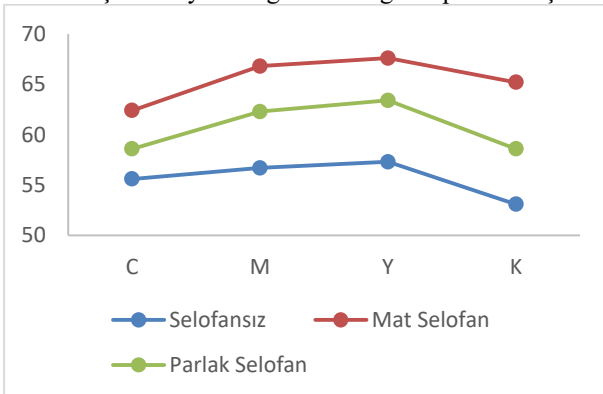


Şekil 6. Selofansız, mat selofan ve parlak selofan Yellow 3D L\*a\*b\* renk düzlemindeki yerleri.



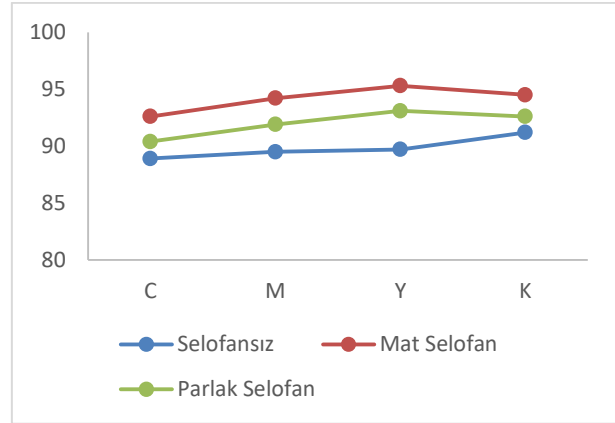
Şekil 7. Selofansız, mat selofan ve parlak selofan Yellow 3D L\*a\*b\* renk düzlemindeki yerleri.

%80'lik noktaların, nokta kazancı değerleri Şekil 6'da görüldüğü gibi, mat ve parlak selofan artmaktadır. Mat selofan uygulamasının parlak selofana göre daha fazla nokta kazancına neden olduğu görülmektedir. Cyan, magenta, yellow ve black renklerindeki nokta kazançlarında ise; en çok farkın yellow renginde olduğu en az artışın ise cyan renginde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 8. %40'lık noktanın Selofansız, Mat ve Parlak Selofan uygulaması sonrası nokta kazancı değerleri

%80'lik noktaların, nokta kazancı değerleri Şekil 8'de görüldüğü gibi, mat ve parlak selofan artmaktadır.



Şekil 9. %80'lik noktanın Selofansız, Mat ve Parlak Selofan uygulaması sonrası nokta kazancı değerleri

Mat selofan uygulamasının parlak selofana göre daha fazla nokta kazancına neden olduğu görülmektedir. Cyan, magenta, yellow ve black renklerindeki nokta kazançlarında ise; en çok farkın yellow renginde olduğu en az artışın ise cyan renginde olduğu tespit edilmiştir.

Uygulama sonrası taranan test skalaları ile elde edilen renk evrenleri Şekil 10 ve Şekil 11 'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Selofan uygulamasına dayanıklılık özelliğini sağlayan Nitro dayanımı olan mürekkeplerle yapılan bu baskılar üzerine selofan kaplanmasının, elde edilen renk evrenini genişlettiği görülmektedir. Renk evrenleri incelendiğinde; en dar renk evreni selofan kaplanmamış baskıya, en geniş renk evreni ise parlak selofan uygulanmış baskıya aittir. Parlak selofan uygulamasının, selofan kaplanmamış ve mat selofan kaplanmış baskılara göre özellikle sarı, kırmızı ve yeşil tonlarda renk evrenini genişlettiği belirlenmiştir.

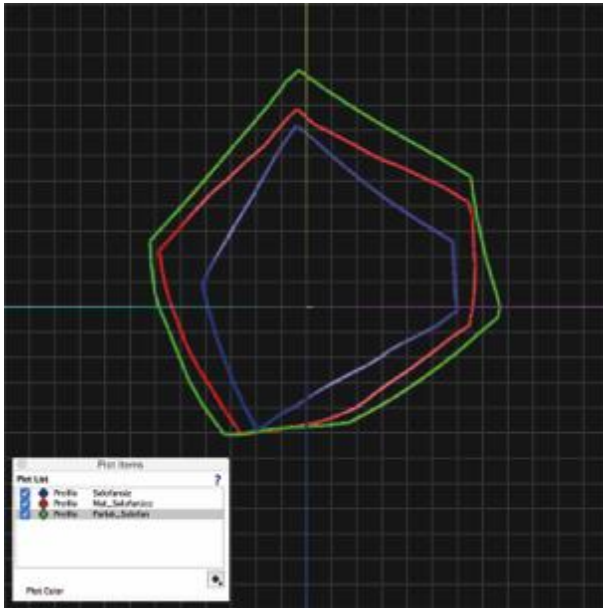
$\Delta E$  renk farklarının, C, M, Y ve K ana renkleri için L\*a\*b\* renk evreni üzerinde hangi eksenlere doğru değiştikleri noktasal olarak değerleri Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7'de gösterilmiştir. CMYK ana renklerinin; selofansız karton üzerindeki konumları mat ve parlak selofan uygulamalarına göre daha düşük renk seviyesinde kaldığı ortaya çıkmıştır.

Selofansız, mat selofanlı ve parlak selofanlı uygulamalar üzerinden yapılan ölçümlerde %40'lık noktaların, nokta kazancı değerleri Şekil 8'de görüldüğü gibi, mat ve parlak selofan sonrası önemli ölçüde artmaktadır. Mat selofan uygulamasının parlak selofana göre, orta tonlar olan %40'lık noktalarda daha fazla nokta kazancına neden olduğu görülmektedir. Cyan, magenta, yellow ve black renklerinde standartların üzerinde bir nokta kazancı gerçekleşmiştir. En çok farkın yellow renginde olduğu en az artışın ise cyan renginde olduğu tespit edilmiştir.

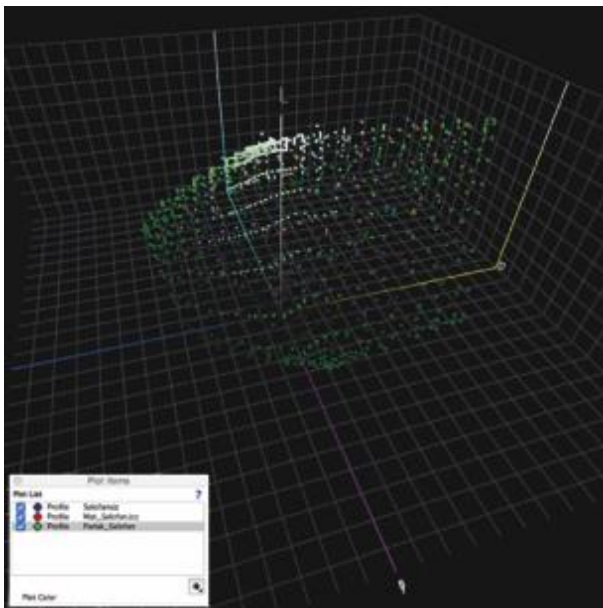
## SONUÇ

Karton ambalaj baskıları üzerine kaplanan Mat veya Parlak selofan uygulamalarının densite ve nokta kazancı değerlerinde artışa sebep olmaktadır. Orta tonlar olan %40'lık noktalardaki nokta kazancı değerleri %80'lik noktalardaki nokta kazancına göre daha fazladır. Bu sebeple baskı öncesi nokta eğrileri, orta tonlarda koyu tonlardan daha aşağı değerlere

çekilerek ton ayarlaması yapılması gerekmektedir. Nitro dayanımına sahip mürekkeplerle yapılan bu baskılarda, özellikle magenta ve sarı renklerde daha fazla, siyah renkte ise daha az renk değişimi olduğu ölçümler ve  $\Delta E$  hesaplaması sonucu belirlenmiştir. Ayrıca bu uygulamaların 3 eksenli grafiklerde CMYK renklerinin  $L^*a^*b^*$  eksenlerinde hangi noktaya taşıdığı analiz edilebilir duruma getirilmiştir. Magenta ve sarı renklerin cyan ve siyah renklere göre daha yoğun olduğu görüntülerde, magenta ve sarı renklerin renk dengeleri (color balance) görüntü işleme programlarında, ana renk yoğunluğunun renk karışımları şekline dönüştürülerek ayarlanması oluşan renk farklılığını azaltacaktır.



**Şekil 10.** Selofansız, Mat ve Parlak Selofan uygulamalarının 2 boyutlu renk evreni (Mavi: Selofansız, Kırmızı: Mat Selofan Kaplanmış, Yeşil: Parlak selofan Kaplanmış)



**Şekil 11.** Selofansız, Mat ve Parlak Selofan uygulamalarının 3 boyutlu renk evreni

Parlak selofan uygulaması, mat selofana ve özellikle selofan kaplanmamış baskılara göre renk evrenini daha fazla genişletmektedir. Tüketicinin satın alma davranışlarına olumlu etkisi olan renk canlılığının, karton ambalaj baskıları üzerine uygulanacak mat ve parlak selofan uygulamaları ile arttığı renk evrenlerinin belirlenmesi ile de kanıtlanmıştır.

## KAYNAKÇA


- [1] Elwan A.A. Influence of Ink Viscosity level on Tone Value Increase in Sheet-fed Offset Printing, *International Design Journal*, 7:2 307-312, 2017.
- [2] Özomay Z. Kağıt ve Karton' un Yapısal Özelliklerinin Basılabilirlik Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2016.
- [3] Kumar R. 4M Model of Sheet Fed Printing Machine: A Case Study of ITC Limited, Chennai, *International Journal of Science, Engineering and Computer Technology*, 7:2 156-159, 2017.
- [4] Kitakubo S. Some Characteristics on Human Visual Sensitivity for Spatial Frequency of Digital Halftone Images, *Proc. NIP21*, p.118-121, 2005.
- [5] Özomay Z., Aydemir C., Özakhun Ş.C. Determination Of The Most Suitable Option For Production With Uncoated Papers In Offset Printing By Multi-Criteria Decision Making Method, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7:2 667-672, 2019
- [6] Kumar S., Saini M. Study of Conventional Offset Printing with Digital Printing, *International Journal of Science, Engineering and Computer Technology*, 6:2 110-112, 2016.
- [7] Joshi A. Analysis of SID and Dot Gain in Relation to Surface Characteristics of Coated Uncoated Paper in Sheet-Fed Offset and Digital Printing Machines, *International Journal of Science, Engineering and Computer Technology*, 6:1 43-44, 2016.
- [8] Cai-Yin W., Xiang-Wei K., Chao L. Process color watermarking: the use of visual masking and dot gain correction, *Multimedia Tools and Applications*, 76:15 16291-16314, 2016.
- [9] Ural E., Özomay Z., Özdemir L. Palm Yağı Katkılı Mürekkeplerin Baskı Kalitesine Etkisinin Belirlenmesi, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6:1 533-537, 2018.
- [10] Özomay Z. IGT test baskı makinesi ile ofset baskı makinesi arasındaki renk uyumu için optimum prosedürün hazırlanması, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [11] Kurt M.B., Mumcu Y.K., Özdemir L. Estimation Of Screen Density According to Different Screening Methods With Artificial Neural Network Method In Flexo Printing System, *Politeknik Dergisi*, 21:3 575-580, 2018.
- [12] Şahin C., Özomay Z., Keskin B. Gazete Kağıdında Baskı Basıncının Nokta Kazancına Etkisinin Değerlendirilmesi, *Electronic Journal Of Vocational Colleges* 3 121-128, 2013.
- [13] Zelzele Ö., Özdemir L. Dijital Termal Flekso Baskı Kalıbı Hazırlama Parametrelerinin, Kalıp Üzerindeki Nokta Yapısına Etkisinin İncelenmesi, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 27:2 63-75, 2015.
- [14] Escher S., Strafe T. Robustness Analysis of a passive printer identification scheme for halftone images, *IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 4357-4361, 2017.

- [15] Parag M.M., Bandyopadhyay, S. Correlation of ink viscosity and printability in offset lithography process on paperboard used in packaging, *Acta graphica: znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije*, 29:3 37-48, 2019.
- [16] Özomay, M. Türkiye’de yöresel dokunan bez örneklerinin doğal boyarmaddeler ile gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılarak boyama özelliklerinin belirlenmesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2016.
- [17] Sharma D.K., Rani R. Analysis of the Relationship between Solid Ink Density, Dot Gain and Print Contrast in Digital Printing. *International Journal of Science, Engineering and Computer Technology*, 6:2 130-131, 2016.

## Mathematical Modelling of Covid-19 with the help of Linear Cellular Automata

Ferhat ŞAH<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Department of Mathematics, Adıyaman University, Adıyaman, Türkiye

✉:fsah@adiyaman.edu.tr,  0000-0003-4847-9180

Geliş (Received): 17.07.2020

Düzeltilme (Revision): 19.08.2020

Kabul (Accepted): 07.11.2020

### ÖZ

Tüm dünyayı saran Covid-19 virüsü nedeniyle ülkeler zor günler geçirmektedir. İlk olarak Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan bu virüs sonrasında hemen hemen tüm dünyaya yayılmıştır. Peki bu yayılma nasıl olmuştur? Bu virüsün hızla yayılmasındaki ülkelerin rolü nedir? Virüsün yayılmaması için insanlar üzerlerine düşen görevleri yerine getirmiş midir? Bu sorulara matematiksel bir bakış açısı ile cevap vermeye çalışalım. Bu çalışmada, virüsün yayılmasının nasıl olduğunu matematiksel olarak açıklanmaya çalışılmıştır. Matematiksel metot olarak iki boyutlu hücresel dönüşümler kullanılmıştır. Bu dönüşümlerin geçiş fonksiyonları yardımıyla yayılma durumları incelenmiştir. Böylece virüsün yayılma şeklinin matematiksel bir modeli çıkarılmış oldu. Bu noktada, her ne kadar devletler önlem alsada, kurallara uymayan insanların virüsü nasıl diğer insanlara aktardığının matematiksel olarak modellenmesi çalışıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Covid-19, Hücresel Dönüşüm, Temsili Matrisler, Sıfır Sınır Şartı

### Covid-19'un Lineer Hücresel Dönüşümler Yardımıyla Matematiksel Modellenmesi

#### ABSTRACT

Countries have a hard time due to the Covid-19 virus, which covers the whole world. This virus, which first appeared in Wuhan, China, has spread to almost the whole world. So how did this spread occur? What is the role of countries in the rapid spread of this virus? Have people fulfilled their duties to prevent the virus from spreading? Let's try to answer these questions with a mathematical perspective. In this study, it is tried to explain mathematically how the virus spread. Two dimensional cellular transformations were used as a mathematical method. The propagation states of these transformations were analyzed with the help of transition functions. Thus, a mathematical model of how the virus spreads was created. At this point, it was tried to model mathematically how people who do not obey the rules transfer the virus to other people, although the states take precautions.

**Keywords:** Cellular Automata, Covid-19, Null Boundary Condition, Representative Matrices

#### GİRİŞ

İki boyutlu hücresel dönüşümlerin birçok alanda uygulamaları vardır. Bu çalışmaların durum uzayı 0,1 elemanları ile ikili cisimlerden oluşur ve böylece iki boyutlu hücresel dönüşümler adını alır. Bir boyutlu hücresel dönüşümler ilk olarak Von Neumann tarafından farklı bilim alanlarında incelenmiştir [1]. O zamandan günümüze kadar birçok bilim adamı karmaşık sistemlerin düzenlenmesi için hücresel dönüşümleri incelemiştir. Hedlund ise sadece matematiksel bir bakış ile hücresel dönüşümleri incelemiştir [2]. Wolfram bir boyutlu hücresel dönüşümlerin kompleks davranışlarını polinom cebirleri yardımıyla incelemiştir [3]. İki boyutlu hücresel dönüşümlerle ilgili çalışmalar da yapılmaya başlanılmış ve hali hazırda birçok makale vardır. Wolfram ve ark., beş komşuluktan oluşan iki boyutlu hücresel dönüşümlerle ilgili bazı gözlemlerde bulunmuştur [4]. Khan ve ark., dokuz komşuluklu iki boyutlu lineer hücresel dönüşümleri incelemek için en yakın

komşulukları kullandılar ve analitik bir sonuç elde ettiler [5]. Choudhury ve ark.,  $\mathbb{Z}_2$  cismi üzerinde iki boyutlu hücresel dönüşümlerin özel bir hybrid dönüşümünün karakterizasyonunun en genel halini verdiler [6]. Son yıllarda iki boyutlu hücresel dönüşümlerle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. (Matematik, Fizik, Bilgisayar, Biyoloji [7], Kimya vb.) Ayrıca görüntü işleme, şifreleme, Kuantum, Simülasyon vb. çalışmalarda yapılmıştır [8-10]. Ribba ve ark., ise kanserli hücrenin ayırt edici özelliklerini incelemek için hücresel dönüşüm modellerinden faydalanmışlardır [11]. Bu çalışmaların bazıları yapılırken hücresel dönüşümlerin terslenebilirliği de ele alınıp incelenmiştir. [12-14]. Ayrıca bu çalışmaların çoğu  $\mathbb{Z}_3$  cismi üzerinde yapılmıştır [15-17]. Bu çalışmada iki boyutlu hücresel dönüşümleri kullanarak,  $\mathbb{Z}_3$  cismi üzerinde, dünyamızın şu an popüler vakalarından biri olan Covid 19'un insandan insana nasıl yayıldığını modellemeye çalıştık. Bunu yaparken matrislerden ve yerel fonksiyonlardan faydalanıldı.

## MATERYAL ve YÖNTEM

$\mathbb{Z}_m = \{0, 1, 2, \dots, p-1\}$  halkası verilsin.  $x = (x_n)_{n=-\infty}^{n=\infty}$  iki taraflı sonsuz bir dizi olsun. Bu şekildeki dizilerin uzayı  $\mathbb{Z}_p^{\mathbb{Z}}$  ile gösterilir. Yarıçapı  $r$  olan  $f$  yerel kuralı  $f: \mathbb{Z}_p^{\mathbb{Z}^{2r+1}} \rightarrow \mathbb{Z}_p$  olmak üzere

$$f(x_{-r}, \dots, x_r) = \left( \sum_{i=-r}^r a_i x_i \right) \pmod{p}$$

ile tanımlansın. Bu  $f$  yerel kuralı ile üretilen  $F: \mathbb{Z}_p^{\mathbb{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_p^{\mathbb{Z}}$  dönüşümüne toplamsal (additive) CA denir. Bu dönüşüm aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$F x = (y_n)_{n=-\infty}^{n=\infty}, \quad y_n = f(x_{n-r}, \dots, x_{n+r}) = \left( \sum_{i=-r}^r a_i x_{n+i} \right) \pmod{p}$$

Şimdi iki boyutlu hücresel dönüşümlerin,  $\mathbb{Z}_3$  cismi üzerinde tanımını verelim.  $\mathbb{Z}_3$  durum kümesi olsun.  $\mathbb{Z}_3^{\mathbb{Z}^2}$  hücrelerin uzayı olsun.  $f$  yerel kural ve  $F$  de global dönüşüm fonksiyonu (geçiş fonksiyonu) olmak üzere;

$$f: \mathbb{Z}_3^{\mathbb{Z}^2} \rightarrow \mathbb{Z}_3, \quad F: \mathbb{Z}_3^{\mathbb{Z}^2} \rightarrow \mathbb{Z}_3^{\mathbb{Z}^2}$$

şeklinde tanımlanır. İki boyutlu hücresel dönüşümler için bazı klasik komşuluklar vardır. Bu çalışmamızda biz en yakın komşuluk sistemi ile çalıştık. Matematiksel olarak  $(i, j)$  hücrenin bir sonraki  $(t+1)$  zamandaki durumu o hücreye en yakın olan komşulukların  $t$  zamandaki durumuna bağlıdır. Bu durum aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\begin{aligned} x_{(i,j)}^{(t+1)} &= f(x_{(i,j)}^{(t)}, x_{(i+1,j)}^{(t)}, x_{(i+1,j-1)}^{(t)}, x_{(i,j-1)}^{(t)}, \\ & x_{(i-1,j-1)}^{(t)}, x_{(i-1,j)}^{(t)}, x_{(i-1,j+1)}^{(t)}, x_{(i,j+1)}^{(t)}, x_{(i+1,j+1)}^{(t)}) \\ &= (a_0 x_{(i,j)}^{(t)} + a_1 x_{(i+1,j)}^{(t)} + a_2 x_{(i+1,j-1)}^{(t)} + \\ & a_3 x_{(i,j-1)}^{(t)} + a_4 x_{(i-1,j-1)}^{(t)} + a_5 x_{(i-1,j)}^{(t)} + \\ & a_6 x_{(i-1,j+1)}^{(t)} + a_7 x_{(i,j+1)}^{(t)} + a_8 x_{(i+1,j+1)}^{(t)}) \pmod{3} \end{aligned}$$

Burada  $a_0, a_1, \dots, a_8 \in \{1, 2\}$  dir. Her bir hücrenin değeri diğer tüm 9 hücreye bağlı değildir. Bu değer her bir hücreye en yakın olan komşu hücrelerin toplamına bakılarak bulunur. Hücrelerin hepsinin tek tek bulaştırma şeklinin modellenmesini bulabilmek için, yani düzenli bir örüntü elde etmek için belli sınır şartları ile çalışmamız lazım. Uç hücrelerdeki komşulukların durumuna göre sınır şartları değişir. Bu çalışmamızda sıfır sınır şartını kullandık.

### Sıfır Sınır Şartı

Uçtaki ve en kenardaki hücrelerin etraflarının tamamıyla sıfır ile kaplanması durumudur. Bu kuralın hücreler etrafına nasıl yerleştirileceğini aşağıdaki şekilde daha net görebilirsiniz.

**Tablo 1.** Sıfır Sınır Şartı

0	0	0	0	0
0	$x_{(i-1,j+1)}$	$x_{(i,j+1)}$	$x_{(i+1,j+1)}$	0
0	$x_{(i-1,j)}$	$x_{(i,j)}$	$x_{(i+1,j)}$	0
0	$x_{(i-1,j-1)}$	$x_{(i,j-1)}$	$x_{(i+1,j-1)}$	0
0	0	0	0	0

### Yerel (Lokal) Kural

İki boyutlu hücresel dönüşümlerin temsili matrislerini elde etmek için aşağıdaki yerel kuralı tanımlayalım:

$$f_{RN}(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{31}, x_{32}, x_{33}) = kx_{12} + nx_{23} + mx_{32} + cx_{21} + tx_{22} \pmod{3} \quad (1)$$

şeklinde verilen  $f$  lokal kuralını göz önüne alalım.

**Tablo 2.** Yerel Kural

$x_{11}$	$k \cdot x_{12}$	$x_{13}$
$l \cdot x_{21}$	$t \cdot x_{22}$	$n \cdot x_{23}$
$x_{31}$	$m \cdot x_{32}$	$x_{33}$

$x_{22}$  merkez hücre olarak tanımlanır. Merkez de yer alan her hücre virüslü bir hücredir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

İki boyutlu hücresel dönüşümlerin yerel fonksiyonu yardımıyla temsil eden karakteristik matrisi yukarıda verdik. Burada bu matrisin nasıl elde edildiğinden bahsedeceğiz. Bu da bize covid 19 un insandan insana nasıl bulaştığını gösteren bir modelleme olacak. Yerel fonksiyon seçimi bizim için çok önemli. Çünkü burada yerel fonksiyonumuzu en yakın komşulukları seçecek şekilde tanımlayacağız ki bu duruma en yakın komşuluk modeli de deniliyor. Bu durum bize virüsün yayılma şeklinin ve modelinin nasıl olduğunu gösterecek. Şimdi bunun nedenini bir örnekle açıklayalım. Çünkü virüsün yayılması en yakınımızdakilerden başlıyor. Burada her bir hücre bir insanı temsil ediyor.

**Örnek 1:**  $a = 2$  ve  $b = 2$  olarak lokal kuralın temsili matrisini inceleyelim.

**Tablo 3.** 2x2 Tipinde Hücrelerden Oluşmuş Konfigurasyon

0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	0
0	0	0	0

Yukarıda gördüğümüz üzere maviye boyadığımız 2x2 hücrenin tüm etrafı sıfır ile çevrilmiştir. Burada (1) ile verilen yerel fonksiyonu uygulayalım. Burada merkezde yer alan her bir hücre virüsün enfekte olduğu bir insanı temsil etsin. Yerel kuralı uygulandığında  $T$  dönüşümü altında yeni bir konfigürasyon elde edilir ve bu konfigürasyon  $Y$  ise bunun hücreleri sırasıyla aşağıdaki gibidir. Yerel kural her seferinde sağa doğru bir ötelenerek uygulanır. Uygulana satır bitince bir aşağıya doğru inilir ve yine sağa doğru öteleme devam eder. Her seferinde bu durum tekrar eder. Böylelikle tüm düzlemi taramış ve enfekte olmuş tüm insanları bulmuş oluruz.

0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	0
0	0	0	0

Yukarıda sarı ile boyanmış kısma lokal fonksiyon uygulanmaya başlanır ise merkezde kalan hücre  $x_{11}$  virüslü hücre idi. Onun etrafındaki bütün hücreler ise enfekte olmayan hücrelerdir.

$$mx_{21} + nx_{12} + t \cdot x_{11} = y_{11}$$

İlk uygulamadan sonra iki tane insan daha virüs kapmış oldu. Bunlar  $x_{12}$  ve  $x_{21}$  dir. Benzer şekilde devam edelim.

0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	0
0	0	0	0

Bu sefer merkezdeki hücremiz  $x_{12}$  daha önce virüsü kapıldığı  $x_{11}$  iyileşmiş olsa dahi tekrar ona bulaştırıyor ve ayrıca yeni bir insana daha virüsü enfekte etmiş oldu o da  $x_{22}$  dir.

$$lx_{11} + mx_{22} + t \cdot x_{12} = y_{12}$$

Şimdi bir alt satıra geçelim ve aynı kuralı uygulayalım.

0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	0
0	0	0	0

Bu sefer merkezdeki hücremiz  $x_{21}$  dir. O da bu döngüde yer alıp aşağıda gördüğümüz gibi  $x_{11}$  ve  $x_{22}$  ye enfekte ediyorlar.

$$kx_{11} + nx_{22} + t \cdot x_{21} = y_{21}$$

Son olarak merkez hücre  $x_{22}$  oluyor ve o da lokal kural uygulandığında  $x_{12}$  ve  $x_{21}$  e bu virüsü enfekte ediyor.

0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	0
0	0	0	0

$$kx_{12} + lx_{21} + t \cdot x_{22} = y_{22}$$

Dikkat edecek olursak var olan bir döngüde bir hücremizin dahi virüslü olması geride kalan tüm hastalısız hücreleri hasta etmiştir. Şimdi doğal tabanlar yardımıyla elde ettiğimiz yeni hastalık enfekte olmuş hücrelerden oluşan matrisimiz aşağıdaki gibi olur:

$$T \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ l \\ a \\ 0 \end{pmatrix}, T \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n \\ t \\ 0 \\ k \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} t & n & m & 0 \\ l & t & 0 & m \\ k & 0 & t & n \\ 0 & k & l & t \end{pmatrix}_{4 \times 4} T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m \\ 0 \\ t \\ l \end{pmatrix},$$

$$T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ m \\ n \\ t \end{pmatrix}.$$

Sütun matrisleri yan yana yazılırsa temsili matris,

$$T_{RN} = \begin{pmatrix} S_2(n, l, t) & mI_2 \\ kI_2 & S_2(n, l, t) \end{pmatrix}_{4 \times 4}$$

Artık bu hastalık enfekte olmuş insanların oluşturduğu bir topluluktur. Bu matris katsayılar matrisidir. Yani bu matrisin tipine bakarak hastalıklı hücre (insan) sayısını ifade edebiliriz.

Şimdi bu duruma daha geniş bir örnek verelim:

**Örnek 2:**  $a = 3$  ve  $b = 3$  olarak lokal kuralın temsili matrisini inceleyelim.

**Tablo 4.** 3x3 Tipinde Hücrelerden Oluşmuş Konfigürasyon

0	0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	0
0	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	0
0	0	0	0	0

Şimdi lokal kuralımızı uygulamaya başlayalım.  $T$  dönüşümü altında yeni bir konfigürasyon elde edilir ve bu konfigürasyonun hücreleri aşağıdaki verilmiştir.

$$\begin{aligned} mx_{21} + nx_{12} + tx_{11} &= y_{11} \\ lx_{11} + mx_{22} + nx_{13} + tx_{12} &= y_{12} \\ &+ mx_{23} + tx_{13} = y_{13} \\ kx_{11} + mx_{31} + nx_{22} + tx_{21} &= y_{21} \\ kx_{12} + lx_{21} + mx_{32} + nx_{23} + tx_{22} &= y_{22} \\ kx_{13} + lx_{22} + mx_{33} + tx_{23} &= y_{23} \\ kx_{21} + nx_{32} + tx_{31} &= y_{31} \\ kx_{22} + lx_{31} + nx_{33} + tx_{32} &= y_{32} \\ kx_{23} + lx_{32} + tx_{33} &= y_{33} \end{aligned}$$

Şimdi bu hücrelerin içlerinden bazılarının nasıl enfekte olduğunu görelim. Örneğin merkezdeki virüs enfekte olmuş hücremiz  $x_{12}$  olsun. Diğer hücreler hastaliksız olsun. Kuralımızı uygulamaya başladığımızda bu durumda yukarıdan da görüleceği üzere  $x_{11}, x_{22}$  ve  $x_{13}$  yeni enfekte olmuş hücreler olacaktır. Aşağıda şekilde bu durumu daha net görebiliriz.

0	0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	0
0	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	0
0	0	0	0	0

$$lx_{11} + mx_{22} + nx_{13} + tx_{12} = y_{12}$$

Bir başka merkez hücremiz  $x_{22}$  olsun. Bu durumda  $x_{22}$  nin bulaştırdığı hücreler aşağıdaki matrisden de görüleceği üzere  $x_{12}, x_{21}, x_{23}$  ve  $x_{32}$  olarak bulunur.

0	0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	0
0	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	0
0	0	0	0	0

$$kx_{12} + lx_{21} + mx_{32} + nx_{23} + tx_{22} = y_{22}$$

Son olarak merkez hücremiz  $x_{31}$  olsun. Bu durumda bulaştırdığı yeni hücrelerimiz  $x_{21}$  ve  $x_{32}$  olarak bulunur.

0	0	0	0	0
0	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	0
0	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	0
0	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	0
0	0	0	0	0

$$kx_{21} + nx_{32} + tx_{31} = y_{31}$$

Yukarıdaki örnekte olduğu gibi doğal tabanlardan faydalanarak temsili matrisimizi elde ederiz.

$$T \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ l \\ 0 \\ k \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, T \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ l \\ 0 \\ k \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n \\ t \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m \\ 0 \\ 0 \\ t \\ l \\ k \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m \\ 0 \\ 0 \\ n \\ t \\ l \\ k \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ m \\ 0 \\ 0 \\ n \\ t \\ 0 \\ k \end{pmatrix}$$

$$T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ t \\ l \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ m \\ n \\ t \\ l \end{pmatrix}, T \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ n \\ t \end{pmatrix}.$$

$$\begin{pmatrix} t & n & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ l & t & n & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ 0 & l & t & n & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & l & t & n & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & l & t & n \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & l & t \end{pmatrix}.$$

Sütun matrisleri yan yana yazılırsa temsili matris aşağıdaki gibi elde edilir.

$$T_{RN} = \begin{pmatrix} t & n & 0 & m & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ l & t & n & 0 & m & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & l & t & 0 & 0 & m & 0 & 0 & 0 \\ k & 0 & 0 & t & n & 0 & m & 0 & 0 \\ 0 & k & 0 & l & t & n & 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & k & 0 & l & t & 0 & 0 & m \\ 0 & 0 & 0 & k & 0 & 0 & t & n & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & k & 0 & l & t & n \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k & 0 & l & t \end{pmatrix}_{9 \times 9}$$

$$= \begin{pmatrix} S_3(n, t, l) & mI_3 & O_3 \\ kI_3 & S_3(n, t, l) & mI_3 \\ O_3 & kI_3 & S_3(n, t, l) \end{pmatrix}_{9 \times 9}$$

biçimindedir.

Yukarıdaki lokal fonksiyonu kullanarak  $a \geq 2$  ve  $b \geq 2$  durumu için düzenlenen sıfır sınır şartı altında elde ettiğimiz yeni virüs enfekte olmuş  $(T_{RN})_{ab \times ab}$  temsili matris aşağıdaki şekildedir:

$$\begin{pmatrix} S_{(n,t,l)} & ml & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ kl & S_{(n,t,l)} & ml & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & kl & S_{(n,t,l)} & ml & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & kl & S_{(n,t,l)} & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & kl & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & S_{(n,t,l)} & ml \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & kl & S_{(n,t,l)} \end{pmatrix}$$

Burada blok alt matrislerin her biri  $b \times b$  tipinde kare matrislerdir ve  $S_{b \times b}(n, t, l)$  matrisi de aşağıdaki gibidir:

Ayrıca  $kl$  ve  $ml$  blok alt matrislerin her biri  $b \times b$  tipinde birim kare matrislerdir. Buradan da görüleceği üzere yukarıdaki matris enfekte olmuş hücrelerden (insanlardan) oluşmuş bir topluluktur. Bu topluluğun sayısı matrisin tipi ile doğrudan ilişkilidir. Yani  $a$  ve  $b$  sayılarının çarpımı enfekte olacak virüslü hücrelerin sayısını da vermektedir. Bu sayı matrisin rankından bağımsızdır. Elbette ki matrisin terslenebilir olması bizim için çok önemli ancak, burada bu durum özellikle belirtilmelidir ki enfekte olacak hücre sayısı matrisin satır ve sütun sayılarının çarpımına eşittir. Yani enfekte olmuş hücre sayısı  $a \times b$  olarak bulunur.

**SONUÇ**

Bu çalışmada tüm dünyayı etkisi altına alan covid 19 virüsüne matematiksel bir bakış açısı kazandırmak istedik. Ülkemizin dış dünyaya havadan ve karadan ulaşımı kapatmasını matematiksel olarak bir sınır şartı ile ifade edip bu durumu bir lokal fonksiyon yardımıyla modellemeye çalıştık. İki boyutlu hücresel dönüşümlerden faydalandık ve onları ifade edip modellemek için matrislerden yararlandık. Matrisin bileşenleri olan her bir hücreyi insan olarak düşündük. Başlangıçta hasta olan bir hücrenin (insanın) en yakın komşuluklu hücreleri kullanılarak oluşturulan lokal fonksiyon yardımıyla başlangıçta hasta olmayan hücrelere nasıl bulaştırdığını modelledik. Dikkat edecek olursak hücre sayısı matrisin tipi ile ilgilidir. Matrisin tipi ne kadar büyükse hücre sayısı da o kadar fazladır. Buradan şu sonuca varılır ki, ne kadar çok insan yoğunluğu varsa, virüsün enfekte olma sayısı ve hızı da o kadar çok artar.

**KAYNAKÇA**

[1] Von N.J. The theory of self-reproducing automata, (Edited by A.W.Burks), Univ. of Illinois Press, Urbana,1966.  
 [2] Hedlund G.A. Endomorphisms and automorphisms of full shift dynamical system, Math. Syst. Theor. 3 320-375, 1969.  
 [3] Wolfram S. Statistical mechanics of cellular automata, Rev. Mod. Phys. 55:3 601-644, 1983.  
 [4] Wolfram S., Packard N.H. Two dimensional cellular automata, Journal of Statistical Physics, 38 5-6, 1985.  
 [5] Khan A.R., Choudhury P.P., Dihidar K., Mitra S., Sarkar P. VLSI architecture of a cellular automata, Comput. Math. Applic. 33 79-94, 1997.






- [6] Chattopadhyay P., Choudhury P.P., Dihidar K. Characterisation of a particular hybrid transformation of two-dimensional cellular automata. *Computers Mathematics with Applications*, 38:5-6 207-216, 1999.
- [7] Holden A.V. Nonlinear Science- The Impact of Biology, *Journal of the Franklin Institute* 334:5-6 971-1014, 1997.
- [8] Alvarez G., Encinas L.H., Martín del Rey A.A. multiseecret sharing scheme for color images based on cellular automata, *Information Sciences*, 178 4382-4395, 2008.
- [9] Kokolakis I., Koukopoulos S., Andreadis I., Boutalis Y. Cellular automata-based noise generator, *Journal of the Franklin Institute*, 336:5 799-808, 1999.
- [10] Wolfgang P. Quantum-dot Devices and Quantum-dot Cellular Automata, *Journal of the Franklin Institute*, 334:5-6 1147-1175, 1997.
- [11] Ribba B., Alarcon T., Marron K., Maini P.K., Agur Z. The Use of Hybrid Cellular Automaton Models for Improving Cancer Therapy, *ACRI 2004, LNCS 3305* 444-453, 2004.
- [12] Siap I., Akin H., Sah F. Garden of eden configurations for 2-D cellular automaton with rule 2460N, *Inform. Sci.* 180 3562-3571, 2010.
- [13] Siap I., Akin H., Sah F. Characterization of two-dimensional cellular automata over ternary fields. *Journal of the Franklin Institute*, 348:7 1258-1275, 2011.
- [14] Temiz F., Sah F., Akin H. Reversibility of a Family of 2D Cellular Automata Hybridized by Diamond and Cross Rules Over Finite Fields and an Application to Visual Cryptography, *J. Cell. Autom.* 14 241-262, 2019.
- [15] Koroglu M.E., Siap I., Akin H. Error Correcting Codes via Reversible Cellular Automata Over Finite Fields, *Arabian Journal for Science and Engineering (Springer Science and Business Media BV)*, 39:3 1881-1888, 2014.
- [16] Koroglu M.E., Siap I., Akin H. The reversibility problem for a family of two-dimensional cellular automata, *Turkish Journal of Mathematics*, 40:3 665-678, 2016.
- [17] Ying Z., Zhong Y., Pei-min D. On behavior of two-dimensional cellular automata with an exceptional rule”, *Inform. Sci.* 179 613-622, 2009.

## Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanopartikülleri İçeren Çok Duvarlı Karbon Nanotüpler Kullanılarak Na Bentonit-Su Bazlı Sondaj Çamurlarının Reolojik ve Filtrasyon Özelliklerinin Geliştirilmesinde Yenilikçi Bir Yaklaşım: Deneysel Araştırma

Abdullah ÖZKAN<sup>1</sup>, Nilay Hayriye ASKER<sup>2</sup>, Vildan ÖZKAN<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İskenderun Teknik Üniversitesi, İskenderun/Hatay, Türkiye

✉: abduallah.ozkan@iste.edu.tr,  <sup>1</sup> 0000-0002-6799-2396,  <sup>2</sup> 0000-0001-8546-0820,  <sup>3</sup> 0000-0001-8719-9099

Geliş (Received): 24.08.2020

Düzeltilme (Revision): 10.10.2020

Kabul (Accepted): 25.11.2020

### ÖZ

Sondaj çamuru kuyu tabanın temizlenmesi, yüksek basınçlı formasyonları kontrol etme, korozyona karşı koruma gibi önemli görevleri yerine getiren hayati derece öneme sahip bir akışkandır. Bu çalışmada Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT; kimyasal buhar biriktirme (CVD) yöntemi ile üretilmiş, X-Işını Fotoelektron Spektroskopisi (XPS) ve Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) ile karakterize edilmiş, ardından su bazlı sondaj çamurlarına farklı oranlarda (0.001 – 0.01% k/h) eklenmiştir. Hazırlanan sondaj çamurlarının plastik viskozitesi (PV), görünür viskozitesi (AV), kopma noktası (YP), jel mukavemeti (10 saniye ve 10 dakika) gibi reolojik analizleri FANN viskozimetresi ile, sıvı (filtrasyon) kaybı ve sondaj çamuru kek kalınlığı analizleri de Amerikan Petrol Enstitüsü (API) sıvı kaybı test ekipmanları ile API standartlarına uygun olacak şekilde yapılmıştır. Katkısız su bazlı sondaj çamuru ile karşılaştırıldığında; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT'ün su bazlı sondaj çamurlarının PV değerini %85.7, AV değerini %41.8, YP değerini %20, 10 saniye ve 10 dakika değerlerini sırasıyla %16.6 ve %11 oranında arttırdığı, filtrasyon kaybı değerini %13.8 oranında azalttığı; aynı zamanda kek kalınlığı değerini de %18.5 oranında arttırdığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Fonksiyonelleştirilmiş Çok Katmanlı Karbon Nanotüp, Kimyasal Buhar Biriktirme Yöntemi, Nanopartikül Madde, Su Bazlı Sondaj Çamuru

## A Novel Approach to Improve the Rheological and Filtration Properties of Na Bentonite - Water Based Drilling Muds Using Multi-Walled Carbon Nanotubes Decorated with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanoparticles: Experimental Investigation

### ABSTRACT

Drilling mud is a vitally important fluid that performs important tasks such as cleaning the bottom of the well, cooling and lubricating the drill string, controlling high pressure formations and protecting against corrosion. In this study Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NPs/MWCNTs was produced by chemical vapor deposition (CVD) method, characterized by X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) and Transmission Electron Microscopy (TEM), and then added to water based drilling fluids in different ratios (0.001 - 0.01% w/v). The rheological analyzes of the prepared drilling fluids such as plastic viscosity (PV), apparent viscosity (AV), breaking point (YP), gel strength (10 seconds and 10 minutes) were performed by FANN viscometer and loss of liquid (filtration) and drilling fluid cake thickness analyzes were performed by American Petroleum Institute (API) liquid loss test equipment. Compared with pure water based drilling fluid; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NPs/MWCNTs increased the PV value of water based drilling fluid by 85.7%, AV value by 41.8%, YP value by 20%, 10 seconds and 10 minutes by 16.6% and 11% respectively, and decreased filtration loss value by 13.8%; At the same time, the value of cake thickness increased by 18.5%.

**Keywords:** Functionalized Multi-Walled Carbon Nanotube, Chemical Vapor Deposition Method, Nanoparticle Substance, Water Based Drilling Mud

### GİRİŞ

Bir rezervuara ulaşmak için ilk basamak sondaj operasyonudur. Bu operasyonun doğru bir şekilde planlanması, geliştirilmesi ve verimliliğinin artırılmasında sondaj çamurları önemli rol oynar. Sondaj çamurları değişen ortam koşulları göz önünde bulundurulduğunda, su bazlı, hava bazlı ve yağ bazlı olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır. Su bazlı sondaj çamurları diğer çamur türleri ile kıyaslandığında daha

ekonomik olup, sondaj operasyonlarının yaklaşık % 80'inde kullanılmaktadır [1-4]. Su bazlı sondaj çamurları; su, bentonit ve çeşitli katkı kimyasallarının belirli oranlarda birbiri ile karıştırılmasıyla elde edilir [5]. Sondaj operasyonlarını sıkıntısız bir şekilde tamamlamak ve maliyetini düşürmek için, sondaj çamurlarının reolojik ve filtrasyon özelliklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar her geçen gün artarak devam etmektedir. Özellikle nano ve mikro boyutlu

malzemeler eklenerek sondaj çamurlarının özelliklerinin daha da iyileştirilmesi hedeflenmektedir [6-10]. Nano boyutlu malzemeler 1-100 nm boyutunda olup oldukça geniş yüzey alanına sahip olmasından dolayı kuyu stabilitesini artırarak delme işlemini kolaylaştırmak, açığa çıkan kırıntıların rahat bir şekilde yüzeye taşınması sağlamak, filtrasyon kaybını ve kek kalınlığını azaltmak gibi birçok sondaj sorununun çözülmesinde önemli katkıda bulunmaktadır [11-20].

Özkan, A., 2018 yaptığı çalışmada çok duvarlı karbon nanotüpü (ÇDKNT) kimyasal buhar biriktirme yöntemiyle sentezleyerek, su bazlı sondaj çamuruna 0.001, 0.005, 0.01, 0.05 ve 0.1 % k/h oranlarında eklemiş ve bu çamurları API standartlarına göre test etmiştir. Analiz sonuçlarına göre araştırmacı; ÇDKNT'ün su bazlı sondaj çamuruna olumlu etki ettiğini ve en iyi katkılama oranının % 0.1 k/h olduğunu belirtmiştir [21]. Bég ve ark., 2018'de; su bazlı sondaj çamuruna farklı konsantrasyonlarda TiO<sub>2</sub> ve SiO<sub>2</sub> nanopartikül maddeleri ekleyerek sondaj çamurunun görünür viskozite, plastik viskozite ve jel mukavemeti değerleri üzerindeki olası etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin SiO<sub>2</sub> nanopartiküllerine oranla daha olumlu etki ettiği ve en iyi katkılama oranının da 0.60 % (k/h) olduğunu bulmuşlardır [22].

Özkan, A., 2020'de yaptığı çalışmada; altın nanopartikülü içeren çok duvarlı karbon nanotüpü su bazlı sondaj çamuruna farklı oranlarda ekleyerek olası etkilerini tespit etmeye çalışmıştır. Çalışma sonucunda altın nanopartikülü ile fonksiyonelleştirilmiş çok duvarlı karbon nanotüpünün su bazlı sondaj çamuruna olumlu yönde etki ettiğini tespit etmiştir. Söz konusu çalışma ile su bazlı sondaj çamurunun plastik viskozite değerinin % 85.7, görünür viskozite değerinin % 113, kopma noktası değerinin % 187.5, jel mukavemeti değerlerinin (10 s ve 10 dk) % 275, % 166.6 oranında arttığını, aynı zamanda su kaybı değerinin de % 6 oranında azaldığını bulmuştur [23].

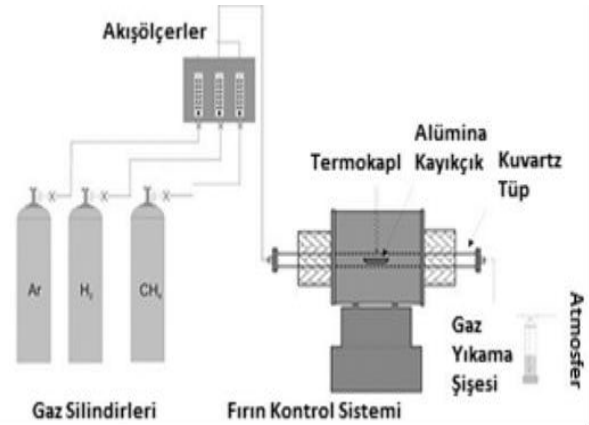
Bu çalışmada; kimyasal buhar biriktirme yöntemi ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanopartikülü içeren çok duvarlı karbon nanotüp sentezlenmiş ve su bazlı sondaj çamurlarına 0.001, 0.05 ve 0.01 konsantrasyonlarında (% k/h) eklenmiştir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT katkılı sondaj çamurlarının; plastik viskozitesi, görünür viskozitesi, jel mukavemeti gibi reolojik özellikleri FANN 35 Viskometre cihazı ve su kaybı ile sondaj çamuru kek kalınlığı ise Amerikan Petrol Enstitüsü (API) sıvı kaybı test ekipmanları kullanılarak, API standartlarına göre detaylı bir şekilde analiz edilmiştir [24, 25].

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Çok Duvarlı Karbon Nanotüp (ÇDKNT) Sentezi

Çok duvarlı karbon nanotüp yaygın olarak kullanılan kimyasal buhar biriktirme (CVD) yöntemi ile sentezlenmiştir. Bu yöntem; yüksek sıcaklıktaki (2000°C) metal katalizörün yerleştirildiği borsal reaktörden geçen hidrokarbon buharının ısı bozunması temeline dayanır. Genel olarak CVD reaktörü Şekil 1'de görüldüğü gibidir. CVD reaktörü, esas olarak

silisyum karbon (SiC) ısıtıcı elementli sıcak cidarlı fırın, kuvars tüp (20 mm çapında) ve gaz akış ölçerlerden oluşmaktadır [26].



Şekil 1. Kimyasal Buhar Biriktirme Reaktörü

CVD yönteminin ilk basamağında metal nano partiküller substrat (silisyum) üzerinde tutturulur. İkinci basamakta substrat H<sub>2</sub> veya NH<sub>3</sub> ortamında yaklaşık 30 dak ısıtılarak nano partiküllerin indirgenmesi sağlanır. Ardından buhar halinde grafit fırına beslenir ve 2000 °C sıcaklık ve 100 torr basınç altında katalitik bozunma sonucu metal nano partiküller üzerinde karbon birikimi sağlanır [27].

### Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanopartiküllerinin Üretimi

0.5 M Sodyum Hidroksit (NaOH) içinde 1.0 M alüminyum oksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (1:1) (h/h) süspansiyonu hazırlanmış ve ardından 75 °C'de 30 dakika boyunca kalsine edilmiştir. Daha sonra bu süspansiyon 50 °C'de 3 saat karıştırılmıştır. Elde edilen kalıntının filtrasyon işleminden sonra distile su ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiş ve yaklaşık 24 saat kurutma işlemine tabi tutularak Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanopartikülleri üretilmiştir [28].

### Nanopartikül/Çok Duvarlı Karbon Nanotüp Kompozit Sentezi (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT)

Şekil 1'de gösterilen deney düzeneğinde gerçekleştirilen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT'in sentezi için çok duvarlı karbon nanotüp+nanopartikül madde (1:1 h/h) içeren dispersiyon karbon kaynağı olarak kullanılmıştır. Reaksiyon öncesi ve sonrasında da inert atmosfer sağlamak için yüksek saflıkta argon (%99,999) gazı kullanılmıştır [25]. Ardından ilk olarak çok duvarlı karbon nanotüp+nanopartikül madde (1:1 h/h) içeren dispersiyon substrat (silisyum) üzerine tutturulmuştur. Daha sonra substrat H<sub>2</sub> ve NH<sub>3</sub> ortamında yaklaşık 30 dakika ısıtılmış ve nanopartiküllerin çok duvarlı karbon nanotüp üzerine tutturulması sağlanmıştır. Son olarak buhar halindeki dispersiyon fırına beslenerek, 2000 °C sıcaklık, 100 torr basınç altında ısı bozunmaya tabi tutulmuş ve karbon nanotüp+nanopartikül birikimi sağlanmıştır [27].

### Sondaj Çamurlarının Hazırlanması (WBDM) ve Analiz Edilmesi

500 g su, 32.25 g bentonit ve 14.25 g barit 15 dakika boyunca yüksek hızlı mikser ile karıştırılarak su bazlı

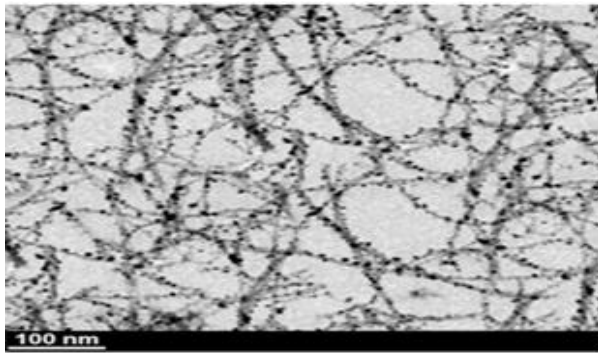
sondaj çamurları hazırlanmıştır. Daha sonra  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$  0.001, 0.005 ve 0.01 oranlarında (% k/h) ayrı ayrı sondaj çamurlarına eklenmiş ve karıştırılarak iyice homojenize edilmiştir. Homojenize edilen sondaj çamurları 16 saat boyunca oda sıcaklığında ve atmosferik basınçta bekletilerek yaşlandırma işlemine tabi tutulmuşlardır. Hazırlanan sondaj çamurlarının PV, AV, YP ve GS gibi reolojik özellikleri FANN 35 Viskometre cihazı ile, su kaybı ve sondaj çamuru kek kalınlığı Amerikan Petrol Enstitüsü (API) sıvı kaybı test ekipmanları kullanılarak, API standartlarına uygun olarak analiz edilmiştir [24, 25].

## TARTIŞMA

**Na-Bentonit ve  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$  Karakterizasyonu**  
Sondaj çamuru hazırlanırken kullanılan bentonit; ARL OPTIMX model X-Ray Floresans cihazı, CVD yöntemiyle sentezlenen  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$ ; LeO EVO40 marka Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve X-Işını Fotoelektron Spektrometresi (XPS) cihazları kullanılarak karakterize edilmiştir (Tablo 1, Şekil 2 ve Şekil 3). Analiz sonuçlarına (Tablo 1) göre kullanılan bentonit türünün Na-bentonit olduğu anlaşılmıştır.

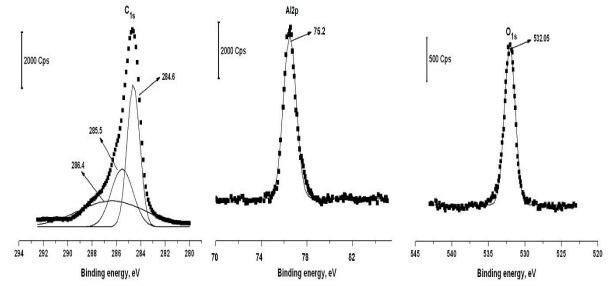
**Tablo 1.** Na-Bentonitin Oksit Kompozisyonu

Oksit Türü	Oksit İçeriği (%)
$Na_2O$	2.52
$MgO$	2.40
$Al_2O_3$	20.8
$SiO_2$	65.95
$P_2O_5$	-
$K_2O$	0.71
$CaO$	1.48
$TiO_2$	0.32
$MnO$	-
$Fe_2O_3$	5.82



**Şekil 2.**  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$ 'in SEM Görüntüsü

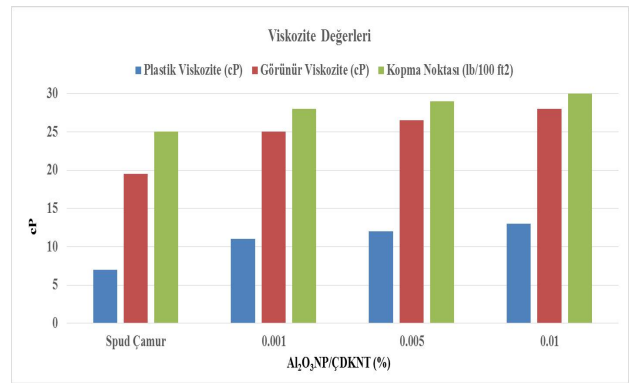
Çalışmamızda sentezlenen  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$ 'e ait XPS görüntüsü incelendiğinde;  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$  içerisinde alüminyum, karbon ve oksijenin bağlanma enerjilerinin sırasıyla 76.5 eV, 284.6 eV ve 532.05 eV olduğu görülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde alüminyum bağlanma enerjisi değerinin 74-78 eV arası [29], C'nun bağlanma enerjisi değerinin 284 eV ve O'nin bağlanma enerjisi değerinin de 532 eV civarı olduğu ifade edilmektedir [30, 31]. Bu bilgiler ışığında sentezlenen  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$ 'ün literatürle uyumlu olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 3.** Sentezlenen  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$ 'e ait XPS Görüntüsü

## $Al_2O_3NP/ÇDKNT$ Katkılı Su Bazlı Sondaj Çamurlarının Reolojik Özellikleri

Sondaj sırasında ortam koşulları ile sondaj çamuruna eklenen katkı maddelerinden etkilenen viskozite, akmaya karşı gösterilen direnç olarak ifade edilmektedir. Fann viskozimetresinin 300 rpm ve 600 rpm kadran okumaları ile görünür viskozite (AV), plastik viskozite (PV) ve akma sınırı (kopma noktası) (YP) hesaplanmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda sondaj çamurunun viskozite değerleri Şekil 4'te gösterilmiştir.

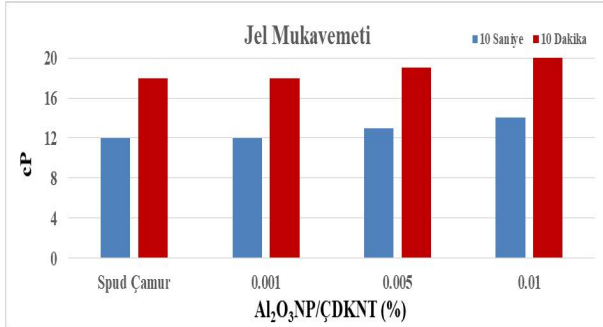


**Şekil 4.**  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$  Katkılı Su Bazlı Sondaj Çamurunun Viskozite Değerleri

Şekil 4 incelendiğinde sondaj çamurlarında  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$  miktarının artmasıyla orantılı olarak PV, AV ve YP değerlerinin de arttığı görülmektedir. Ayrıca katkısız sondaj çamuruna (spud) kıyasla  $Al_2O_3NP/ÇDKNT$  içeren sondaj çamurlarında PV, AV ve YP değerlerinde sırasıyla % 85.7, % 41.8 ve % 20 oranında bir iyileşmenin olduğu tespit edilmiştir. Yüksek viskozite değerine sahip sondaj çamurları sondaj pompasında aşırı basınca, benzer şekilde düşük viskoziteli sondaj çamurlarının da derin rezervuarların sondajı için uygun olmayan düşük bir hidrostatik basınca neden olmasından dolayı pek tercih edilmez [32]. Bu nedenle, sondaj çamuru, çamur viskozitesi ile doğrudan ilişkisi olan hidrostatik basıncı geliştirmek için uygun bir viskoziteye sahip olmalıdır [33]. Oda sıcaklığındaki bir sondaj çamurunun PV değerinin 18-29 cP aralığında olması gerektiği [34] göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların bu tarz sıkıntıların giderilmesine yönelik yarar sağlayacağı tespit edilmiştir.

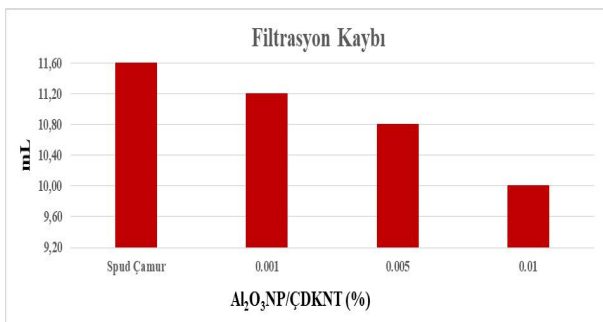
Jel mukavemeti (GS) hareketsiz haldeki sondaj çamurunun içindeki kırıntıları askıda tutma yeteneğidir.

Jel mukavemeti, statik şartlar altında, akışkan içindeki elektrokimyasal kuvvetlerin şiddetini de temsil eder [35]. Jel mukavemeti değerinin çok yüksek olması durumunda, pompalar üzerinde aşırı baskı oluşturup kuyu içerisinde duran çamur sirkülasyonunun tekrar başlamasını engeller [32]. Şekil 5'te çalışma sonucunda elde edilen jel mukavemetine ait sonuçlar gösterilmiştir.



Şekil 5. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT Katkılı Su Bazlı Sondaj Çamurunun Jel Mukavemeti Değerleri

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT miktarının artmasıyla orantılı olarak jel mukavemeti (10 s ve 10 dk) değerlerinin de arttığı görülmektedir. Her ne kadar bu artış istenirse de, çalışma sonucunda elde edilen değerler referans değerlerden (10 için 15, 10 dk için 31) düşük olduğu için, sondaj çamuruna olumsuz yönde herhangi bir etki söz konusu olmayacaktır. Sondaj çamurlarında yüksek miktarda filtrasyon (sıvı) kaybı, formasyonda hasar, kuyu içi kararsızlık ve sondaj borularının yapışması gibi olumsuz etkilere sebebiyet oluşturabileceğinden dolayı arzu edilmez [32]. Olası bu sıkıntıların yaşanmaması için, çamur filtrat katkı maddeleri ilave edilmektedir. Çalışmamız sonucunda elde edilen sonuçlar (Şekil 6) incelendiğinde filtrasyon kaybının Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT miktarının artmasıyla azaldığı görülmektedir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT ilavesinin sondaj çamuru filtrasyon kaybını % 13.8 azalttığı ve kuyu içi dengenin sağlanması adına olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir.

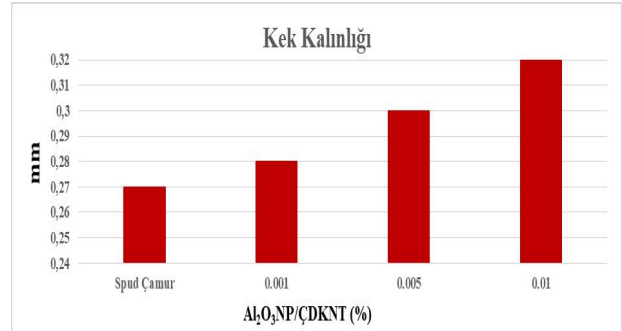


Şekil 6. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT Katkılı Su Bazlı Sondaj Çamurunun Filtrasyon Kaybı Değerleri

Sondaj akışkanı basıncına bağlı olarak kuyudan formasyona ya da formasyondan kuyuya sürekli bir akış söz konusudur. Bu açıdan değerlendirildiğinde sondaj çamurunun en önemli görevlerinden birisinin de sondaj kuyusunun bütünlüğünü korumak olduğu

anlaşılmaktadır. Kalın filtrat keki, stabil ve düşük maliyetli bir kuyu içi işlem için tercih edilmez.

Yaptığımız bu çalışmada sondaj çamurundaki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT konsantrasyonunun artışıyla birlikte kek kalınlığının da arttığı görülmektedir (Şekil 7). İstenmeyen bu artış maksimum kek kalınlığı değeri olan 4 mm'den düşük olduğu için tolere edilebilecek seviyededir.



Şekil 7. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT Katkılı Su Bazlı Sondaj Çamurunun Kek Kalınlığı Değerleri

## SONUÇ

Bu çalışmada; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT'in su bazlı sondaj çamuruna 0.001, 0.005 ve 0.01 % (k/h) oranlarında eklenmesi sonucu reolojik ile filtrasyon özelliklerindeki olası değişimler araştırılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak; CVD yöntemiyle Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT sentezlenmiş, SEM ve XPS ile karakterize edilmiştir. Ardından Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT'in su bazlı sondaj çamurlarına eklenmesi ile hazırlanan sondaj çamurlarının PV, AV, YP, GS (10 s ve 10 dk), filtrasyon kaybı ve kek kalınlığı analizleri API standartlarına uygun şekilde analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin ışığında Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT eklenmiş sondaj çamurunun, spud (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP/ÇDKNT eklenmemiş) çamura kıyasla;

- PV değerinin % 85.7;
- AV değerinin % 41.8;
- YP değerinin % 20;
- 10 s değerinin % 16.6;
- 10 dk değerinin % 11;
- Kek kalınlığı değerini % 18.5 oranında arttırdığı,
- Filtrasyon kaybı değerinin de % 13.8 oranında azaldığı görülmüştür.

Çok duvarlı karbon nanotüp, nanopartikül ile fonksiyonelleştirilmiş çok duvarlı karbon nanotüp, grafen oksit gibi nanomalzemelerin çok düşük miktarlarının bile, sondaj çamurlarının performanslarında önemli ölçüde olumlu katkı sağladıkları tespit edilmiştir [21], [23], [36], [37]. Bu açıdan değerlendirildiğinde sondaj operasyonuna ek bir maliyet oluşturmaması ve uygulama noktasında sıkıntı yaratmayacağından dolayı nanomalzemelerin sondaj çamuru katkı maddesi olarak kullanılmasına yönelik çalışmaların devam etmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

**KAYNAKÇA**

- [1] Berthezene N., De Hemptinne J.C., Audibert A., Argillier J.F. Methane solubility in synthetic oil-based drilling muds. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 23:2 71-81, 1999.
- [2] Sadeghalvaad M., Sabbaghi S. The effect of the TiO<sub>2</sub>/polyacrylamide nanocomposite on water-based drilling fluid properties. *Powder Technology*, 272 113-119, 2015.
- [3] Adewumi M.A., Tian S. Multiphase hydrodynamic analysis of pneumatic transportation of drill cuttings in air drilling. *Powder technology*, 75:2 133-144, 1993.
- [4] Özkan A., Turan S.E., Kaplan B.M. Investigation of Fly Ash Effect on Rheological and Filtration Properties of Drilling Muds. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27:12A 9189-9194, 2018a.
- [5] William J.K.M., Ponmani S., Samuel R., Nagarajan R., Sangwai J.S. Effect of CuO and ZnO nanofluids in xanthan gum on thermal, electrical and high pressure rheology of water-based drilling fluids. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 117 15-27, 2014.
- [6] Özkan A., Özkan V. Effect of Clinoptilolite-Rich Zeolite on the Properties of Water Based Drilling Fluid. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28:3 2232-2237, 2019.
- [7] Singh S.K., Ahmed R.M., Growcock F. Vital role of nanopolymers in drilling and stimulations fluid applications. In SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers. Floransa, İtalya. 19-22 Eylül, 2010.
- [8] Özkan A., Kaplan B.M. Investigation of the Effects on Rheological and Filtration Properties of Water-Based Drilling Mud of Boron Minerals: An Experimental Study. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 25:7 884-888, 2019.
- [9] Bicerano J. Drilling fluid, drill-in fluid, completion fluid, and workover fluid additive compositions containing thermost nanocomposite particles; and applications for fluid loss control and wellbore strengthening. U.S. Patent Application No. 12/178, 785, 2009.
- [10] Özkan A., Kaplan B.M., Özkan V., Turan S.E. Effect of Micro-Sized Colemanite on the Rheological Properties of the Water Based Drilling Fluid. *Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture*, 33:4 83-88, 2018b.
- [11] Dahman Y. *Nanotechnology and Functional Materials for Engineers*. Elsevier, 2017.
- [12] Afolabi R.O., Orodu O.D., Seteyebot I. Predictive modelling of the impact of silica nanoparticles on fluid loss of water based drilling mud. *Applied Clay Science*, 151 37-45, 2018.
- [13] Smith S.R., Rafati R., Haddad A.S., Cooper A., Hamidi H. Application of aluminium oxide nanoparticles to enhance rheological and filtration properties of water based muds at HPHT conditions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 537 361-371, 2018.
- [14] Abdo J., Haneef M.D. Nano-enhanced drilling fluids: pioneering approach to overcome uncompromising drilling problems. *Journal of Energy Resources Technology*, 134:1 014501, 2012.
- [15] Kang Y., She J., Zhang H., You L., Song M. Strengthening shale wellbore with silica nanoparticles drilling fluid. *Petroleum*, 2:2 189-195, 2016.
- [16] Mao H., Qiu Z., Shen Z., Huang W. Hydrophobic associated polymer based silica nanoparticles composite with core-shell structure as a filtrate reducer for drilling fluid at ultra-high temperature. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 129 1-14, 2015a.
- [17] Mao H., Qiu Z., Shen Z., Huang W., Zhong H., Dai W. Novel hydrophobic associated polymer based nano-silica composite with core-shell structure for intelligent drilling fluid under ultra-high temperature and ultra-high pressure. *Progress in Natural Science: Materials International*, 25:1 90-93, 2015b.
- [18] Bybee K. Water-Based Drilling-Fluid Systems for Deepwater Norway. *Journal of Petroleum Technology*, 53:11 36-36, 2001.
- [19] Elward-Berry J., Thomas E.W. Rheologically Stable Deepwater Drilling Fluid Development and Application. In SPE/IADC Drilling Conference. Society of Petroleum Engineers. Dallas, Texas, 15-18 Şubat, 1994.
- [20] Javeri S.M., Haindade Z.M.W., Jere C.B. Mitigating loss circulation and differential sticking problems using silicon nanoparticles. SPE/IADC Middle East Drilling Technology Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers. Muscat, Oman, 24-26 Ekim, 2011.
- [21] Özkan A. Effect of Multi-Walled Carbon Nanotubes on the Water-Based Drilling Muds. *Mus Alparslan University Journal of Science*, 6:2 591-594, 2018.
- [22] Bég O.A., Espinoza D.S., Kadir A., Shamshuddin M.D., Sohail A. Experimental study of improved rheology and lubricity of drilling fluids enhanced with nano-particles. *Applied Nanoscience*, 8:5 1069-1090, 2018.
- [23] Özkan A. Effect of gold nanoparticle functionalized multi-walled carbon nanotubes on the properties of N-bentonite water based drilling fluid. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29:1 143-151, 2020.
- [24] API RP 13B-1. Recommended Practice for Field Testing Water-based Drilling Fluids. API. 4th Edition, 2009.
- [25] Specifications, API, 13A. Specification for Drilling Fluid Materials, API. 2010.
- [26] Shah K.A., Najar F.A., Sharda T., Sreenivas K. Synthesis of multi-walled carbon nanotubes by thermal CVD technique on Pt-W-MgO catalyst. *Journal of Taibah University for Science*, 12:2 230-234, 2018.
- [27] In J.B., Cho K.R., Tran T.X., Kim S.M., Wang Y., Grigoropoulos C.P., Fornasiero F. Effect of Enhanced Thermal Stability of Alumina Support Layer on Growth of Vertically Aligned Single-Walled Carbon Nanotubes and Their Application in Nanofiltration Membranes. *Nanoscale research letters*, 13:1 173, 2018.
- [28] Ansari M.A., Khan H.M., Alzohairy M.A., Jalal M., Ali S.G., Pal R., Musarrat J. Green synthesis of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles and their bactericidal potential against clinical isolates of multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 31 153-164, 2015.
- [29] Lv X., Hu Z., Ren J., Liu Y., Wang Z., Yuan Z.Y. Self-supported Al-doped cobalt phosphide nanosheets grown on three-dimensional Ni foam for highly efficient water reduction and oxidation. *Inorganic Chemistry Frontiers*, 6:1 74-81, 2019.
- [30] Moulder J.F., Stickle W.F., Sobol P.E., Bomben K.D. *Handbook of X-ray Photoelectron Spectroscopy*, Chastain, J. Perkin-Elmer Corp., Eden Prairie, MN. 1992.
- [31] Cueto L.F., Hirata G.A., Sánchez E.M. Thin-film TiO<sub>2</sub> electrode surface characterization upon CO<sub>2</sub> reduction processes. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 37:2 105-109, 2006.
- [32] Bayat A.E., Shams R. Appraising the impacts of SiO<sub>2</sub>, ZnO and TiO<sub>2</sub> nanoparticles on rheological properties and shale inhibition of water-based drilling muds. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 581 123792, 2019.
- [33] Piroozian A., Ismail I., Yaacob Z., Babakhani P., Ismail A.S.I. Impact of drilling fluid viscosity, velocity and hole inclination on cuttings transport in horizontal and highly deviated wells. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 2:3 149-156, 2012.
- [34] Aftab A., Ismail A.R., Khokhar S., Ibupoto Z.H. Novel zinc oxide nanoparticles deposited acrylamide composite used for enhancing the performance of water-based drilling fluids at elevated temperature conditions. *Journal*



- of Petroleum Science and Engineering, 146 1142-1157, 2016.
- [35] Bayat A.E., Moghanloo P.J., Piroozian A., Rafati R. Experimental investigation of rheological and filtration properties of water-based drilling fluids in presence of various nanoparticles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 555 256-263, 2018.
- [36] Mohideen A.A.M., Saheed M.S.M., Mohamed N.M. Multiwalled carbon nanotubes and graphene oxide as nano-additives in water-based drilling fluid for enhanced fluid-loss-control gel strength. In *AIP Conference Proceedings*, 2151:1 p. 020001. AIP Publishing, 2019.
- [37] Ismail A.R., Aftab A., Ibupoto Z.H., Zolkifile N. The novel approach for the enhancement of rheological properties of water-based drilling fluids by using multi-walled carbon nanotube, nanosilica and glass beads. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 139 264-275, 2016.

## Plastik Film Malzemeler Üzerine Flekso Baskıda Renk Farklılığına Neden Olan Etkenlerin Belirlenmesi

Gülhan ACAR BÜYÜKPEHLİVAN<sup>1</sup>, Mehmet OKTAV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Görsel İşitsel Teknikler ve Medya Yapımcılığı Bölümü, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Basım Teknolojileri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

✉: gulacar@marmara.edu.tr,  0000-0003-1584-5834,  0000-0002-9872-4802

Geliş (Received): 08.07.2020

Düzeltilme (Revision):04.11.2020

Kabul (Accepted): 25.11.2020

### ÖZ

Yaşam standartlarının yükselmesi, tüketim alışkanlıklarında meydana gelen değişimler ve tüketim ürünlerine olan talebin artması gibi nedenlerle ambalaj sektörü, giderek gelişen ve hızla büyüyen bir sektör haline gelmiştir. Ambalajda, ürünün tüm özelliklerini tüketiciye bildiren, adeta ürünün dili niteliğini taşıyan bilgiler ve baskı kalitesi, neredeyse ürün kalitesi ile eşdeğer öneme sahiptir. Günümüz baskı teknolojileri içerisinde esnek ambalaj üretiminde en çok flekso ve tiftdruk baskı sistemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, ambalajda en çok kullanılan plastik filmler üzerine, flekso baskı ile test baskıları yapılarak, öncelikle baskılarda renk farklılığına neden olan etmenler ve maksimum renk evrenini basabilmek için gerekli olan optimum şartlar uygulamalı olarak belirlenmiştir. Renk farklılığına neden olan ana faktörler olarak, kalıpların yapısı, hazırlanışı, yüksek tram sıklığı basılabilme kapasitesi, baskı işlemi sırasında yapılan ayarlar, baskı operatörünün bilgisi, becerisi ve baskı ortamının fiziksel şartlarının rol oynadığı belirlenmiştir. Ayrıca yapılan test baskılarında flekso baskıya ait renk evreni büyüklüğünün tiftdruk baskıya yakın olduğu uygulamalı olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ambalaj Baskısı, Esnek Ambalajda Kalite, Flekso Baskı, Plastik Film Ambalaj Malzemesi

### Determination of Factors Causing Color Difference in Flexo Printing on Plastic Film Materials

#### ABSTRACT

The packaging sector has become a rapidly growing sector due to reasons such as higher living standards, changes in consumption habits and increased demand for consumer products. Information and print quality, which informs the consumer of all the features of the product, the language of the product, is almost equivalent to the quality of the product. Flexo and gravure printing systems are mostly used in flexible packaging production among today's printing technologies. In this study, by making flexo test prints on the most used plastic films in the packaging, the factors that cause color difference in the prints and the optimum conditions required to print the maximum color universe are studied. As the main factors causing color difference, the structure of the plates, their preparation, the ability to print high screen frequencies, the settings made during the printing process, the knowledge and skill of the printing operator and the physical conditions of the printing environment were determined to play a role in the color difference issue. In addition, it is determined that the size of the color universe of flexo printing is close to gravure printing.

**Keywords:** Flexo Printing, Quality in Flexible Packaging, Packaging Printing, Plastic Film Packaging Material

#### GİRİŞ

Genel ambalaj üretiminde yaklaşık olarak % 40 oranında plastik malzemeler kullanılmaktadır. Büyük molekül yapıları sentetik materyaller olan plastikler; hafiflikleri, saydam oluşları, gaz ve nem geçirgenliklerinin düşük olması, haşerelere karşı dayanıklı olmaları, kimyasal ve atmosferik etkilerden zarar görmemeleri gibi özellikleri nedeniyle ambalajlamada geniş yer tutar. Ambalajlamada kullanılan plastikler, film ve kaplar şeklinde gruplandırılabilir. Filmler daha çok poşet, torba, çanta, vs. olarak kullanılırken; kaplar, tepsi, kavanoz, şişe, kova, tüp, bidon şeklinde biçimlendirilerek

kullanılmaktadır [1]. Plastik filmler; hafif, transparan, biyolojik ajanlardan etkilenmeyen, kimyasal maddelere karşı ve atmosferik şartlara dayanıklı, üzerine baskı yapılabilen, korozyona dirençli, kırılmayan ve 60-200 °C arasında sıcaklık değişimlerinden etkilenmeyen ambalaj materyalleridir [2]. Plastik film ambalajları gıda ürünlerinin yanında ilaç, tıbbi araç gereç gibi medikal ürünlerin ambalajlanmasında ve endüstriyel malların taşınmasında sıkça kullanılmaktadır. Ambalaj uygulamalarında en çok kullanılan plastik filmler; polietilen (PE, LDPE, HDPE, MDPE), polipropilen (CPP, OPP, MOPP, BOPP, metalize filmler), poliamid (PA), polivinil klorür (PVC), polivinilden klorür (PVDC), polietilen tereftalat (PET)'dir [3]. Yüzey



özellikleri birbirinden farklılık gösteren bu malzemeler tek başlarına kullanılabilirler gibi ürünün özelliklerine bağlı olarak karışım halinde de kullanılabilirler. Bu malzemeler üzerine baskı gerçekleştirilirken özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Kullanılan birçok baskı sistemi içerisinde plastik film malzemeler üzerine, istenilen iyi baskı sonucunun alındığı sistemler olarak flekso ve tıfdrük baskı sistemleri söylenebilir [4].

Bu çalışmada flekso baskı sistemi ele alınmış olup, yapılan test baskıları ile kalite parametreleri belirlenmiştir. Günümüzde hızlı bir gelişim gösteren flekso baskı sistemiyle başlangıçta, yazı gibi tek renkli, büyük ebatlı işler basılırken, daha sonra üretim sürecinin geliştirilmesiyle sefon ve plastik filmler üzerine de baskı yapılmaya başlanmıştır. Böylece bu baskı sistemi geleneksel olmaktan çıkarak yüksek teknolojiyi kullanan modern bir baskı sistemi haline gelmiştir. Flekso baskı; plastik film malzemeler üzerine ambalaj baskılarında büyük pay sahibi olan tıfdrük baskı kadar kullanılmaktadır.

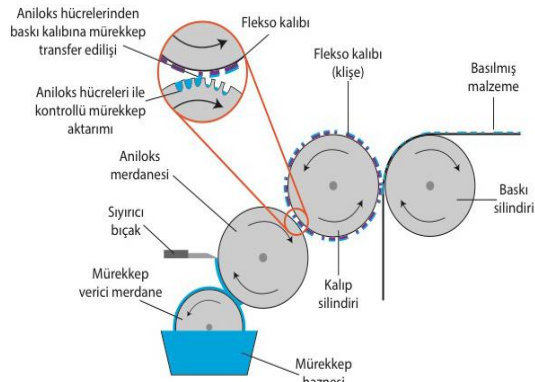
### Flekso Baskı Sistemi

Flekso baskı, direkt ve yüksek baskı sistemi olup, plastik malzemelerin baskısında da kullanılan, baskı endüstrisinin en dinamik gelişen alanlarından biridir [5,6]. Bu sistem ile kağıt, karton gibi emici, plastik film gibi emici olmayan baskı altı malzemelerine baskı yapılabilmesi, çok yaygın olarak kullanılmasına neden olmaktadır. Flekso baskı sistemi, mürekkep haznesi, aniloks merdanesi, aniloksa mürekkep verici merdane, sıyırma bıçağı (doctor blade), kalıp (klişe), kalıp silindiri ve baskı silindirinden oluşur. Baskı sürecinde, uygun miktardaki mürekkep, aniloks tarafından alınarak, belli bir basınç ile kalıp (klişe) üzerindeki yüksek alanlara aktarılır. Kalıp silindiri ile baskı silindiri arasından geçen baskı altı malzemesi de mürekkebi belli bir basınç ile yüzeyine alır. Baskı basıncı, kullanılan baskı altı malzemesine göre ayarlanır. Yetersiz basınç, aniloks-baskı kalıbı, baskı kalıbı-baskı altı malzemesi arasındaki temas eksikliğine neden olur ve mürekkep aktarımı iyi gerçekleşmez. Plastik veya metal türü film baskılarında basınç daha az uygulanmaktadır.

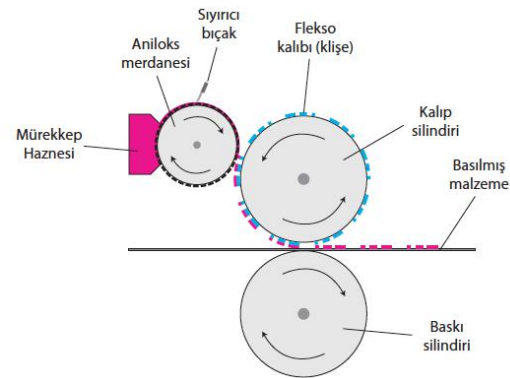
Flekso baskı sistemi, açık ve kapalı mürekkepleme sistemli olmak üzere iki türdür [6]. Açık sistem, daha ziyade eski baskı makinelerinde yer alan, mürekkep haznesinden bir mürekkep verici merdane yardımıyla mürekkebin alınarak aniloksa aktarıldığı sistemdir (Şekil 1). Günümüz modern baskı makinelerinde genellikle kapalı mürekkep sistemi yer alır. Bu sistemde kapalı ortamda, mürekkep haznesi içerisinde dönen aniloks ve aniloks üzerindeki fazla mürekkebi sıyırma bıçak yer alır (Şekil 2) [7]. Aniloks üzerine mürekkep aktarımı kapalı alan içerisinde olduğu için, her türlü mürekkebin aktarımı optimum bir şekilde sağlanabilmektedir. Solvent bazlı mürekkeplerle plastik film malzemeleri üzerinde kaliteli baskı elde etmek için kapalı sistem kullanılmalıdır. UV ve su bazlı mürekkeplerin baskılarında ise açık veya kapalı sistemin tercih edilmesi baskı kalitesini çok fazla etkilememektedir. Baskı hızı fazla olan işlerde kapalı

sistem tercih edilirken, dar enli baskı makinelerinde ise açık ve kapalı sistemler kullanılmaktadır.

Flekso baskıda farklı baskı altı malzemelerine uygun olarak; viskozitesi düşük, solvent bazlı, su bazlı ve UV mürekkepler kullanılır. UV mürekkepler, esnek ambalaj baskılarında yüksek kalite ve parlaklık vermesi, bir çok faktöre karşı direnç ve dayanıklılık göstermesi, hızlı kuruması gibi avantajlarından dolayı en çok kullanılan mürekkeplerdir [7, 8]. Emici olmayan film malzemeler üzerine UV ve solvent bazlı mürekkepler yanında, su bazlı mürekkepler de ekolojik yönleri nedeniyle PE, PP ve PET malzemeler üzerine günümüzde daha çok kullanılmaktadır.



Şekil 1. Açık flekso baskı mürekkepleme sistemi

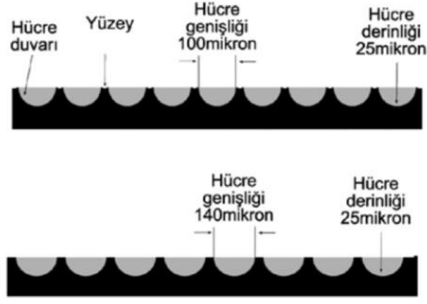


Şekil 2. Kapalı flekso baskı mürekkepleme sistemi

### Aniloks

Aniloks, baskıda kalıbın baskıyı gerçekleştirebilmesi için hücreli bir yapıya sahip yüzeyine mürekkep olarak kalıba nakleden merdanedir [9]. Aniloks flekso baskıda, baskı kalitesini etkileyen en önemli unsurdur. Merdane yüzeylerinin mürekkep tutma kapasitesi 1 cm veya 1 inch boyut üzerinde mürekkep olarak kalıba aktaran hücre sayısı ile tanımlanır. Flekso baskı endüstrisinde 50-800 lpc sıklığına sahip aniloks merdaneleri kullanılmaktadır. Aniloksun kalitesini belirleyen parametreler; Şekil 3'de verildiği gibi, hücre sayısı, mürekkep alma kapasitesi, hücre şekli, derinliği, duvar genişliği, hücre eğim açısı ve yüzey yapı özellikleridir. Aniloks merdanelerinin en önemli özelliği kalıp üzerine aktarılan mürekkep miktarını belirlemesidir. Baskılarda, aniloks bünyesindeki mürekkebin sadece %40-60'ı kalıp üzerine aktarılır. Aniloks merdane yüzeyi

genellikle hacmi  $\text{cm}^3/\text{m}^2$  olarak hesaplanan çok fazla sayıda hücrelerden oluşmaktadır [10, 11].



Şekil 3. Aniloks merdanesi kesiti

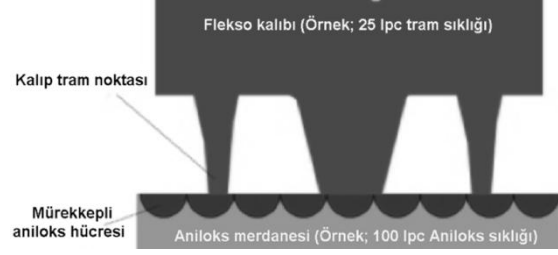
Kullanılan aniloks merdanelerinin mürekkep tutma kapasiteleri basılı ürünün özelliğine göre 0.95 - 13.5  $\text{cm}^3/\text{m}^2$  arasında değişmektedir. Aniloks merdanelerinin bir diğer çok önemli parametresi, mürekkep hücrelerinin merdane aksına karşı yaptığı açıdır.  $60^\circ$ 'lik açı, optimum kabul edilen ve yaygın olarak kullanılan açı iken,  $30^\circ$  ve  $45^\circ$ 'lik açılı merdaneler ise daha az kullanılan hücre açılarıdır [12]. Mürekkep aktarımında en etkili olan ve en çok kullanılan hücre yapı şekli ise altıgendir. Aniloks merdanesi üzerindeki hücre çapları direkt baskı kalitesini etkiler ve baskıda beklenen kaliteye göre seçilmesi tavsiye edilir.

Düşük hücre sayısına sahip aniloks merdanelerle baskı yapılırken, hücre yapısının geniş olmasından kaynaklı mürekkep transferi de çok yüksek olacak ve istenilen ton değerleri basılamayacak, nokta kazancı çok fazla gerçekleşecektir. Tram sıklığı fazla olan kalıplarla (klişe) baskı yapılırken, tram sıklığına uygun, daha az mürekkep aktaran, sıklığı yüksek aniloks merdaneleri kullanılmalıdır [13]. Baskıda, aniloks hücre çapları, baskı kalıbı üzerindeki tram ton değeri çaplarından küçük olmalıdır [14]. Kalıp üzerindeki iş alanına sahip yüksek kısımların mürekkebi alabilmeleri için, aniloks merdanesinin hücre sayısı, kalıp (klişe) tram değerinin 2,5 - 5,5 katı şeklinde olmalıdır. Örneğin; Şekil 4'te de verilen örnekteki gibi, 25 lpc'lik bir kalıp tramına en az, 75 veya 100 lpc'lik (x2,5) bir aniloks merdanesi veya 70 lpc'lik kalıp tram sıklığına 400 lpc'lük (x5,5) tramlı aniloks merdanesi uygun olacaktır. Aksi takdirde, kalıp (klişe) baskı esnasında tüm alanlardan mürekkep alamayacaktır [15]. Baskıda mürekkep transferinde, miktar ve homojenliği etkileyen kalite faktörlerinden biri de aniloks yüzey yapısıdır. Aniloks, krom ile kaplanmış çelik veya lazer ile indirgenmiş seramikten oluşur. Seramik yüzey çok serttir, bu özellik baskı kalitesi için oldukça önemlidir. Sert seramik yüzey, merdanelerin mürekkep sıyrıcı bıçak (doctor blade) tarafından uzun süre aşınmadan kullanılmasını, transfer ettikleri mürekkep miktarının hep aynı seviyede kalarak baskının tekrarlanabilirlik noktasında standartlığını sağlar [11]. Aniloks merdanesinin aşınması, transfer ettiği mürekkep miktarını olumsuz yönde etkiler [16].

### Baskı Kalıbı (Klişe)

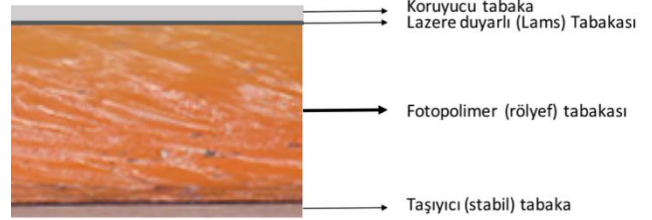
Flekso baskı kalıbı, mürekkebi baskı altı malzemesine aktaran, elastik bir taban üzerinde oluşturulan diş büyü-

bir malzemedir [12]. Baskı kalitesini etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Başlangıçta doğal kauçuktan, daha sonra sentetik kauçuktan ve günümüzde ise fotopolimerden yapılmış esnek kalıplardır [17].



Şekil 4. Kalıp tram sıklığı aniloks hücre sayısı ilişkisi

Kalıplar konvansiyonel ve dijital (CtP) yöntem olmak üzere iki yöntemle hazırlanır. Konvansiyonel yöntemde görüntü aktarımında film kullanılırken, dijital sistemde film yerine görüntünün direkt kalıp üzerine işlendiği lazerler kullanılır. Bu çalışmadaki test baskılarında, dijital (CtP) yöntem ile hazırlanan kalıplar kullanılmış olup, bu bölümde bu kalıpların hazırlama süreci detaylandırılmıştır. İşlenmemiş dijital (CtP) kalıplar; Şekil 5'te görüldüğü gibi, koruyucu tabaka, lazere duyarlı siyah ince bir tabaka (lam-lazer ablasyon maske tabakası), fotopolimer tabaka ve taşıyıcı (asetat-stabil) tabakadan oluşur [6].



Şekil 5. Dijital (Ctp) işlem görmemiş flekso kalıp yapısı

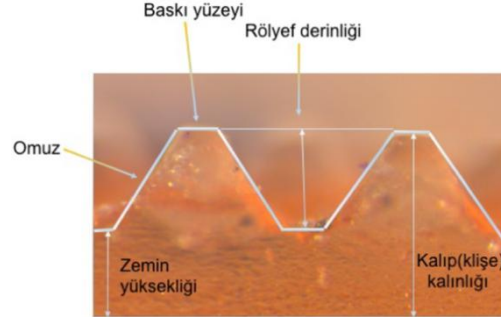
Dijital kalıp hazırlama aşamasında, ilk olarak ön poz (arka poz) verilir. Arka poz, kalıp yüzeyinin homojen olarak sertleşmesi ve fotopolimer ile asetatin birbirine daha iyi yapışmasını sağlamak için kalıbın sırt kısmından (stabil tabaka) verilir. Ayrıca, ana poz süresini düşürmek, baskı için uygun yüksekliğin oluşmasına yardımcı olmak, fotopolimer katman ile polyester tabanın birbirine daha kuvvetli bir şekilde yapışmasını sağlamak ve ince çizgiler ile ince tram noktaları için uygun bir zemin hazırlanmak için de verilir. Arka poz sonrasında, kalıbın üzerinde bulunan ortalama kalınlığı 0.0127 cm olan koruyucu tabaka kaldırılır. Ana pozlandırma öncesi, dijital olarak lazer kullanılarak kalıp üzerinde görüntü oluşturulur. Bu aşamada kalıp üzerinde bulunan özel bir şablon tabaka (lams), lazer ile işlenerek ışık geçirmeyen şablon tabaka üzerinde negatif olarak görüntü olan bölgeleri açar. Bir sonraki ana pozlandırma aşamasında açık olan bu bölgelerden ışık geçerek kalıp pozlandırılır. Işık gören fotopolimer kalıp polimerizasyona uğrayarak, banyoda çözünmez hale gelir [6]. Poz görmemiş fotopolimer yüzey ise yumuşak kalır. Kalıp üzerinde görüntü oluşumu için indirme işlemine geçilir.

Kalıp indirmede iki yöntem kullanılır. Modern sistemlerdeki termal indirgemedde, kalıbın poz görmeyen bölümlerindeki polimerize olmamış kısımlar ısıdan etkilenerek çözülür ve bu çözülen monomer, dokunmamış kumaştan (nonwoven) imal edilmiş olan indirme bobini tarafından alınarak kalıptan uzaklaştırılır. Tambur iç kısmından yaklaşık 50 °C'ye kadar ısıtılır. Aynı anda kalıp yukarıdan kızıl ötesi bir ısıtıcı yardımıyla da ısıtılır. Yükselen sıcaklıkla kalıbın poz görmemiş, çapraz bağlanmamış iş olmayan bölgeleri çözülür ve akışkan hale gelir. Dokunmamış kumaş, kalıpla temas ettiğinde çözülmüş olan kısımları kalıp üzerinden kaldırır. Uygulanan basınç ve sıcaklık derecesi, fotopolimer kalıbın bileşimine göre değişir. Her tip kalıbın farklı çözülme noktası vardır. İstenen rölyef derinliği elde edilene kadar kalıp dokunmamış kumaş ile temas ettirilir [18]. Uzun pozlamalarda da rölyef derinliği azalır. Bir çok flekso uygulamaları için 0.051-0.064 cm rölyef derinliği uygundur. Kalın kalıplar 0.076-0.318 cm gibi daha derin rölyefe sahiptir. Kalıp üretiminde kullanılan UV-A ve UV-C dalga boyları kalıp üzerinde nokta oluşumunda etkili olmaktadır. Pozlandırmada yoğun bir şekilde UV-A'nın kullanılması noktalar üzerinde genişlemelere neden olur. Bu sistem indirgemedde solvent veya su kullanılmadığı için daha çevreci olarak kabul görmektedir.

İkinci yöntem indirme işleminde, ana poz sürecinde poz görmemiş, polimerizasyona uğramayan yumuşak kalan fotopolimer materyal, yüksek baskı kalıbını oluşturmak üzere çözülerek solventin içine karışır. Bu indirmede, solvent kalıp üzerinde iş olmayan yerlerdeki fotopolimeri fırçalar yardımıyla çözerek kalıp üzerinden uzaklaştırır. İndirme işlemi polimerin yüzeyinden başlar ve aşağıya doğru devam eder. İndirme solventinin bileşimi, sıcaklığı ve uygulanma süresi, fırça basıncı gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterir. İndirme derinliği arka poz ile sınırlandırılmıştır [11]. İndirme sırasında kalıp, solventi emdiği için şişer, bu nedenle indirme işlemi bittikten sonra, kalıp tarafından emilmiş olan kimyasalın kurutulması gerekir. Bu işlem için sıcak hava kullanılır. Kurutma, kalıbın orijinal ve standart kalınlığına geri dönmesini sağlar. Kurumanın iyi olması özellikle trikromi baskı için hazırlanan kalıplarda çok önemlidir. Kalıpta oluşacak dengesizlik, ton ve renk reproduksiyonunun kalitesini etkileyecektir. Trikromi işler için hazırlanan kalıpların kuruma süreleri, tire işler için hazırlanan kalıpların kuruma sürelerinden daha uzundur. Solvent tram noktalarının arasında kaldığı için, kuruması biraz daha uzun sürmektedir. Hangi indirme yöntemi kullanılırsa kullanılsın (termal veya solvent) kalıpların hepsine ışıkla sonlandırma (UV-C) ve son poz (UV-A) uygulanmalıdır. Kalıp, UV-C ultraviyole dalga boyu ile pozlandırılarak indirgeme sonrası yüzeyinde oluşan yapışkanlığı giderilir. Son poz verilerek kalıbın polimerizasyon işlemi tamamlayıp, kalıbın maksimum güce ulaşması ve solventlere karşı dayanıklılık kazanması sağlanır. Son poz sonrası kalıplar baskıya hazır hale gelir. Konvansiyonel ve dijital kalıp çekimlerinin her ikisinde de görüntü ebatlarının, baskı

sırasında görüntünün uzamasına karşı, uygun oranda boydan kısaltılması gerekir [19].

Dijital kalıp hazırlama sürecinde film kullanılmadığı için, konvansiyonel kalıp üretimine kıyasla nokta kazancı çok daha küçük, baskı nokta profilleri de daha



Şekil 6. Baskıya hazır flekso kalıp kesiti

dik oluşur ve film ile pozlama sırasında ortaya çıkan birçok hata da ortadan kalkar. Nokta kazancı, noktanın mekanik etkilerden ve baskı altı malzemesiyle baskı mürekkeplerinin kimyasal özelliklerinden dolayı bir miktar şişmesi, büyümesidir [20]. Tram noktalarının kontrollü olarak elde edilebilmesi ile açık tonlarda nokta kaybı ve koyu tonlarda ise kapanma (zeminleşme) olmamaktadır. %1 ile %100 arasındaki ton aralığı düzgün olarak elde edilebildiği için, trikromi baskıda elde edilebilen renk evreni genişlemektedir. Konvansiyonel sistemde film malzemesi kalınlığından kaynaklı, pozlamada alt ışınım ve ışık saçılımı olayının oluşması, tram sıklığının nokta sayısı arttırdığında, nokta şişmesi sonucunda yanındaki noktanın oluşmamasına neden olur. Bu durum konvansiyonel kalıp üretimi ile elde edilen kalıplar ile en fazla 48 l/cm sıklığında, %10 - % 85-90 arası tram ton değerinde nokta basılabildiği, dijital kalıp oluşumunda ise, %1-2 / % 98 arası tram ton değeri elde edildiği ve daha yüksek tram sıklığı ile baskı elde edildiği görülmüştür. Baskılardaki kalite, kalıp üzerinde oluşan nokta şekline, basan yüzey yüksekliğine (rölyef derinliğine) ve en küçük ve büyük nokta tram ton değerlerine bağlıdır (Şekil 6).

Baskı kalitesini etkileyen faktörlerden biride, kalıp sertlik (shore) değeridir. Flekso baskıda 34-85 shore A arası kalıplar kullanılmaktadır. Oluklu mukavva gibi yüzeyi pürüzlü malzemeler üzerine shore derecesi düşük daha yumuşak kalıplar kullanılırken, shore derecesi 60'dan büyük olan kalıplar yüksek kalite beklenen baskılarda kullanılırlar. Bu tür kalıplar daha küçük nokta oluşumuna izin verir ve baskı sürecinde aşınmaya karşı dirençleri daha fazladır. Kaliteli baskıların devamı için bu önemli bir kriterdir. Kalıp kalınlıkları 0.76- 6.35 mm arası değişmektedir. En çok kullanılan 1.14-2.84 mm arası kalıplardır. Pürüzsüz yüzeylerde daha ince kalıplar kullanılırken, pürüzlü yüzeylerde daha kalın kalıplar kullanılmaktadır. Ambalaja yönelik etiket baskıcılığında, en sık 1.14 mm kalıplar, esnek ambalaj baskılarında 1.14-1.7 mm kalınlığında kalıplar oluklu mukavva ve çok katmanlı torbaların baskılarında ise 3.17-6.35 mm'lik kalıplar kullanılır. İnce kalıplar,

maliyet düşüklüğü, rölyef derinliği düşüklüğü, hazırlanma süresinin azlığı, iç gerilmenin ve deformasyonun çok az oluşu, mürekkep transfer kontrolünün daha iyi sağlanması ve bunlara ek olarak daha kaliteli baskılar vermesi nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Baskıya hazır hale gelen kalıplar, farklı sertliklere sahip, kalınlığı 0.15-1.57 mm arası değişen çift taraflı bantlar kullanılarak kalıp silindiri üzerine yapıştırılır. Etiketleri ve esnek ambalaj malzemeleri kalıplarının yapıştırılmasında kullanılan bant kalınlıkları 0.15-0.55 mm arasındadır. Kalın bantlar, kalıp ile baskı silindiri arasındaki mesafeyi tölere etmek için tercih edilir. Bantların seçimi baskı sürecinde ve baskı optimizasyonunda rol oynar. Yumuşak bantlar, yarım ton yüksek kaliteli işlerde, orta sertlikteki bantlar, orta kalitedeki esnek ambalaj malzemelerinin basılmasında, sert bantlar ise düz zemin baskılarda kullanılır. Ayrıca bu kalıp türleri, baskı işleminde kullanılan mürekkep türleri ve özelliklerine göre uygun yapıda olmalıdır. Yanlış seçim, baskı sırasında kalıpların şişmesine, baskıların kalitesini olumsuz yönde etkilemesine ve renk standartlılığının sağlanamamasına neden olur.

Flekso baskıda kaliteyi belirleyen parametreler olarak, mürekkep ve özellikleri, montaj, aniloks merdanesi, basınç (forsa) ayarı, baskı kalıbı, tasarım, baskı altı malzemesi ve yapısı, baskı altı malzemesinin yüzey pürüzlülüğü, yüzey gerilimi, kalıp üzerindeki nokta yapısı, nokta keskinliği, nokta şekli, nokta omuz açısı, nokta yüzeyi, basan yüzey yüksekliği (rölyef derinliği), çizgi ve metin öğelerinin keskinliği gibi özellikler söylenebilir [21].

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada, esnek ambalaj sektöründe en çok kullanılan baskı sistemi olan flekso baskı ile plastik film malzeme üzerine bilgisayar kontrollü makinelerde test baskıları gerçekleştirilmiştir. Test baskısında, ambalaj ve baskı sektöründe en fazla kullanılan ve en ucuz transparan film olan Polietilen (PE) malzemesi seçilmiştir.

Flekso baskı için Şekil 7'de görülen skala oluşturulmuştur. Bu skalada, toplam 1504 renk kutucuğundan oluşan ECI 2002 CMYK11\_IO\_1PPM5.0.5. renk skalası, üç adet ISO 300 standart fotoğraf, bir adet Fuji tarafından görsel kalite kontrolde kullanılan CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black) fotoğraf, 0.25 - 8 puntoya kadar değişen kalınlıkta çizgiler, 2 -12 puntoya kadar yazılar, CMYK için %1'den %100'e kadar noktalar, trapping ölçme alanları, baskıdaki renk dengesini kontrol edebilmek için oluşturulmuş gri balans skalası ve UGRA/FOGRA postscript kontrol skalası vardır.

### Yöntem

Hazırlanan test skalasındaki ECI 2002 renk skalası, yapılan baskılar sonucunda renk profilleri çıkarmak ve karşılaştırmalar yapmak için, ISO 300 standart resim, gözle kontrol için, mikro çizgiler ve yazılar, görüntülenebilen en ince çizgi yada yazıyı görebilmek için, trapping alanları, baskılarda oluşan trapping

(mürekkep üstüne mürekkep kabulü) değerlerini ölçebilmek için, %1'den %100'e kadar olan tram noktaları, nokta kazancı değerlerini detaylı olarak ölçebilmek için, UGRA/FOGRA kontrol skalası ise, hazırlanan özel kontrol alanlarının bulunduğu skala değerlerinin ISO standartlarına uygunluğunu ölçmek için, gri balans skalası ise genel olarak baskıdaki renklerin dengeli oranda kullanılmasının gözle kontrolü amacıyla kullanılmıştır. Yapılan test baskıları üzerinde gözle, elektronik baskı kontrol cihazları ve mikroskopla standartlara göre mukayeseli inceleme, ölçüm ve tespitler yapılmıştır. Test baskılarının tamamında densitometrik ve spektrofotometrik ölçümler D19c Gretagmacbeth-Spectroeye spektrofotometre ile, yüzey ve ara yüzey inceleme ve görüntüleme işlemleri ise Leice L2 S8APOL markası stereoskopik mikroskopla yapılmıştır. Renk evreni profilleri ise Eyeone Pro cihazı ve GretagMacbeth Profile Maker Pro 5.0.8 programı kullanılarak çıkartılmıştır.

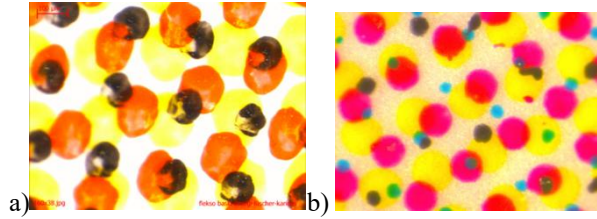
## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, flekso baskı sistemine uygun, öncelikle, Polietilen (PE) malzemenin basılabilirlik açısından fiziksel özellikleri tespit edilmiş daha sonra özel hazırlanan test skalası ile kalıplar, dijital yöntem (CTP) ile hazırlanarak uygun malzemelerle test baskıları gerçekleştirilmiştir. Test baskılarının yüzey ve ara yüzey inceleme ve değerlendirmeleri densitometre ve spektrofotometre ile yapılmıştır. Baskıların mikroskopla alınan görüntüleri ile nokta kazancı, renk densite değeri, mürekkep üstüne mürekkep kabulü, renk oturması, malzeme üzerinde mürekkep tutunması gibi kaliteyi birinci derecede etkileyen parametreler fiziksel ve görsel olarak tespit edilmiştir. Bilgisayar kontrollü flekso baskı sistemlerinin kalite faktörlerinin tespit edilmesinde ve sürekliliğinin sağlanmasında elektronik ve bilgisayarlı kontrol sistemlerinin kullanılması optimum sonuçların alınmasında zorunludur. Çıplak gözle iki renk arasındaki % 7-8'lik sapma ancak tespit edilebilirken bilgisayarlı spektrofotometre ile %1'lik sapma bile tespit edilebilmektedir. Flekso test baskılarının, ölçüm ve incelemelere ait bulguları aşağıda detaylı biçimde açıklanmıştır. Polietilen (PE) malzeme üzerine yapılan flekso baskının teknik detayları Tablo 1'de verilmiştir.

Test baskıları bulguları; Baskının optimum parametrelerle ve uygun fiziksel şartlarda yapıldığında 48 lpc tram sıklığındaki %1'lik noktaların pürüzsüz plastik film (PE) yüzeyine deformasyona uğramadan basılabildiği tespit edilmiştir. Önceki test baskı denemelerinde 48 lpc tram sıklığının üzerindeki sıklıklarda %1-5 arası tram noktaları kalıp yüzeyinde elde edilebilmelerine rağmen özellikle yüksek miktarlı baskı işlerinde bu küçük noktaların deformasyona uğraması nedeniyle sürekli ve stabil baskı sonuçları alınamamıştır. Bu nedenle çok yüksek miktarlı ticari flekso baskılarda 48 lpc tram sıklığında daha iyi sonuçların alındığı tespit edilmiştir. Daha yüksek tram sıklıklarında %1'lik bir nokta, baskı basıncı, baskı altı

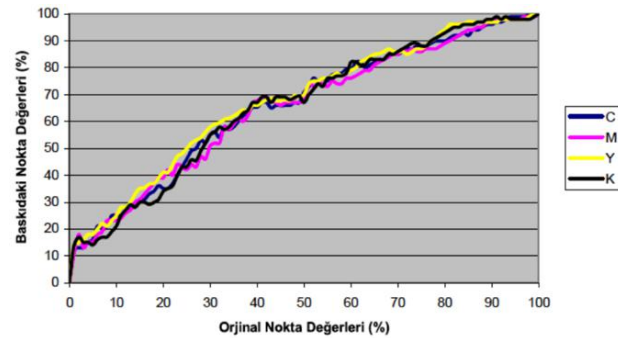


Nokta kazancı, herhangi bir tram noktasının fiziksel büyümesini gösterir. Baskı yapılan işin orjinal tram nokta alanı ve baskıda aynı noktanın alanının büyüklüğünü ölçmek suretiyle hesaplanır. Bu çalışmada, test baskıları, ISO değerleri ile yapılan baskılarda önerilen mürekkep zemin densite değerlerine yakın densiteler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 10.** Polietilen malzemeler üzerindeki nokta kazancı ve deforme olmuş yetersiz densiteli tram noktaları (a) ve bozulmamış yeterli densiteli tram noktalar (b)

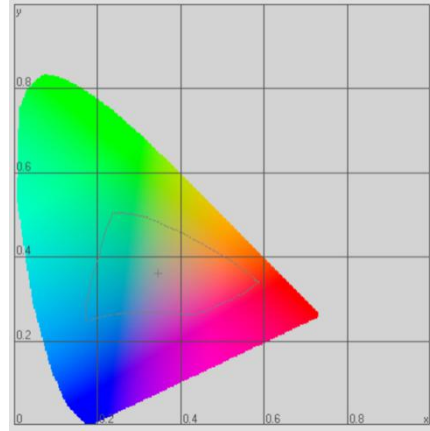
Spektrofotometre ile yapılan nokta kazancı grafiği incelendiğinde, Gençoğlu ve arkadaşlarının [10] çalışmasını da destekleyen, nokta kazancının en fazla orta tonlarda gerçekleştiği, fakat bu değerlerin de kabul edilen standartlar içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca tüm renklerin yer aldığı nokta kazancı grafiği de Şekil 11'de görüldüğü gibi kabul edilir sınırlar içerisinde yer almaktadır.



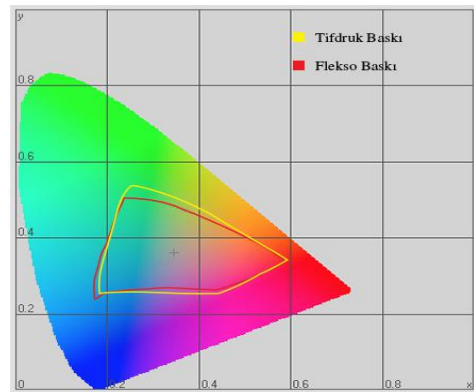
**Şekil 11.** Flekso test baskısına ait CMYK nokta kazancı grafiği

Test baskısında, mürekkep viskozitesi yaklaşık 18 Pa.s ayarlandı. Solvent bazlı mürekkep ile plastik film malzemeler üzerinde kaliteli baskı elde etmek için kapalı mürekkepleme sistemi kullanıldı. Bir baskı sisteminin renk evreni; o baskı sisteminin baskı öncesi hazırlık çalışmaları, baskı ve baskıda kullanılan malzemelere ait unsurlar çerçevesinde ortaya çıkarabildiği renk hacmi demektir [23]. Şekil 12'de de görüldüğü gibi, yapılan flekso test baskısının L\*a\*b değerlerinin verebildiği renk evreni, ECI 2002 CMYK renk skalasının Eyeone Pro cihazı ile taranmasıyla elde edilmiş ve 3 boyutlu görüntüsü oluşturulmuştur. Plastik filmler üzerine baskı yapan tıfdruk baskı sistemi ile flekso baskı sisteminin verdiği renk evrenleriyle görsel karşılaştırılması sonucu, flekso baskının, renk evreni kapasitesinin daha düşük olduğu görülmüştür. Şekil 13'de de görüldüğü gibi tıfdruk baskı sistemi renk evreninde flekso baskıya göre daha geniş mavi ve yeşil tonların elde edildiği tespit edilmiştir. Son yıllarda flekso baskıdaki dijital ve bilgisayar sistemlerinin

gelişmesine bağlı olarak, daha fazla renk (CMYK+yeşil, turuncu, mor) basabilme çalışmaları uygulanmakta, böylece, flekso baskının renk evreni genişletilerek, tıfdruk baskı kalitesine yaklaşılmaya çalışılmaktadır.



**Şekil 12.** Test baskısına ait renk evreni ve renk evreninin 3 boyutlu görüntüsü



**Şekil 13.** Flekso ve tıfdruk baskıya ait renk evreni karşılaştırması

Flekso baskıda standartlara uygun kaliteli sonuçların alınmasının birçok değişkene bağlı olduğu, ancak bunlara birincil derecede direkt etki eden unsurların neler olduğu ise yapılan test baskılarının genel değerlendirilmesi sonucu tespit edilmiştir. Bu unsurlar;

- Baskı öncesi bilgisayardaki hazırlık işlemlerinin kalitesi, yani Photoshop, ESCO gibi resim işleme programlarını kullanan operatörün bilgi ve becerisi,
- Kalıbın hazırlanma tekniği yani filmle analog (konvansiyonel) yada filmsiz dijital (CtP) olması,
- Film ya da dijital (CtP) ile kalıp hazırlamada malzemenin ve pozlandırma işlemlerinin kalitesi,

- Baskı makinesinin bakımı, operatörün mesleki bilgi ve becerisi,
- Aniloks merdane hücre sıklığı,
- Baskı altı malzemesi ve mürekkep gibi hammaddelerin kalitesi, fiziksel özellikleri ve birbirine uygun seçimi,
- Baskı atölyesinin fiziksel şartları, başlıcalarıdır.

## SONUÇ

Çalışmada, Polietilen üzerine flekso baskı ile yapılan test baskıları sonucunda; baskı kalitesini etkileyen faktörler ve öncelikle baskılarda renk farklılığına neden olan etmenler ve maksimum renk evrenini basabilmek için gerekli olan optimum şartlar uygulamalı olarak belirlenmiştir. Test baskıları değerlendirilmesi sonucunda;

- ISO 12647-6 standardı baz alınarak spektrofotometre ile ölçümünde CMYK Zemin densitometrik değerlerin istenilen aralıkta olduğu tespit edilmiştir.
- %65 ile % 85 arası ölçülen trapping değerlerinin kabul edilebilir sınırlarda olduğu belirlenmiştir.
- Çok yüksek miktarlı ticari flekso baskılarında 48 lpc tram sıklığı tercih edilmelidir. Çünkü flekso baskı makineleri 350-400 m/dak. hızda baskı yapan makinelerdir. Bu hızdaki çalışma, yüksek miktarlı baskı işlerinde, 60 lpc tram sıklığındaki % 1-5 arası tram ton değerine sahip noktaların deforme olup kırılmalarına neden olduğu tespit edilmiştir.
- Flekso baskıda, nokta kazancının orta tonlarda daha fazla olduğu belirlenmiştir.
- Baskılarda, engellenemeyen densitesi yetersiz mikro beyaz alanlar ve yüksek tram ton değerlerindeki noktaların, birleşme bölgelerinde yayılmalar oluştuğu, noktalar arasında kalan beyaz bölgelerde şekil bozukluklarına neden olduğu görülmüştür. Bu durumun renk evrenini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.
- Flekso baskıyla elde edilen renk evreni alanının, tıfdruck baskı renk evrenine göre, özellikle mavi ve yeşil tonlarda daha dar olduğu tespit edilmiştir.

**NOT:** Bu makale Gülhan Acar Büyükpehlivan'ın Doktora tezinden üretilmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Demir M. Plastik Esaslı Ambalajlar pdf, <https://docplayer.biz.tr/4539640-Plastik-esasli-ambalajlar.html>, Mayıs, 2020.
- [2] Aydemir C. Ambalaj Üretiminde Kullanılan Plastik Filmler, Plastik, Ambalaj, Makine ve Kalıp Sektörünün Aylık Teknik Dergisi, 2012.
- [3] Abdel-Bary E.M. Handbook of Plastic Films. Rapra Technology Limited, UK, p. 67 2003.
- [4] Peter S. Report About Blown Film Extrusion Production Processes at Luuka Plastics Limited, Kyambogo University Faculty Of Engineering Department Of Mechanical and Production Engineering Third Year Industrial Training Report, Uganda, 2017.
- [5] Holik H. Handbook of Paper and Board. Wiley-Vch Verlag Gmbh Co. Kгаа, Weinheim, p. 355, 2006.
- [6] Kipphan H. Handbook of Print Media Technologies and Production Methods, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, p.47-398, 2001.
- [7] Izdebska J. Flexographic printing: printing on polymers Fundamentals and Applications, ScienceDirect, Elsevier Inc., p. 179-197, 2016.
- [8] Bassemir R.W., Bean A.J. Inks: The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology, Third Edition, Edited by Kit L.Yam, A John Wiley Sons, Inc., Publication, 2009.
- [9] Roy S.M., Karmakar N.C., Yerramilli R., Swiegers G.F. Printing Techniques and Performance of Chipless Tag Design on Flexible Low-Cost Thin-Film Substrates. In Chipless and Conventional Radio Frequency Identification: Systems for Ubiquitous Tagging, IGI Global. p. 175-195, 2012.
- [10] Gençoğlu E.N., Kurt M.B. Flekso Baskı Sisteminde Kalıp Kalınlığının ve Basan Yüzey Yüksekliğinin Nokta Kazancı Etkisi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 14:27 01-21, 2015.
- [11] Gençoğlu E.N., Şimşek O., Özdemir L. Flekso Baskı Sistemi, Dupont Türkiye, Geliştirilmiş 2. Baskı, İstanbul, Türkiye, s. 68-121, 2009.
- [12] Izdebska J. Corona Treatment: Printing On Polymers Fundamentals and Applications, ScienceDirect, Elsevier Inc., p. 123-142, 2016.
- [13] Dunn T. Flexographic Printing: Manufacturing Flexible Packaging. p. 27-37, 2015.
- [14] Gallus H.D. Screens From Eskoartwork and Kodak Flexcel NX, Edition 24, 1 Haziran 2020.
- [15] Oktav M., Tutak D., Yaman Ö., Acar B.G. Flekso Baskıda Mürekkep Viskozitesinin ve Aniloks Sıklığının Renk Değerlerine Etkisinin İncelenmesi . V. Uluslararası Ambalaj Kongresi ve Sergisi, 22-24 Kasım, Türkiye, 2007.
- [16] Huey M. Anilox Rolls-The Aorta of the Printing Process. FlexoGlobal, November, 32-35, 2008.
- [17] Bohlin E. Surface and Porous Structure of Pigment Coatings: Interactions With Flexographic Ink and Effects on Print Quality, Doctoral Dissertation, Karlstads Universitet, 2013.
- [18] Gençoğlu E.N., Oktav M., Kurt M.B. Flekso Baskı Sisteminde Tram Sıklığının ve Aniloks Değerinin Nokta Şişmesine Etkisinin İncelenmesi. III. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu, 22-23 Ekim 2009, Türkiye, 2009.
- [19] Büyükpehlivan G. Bilgisayar Kontrollü Baskı Sistemlerinin Kalite Faktörlerinin Tesbiti, Doktora Tezi, T.C. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, 2008.
- [20] Oğuz M. Ofset Baskıda, Fogra'nın Skala ve Standartlarının Farklı Kağıtlara Uygulanarak, Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, T.C. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, 2002.
- [21] Valdec D., Miljković P., Čerepinko D. The Impact of Top Dot Shapes of the Printing Plate on Dot Formation in Flexography. Tehnički Vjesnik, 25:2 596-602, 2018.
- [22] Valdec D., Miljković P., Auguštin B. The Influence of Printing Substrate Properties on Color Characterization in Flexography According to the ISO Specifications, Tehnički Glasnik, 11:3 73-77, 2017.
- [23] Oktav M., Acar B.G. Baskı Sistemlerine Ait Renk Evrenlerinin Karşılaştırılması. III. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu, 22 Ekim 2009, s. 310-323, 2009.

- [24] ISO 12647-6 Process Control for The Manufacture of Half-Tone Colour Separations, Proof and Production Prints, 2004.
- [25] Olsson R., Yang L., Stam J., Lestelius M. Effects of Elevated Temperature on Flexographic Printing. In Advances in Printing and Media Technology, Proceedings of the 34th Research Conference of IARIGAI, Grenoble, France, p. 1, 2007.





## On the G-Similarities of two open B-spline curves in $R^3$

Muhsin İNCESU<sup>1</sup>, Osman GÜRSOY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Matematik Eğitimi ABD, Eğitim Fakültesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye

<sup>2</sup>Matematik Eğitimi ABD, Eğitim Fakültesi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

✉: m.incesu@alparslan.edu.tr,  <sup>1</sup> 0000-0003-2515-9627,  <sup>2</sup> 0000-0002-6391-6214

Received (Geliş):07.10.2020

Revision (Düzelme):19.11.2020

Accepted (Kabul): 29.11.2020

### ABSTRACT

Let  $G$  be a transformation group in  $R^3$ . Any two vectors  $x$  and  $y$  in  $R^3$  are called  $G$ -equivalence vectors if there exist a transformation  $g \in G$  such that  $y = gx$  satisfies. In this paper the transformation group  $G$  will be considered as similarity transformations group or its any subgroup. So if given two vectors  $x$  and  $y$  in  $R^3$  are  $G$ -equivalence vectors then these vectors  $x$  and  $y$  are called  $G$ -similar. i.e. rotational, reflectional, translational or scaling similarity. B-spline curves are used basically in Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Geometric Design (CAGD), Computer Aided Modeling (CAM). In determining the invariants of spline curves and surfaces at any point, it is necessary to find the analytical equation of each curve and surface and calculate its invariants such as curvature, torsion, principal curvatures, mean and Gaussian curvatures at the desired point. However, it can be very difficult to find the curve or surface to be designed analytically. For example, when a car is designed, the aerodynamic curves in the car will be different from the known surface equation of the car. It is very difficult to write this equation exactly. For these curves and surfaces we designed, the way to overcome this difficulty is to design them with spline curves and surfaces. In this paper the  $G$ -equivalence conditions of given two open B-spline curves are studied in case  $G$  is similarity transformations group or its any subgroup.

**Keywords:** Open B-spline curves, similarity groups,  $G$ -similar splines

### $R^3$ de Açık B-Spline Eğrilerinin G-Benzerlikleri

#### ÖZ

$G$ ,  $R^3$  de bir dönüşüm grubu olsun.  $R^3$  te herhangi iki  $x$  ve  $y$  vektörleri verildiğinde eğer bir  $g \in G$  dönüşümü  $y = gx$  şartını sağlayacak şekilde bulunabilirse bu iki vektöre  $G$ -denk vektörler denir. Bu çalışmada  $G$  dönüşüm grubu olarak benzerlik dönüşümleri grubu ve bu grubun tüm altgrupları dikkate alınacaktır. Böylece  $R^3$  te herhangi iki  $x$  ve  $y$  vektörleri  $G$ -denk vektörler ise bu vektörlere  $G$ -benzer denir. Döndürülme, yansıtılma, ötelenme, ya da germe benzerliği gibi. B-spline eğrileri temelde Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT), Bilgisayar Destekli Geometrik Tasarım (BDGT) ya da Bilgisayar Destekli Modelleme (BDM) alanlarında kullanılır. Herhangi bir noktada spline eğri ve yüzeylerinin invariantslarını belirlemede eğri ve yüzeyin analitik denklemini bulmak ve istenilen noktada eğrilik torsiyon, asal eğrilikler, ortalama ve Gauss eğriliklerini hesaplamak gerekmektedir Oysa ki tasarlanan eğri ve yüzeyde bunu analitik olarak bulmak oldukça zordur. Örneğin, bir araç tasarlandığında, onun aerodinamik yapısından dolayı yüzeyin ve onun üzerindeki eğrilerin analitik denklemini tam olarak bulmak oldukça zordur. Tasarlanan bu eğri ve yüzeyler için bu zorluğun üstesinden gelmenin yolu bunları spline eğri ve yüzeyleri ile tasarlamaktır. Bu çalışmada  $G$ , benzerlik dönüşümleri grubu ve onun altgrupları olması durumunda verilen iki B-spline eğrilerinin  $G$ -denklik koşulları verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Açık B-spline curves, benzerlik grupları,  $G$ -benzer splinelar

#### INTRODUCTION

Invariant rational functions under any transformation have very important roles to determine any properties which can be formulated by these rational functions and are independent from this transformation. If the generators of invariant rational functions under any transformation known then any properties which are invariant under this transformation can be formulated by the generator functions. So any invariant properties are the functions of generators. Developments in invariant theory at the end of the 19th century have affected different areas of mathematics.

In the 20th century Bridgman [5], Sedov [6], and Langhaar [7] are some contributors in this area. In 1946, Herman Weyl gave the complete invariant system of points for real  $n$  dimensional orthogonal group  $O(n)$  in [8]. After him, Dj. Khadjiev and R. Aripov generalized this invariants to all Euclidean motions in [9, 10]. Recently Sagioglu [11-13], Oren [14-16, 21] Peksen [13, 16], Incesu and Gursoy [17-23] are some contributors in this area. The best examples of points systems are Bézier curves and Bézier surfaces. The invariants of these curves and surfaces under an affine transformation have the same meaning as the invariants of the control points of these curves and surfaces [22]. Bézier and B-Spline

curves has been studied in many different are of CAD and CAM system. Some of these studies by G. Farin [24], R. Farouki [25, 26], J. Hoschek [27], W. Tiller [28], H. Potmann [29], Incesu and GURSOY [30, 34], Samancı et al. [31, 33, 36, 37], Bulut and Caliskan [32], Erkan and Yuce [35], Baydas and Karakas [38] can be given exemplarily.

**MATERIALS and METHODS**

**G-invariant Functions**

**Definition 1.** Let  $(G,*)$  be a group and  $X$  be a nonempty set. Let the transformation  $\varphi: G \times X \rightarrow X$  be given. If following conditions

- i)  $\varphi(g_1; \varphi(g_2; x)) = \varphi(g_1 * g_2; x), \forall g_1, g_2 \in G$  and  $\forall x \in X$
- ii)  $\varphi(e; x) = x$ ; for  $\forall x \in X$  where  $e \in G$  is identity

satisfies then the transformation  $\varphi$  is called Group action of the group  $G$  on  $X$ . This action is denoted by  $G : X$  and the image  $(g; x)$  is stated as  $gx$  briefly. [19]

**Definition 2.** Let  $G$  be a group and the group action  $\varphi = G : X$  and the subset  $H \subset X$  be given. the subset  $H$  is called "G-invariant subset" if  $\varphi(g; h) \in H$  for every  $h \in H$  and for every  $g \in G$  satisfies [19].

**Definition 3.** Let  $G$  be a transformation group and the action  $G:X$  be given. Then The vectors  $x_1, x_2 \in X$  are called G-equivalent vectors if there exist any transformation  $g \in G$  such that  $x_2 = gx_1$  satisfies. The G-equivalent vectors  $x_1, x_2 \in X$  is denoted as  $x_1 \overset{G}{\approx} x_2$  [23].

**Definition 4:** Let the point sets  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ ,  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\} \subset X$  and the action  $G : X$  be given. Then These sets are called G-equivalent set sif there exist any transformation  $g \in G$  such that  $y_i = gx_i$  satisfies for every  $i=1, 2, \dots, k$ . These G-equivalent sets are denoted as  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \overset{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  [23].

**Definition 5:** Let  $G$  be a group,  $f : X \rightarrow$  be a function and the action  $G : X$  be given. Then the function  $f$  is called G- invariant function if  $f(x) = f(y) \overset{G}{}$  satisfies when  $x_1 \overset{G}{\approx} x_2$  satisfied or if  $f(gx) = f(x)$  satisfies for  $\forall g \in G$  and  $\forall x \in X$  [23].

**Definition 5:** Let  $G$  be a group,  $H \subset G$  be a subgroup and  $f$ , be a real valued function defined in  $R^3$ . If there exist a real valued function  $\lambda : H \rightarrow$ , such that for  $\forall h \in H, \forall x \in R^3$

$$f(hx) = \lambda(h)f(x),$$

satisfies then the function  $f$  is called proportional G-invariant function and the function  $\lambda$  is called the factor of the function  $f$ . [23]

**Definition 6:** Let  $f$  be a proportional invariant function. The function  $f$  is called even  $O(3)$ -invariant function if  $\lambda(g) = 1$  for every  $g \in O(3)$ .

**Open B-Spline Curves**

**Definition:** The B- Spline basis functions of degree  $d$ , denoted  $N_{i,d}(t)$ , defined by the knot vectors  $t_0, t_1, \dots, t_m$  are defined recursively as follows

$$N_{i,0}(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } t \in [t_i, t_{i+1}) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

and

$$N_{i,d}(t) = \frac{t - t_i}{t_{i+d} - t_i} N_{i,d-1}(t) + \frac{t_{i+d+1} - t}{t_{i+d+1} - t_{i+1}} N_{i+1,d-1}(t)$$

for  $i = 0, 1, 2, \dots, n$  and  $d \geq 1$ . If the knot vector contains a sufficient number of repeated knot values, then a division of the form  $N_{i,d-1}(t) / (t_{i+d} - t_i) = 0/0$  (for some  $i$ ) may be encountered during the execution of the recursion. Whenever this occurs, it is assumed that  $0/0 = 0$  [39].

**Definition:** The B-spline curve of degree  $d$  (or order  $d + 1$ ) with control points  $b_0, \dots, b_n$  and knots  $t_0, t_m$  is defined on the interval  $[a, b] = [t_d, t_{m-d}]$  by

$$B(t) = \sum_{i=0}^n b_i N_{i,d}(t) \tag{1}$$

where  $N_{i,d}(t)$  are the B-spline basis functions of degree  $d$ . [39]

**Theorem 1:** The B-spline basis functions  $N_{i,d}(t)$  satisfy the following properties.

- i) Positivity:  $N_{i,d}(t) > 0$  for  $t \in (t_i, t_{i+d+1})$ .
- ii) Local Support:  $N_{i,d}(t) = 0$  for  $t \notin (t_i, t_{i+d+1})$ .
- iii) Piecewise Polynomial:  $N_{i,d}(t)$  are piecewise polynomial functions of degree  $d$ .
- iv) Partition of Unity: for  $t \in [t_r, t_{r+1})$

$$\sum_{i=r-d}^r N_{i,d}(t) = 1$$

[39].

**Theorem 2:** The B-spline curves defined as (1) satisfy the following properties.

- i) Local Control: Each segment is determined by  $d + 1$  control points. If  $t \in [t_r, t_{r+1})$  ( $d \leq r \leq m - d - 1$ ), then

$$B(t) = \sum_{i=r-d}^r b_i N_{i,d}(t)$$

- ii) Convex Hull: If  $t \in [t_r, t_{r+1})$  ( $d \leq r \leq m - d - 1$ ), then

$$B(t) \in CH\{b_{r-d}, \dots, b_r\}$$

iii) Invariance under Affine Transformations: Let T be an affine transformation. Then

$$T\left(\sum_{i=r-d}^r b_i N_{i,d}(t)\right) = \sum_{i=r-d}^r T(b_i) N_{i,d}(t)$$

[39].

In general, B-spline curves do not interpolate the first and last control points  $b_0$  and  $b_n$ . For curves of degree  $d$ , end point interpolation and an endpoint tangent condition are obtained by *open B-splines* for which the end knots satisfy  $t_0 = t_1 \dots = t_d$  and  $t_{m-d} = t_{m-d+1} \dots = t_m$ .

**Theorem 3:** Let the B-spline curves of degree  $d$  with control points with control points  $b_0, \dots, b_n$  and  $t_0 = t_1 \dots = t_d; \dots; t_{m-d} = t_{m-d+1} \dots = t_m$ . Be given Then,

$$B(t_d) = b_0 \quad \text{and} \quad B(t_{m-d}) = b_n$$

satisfy. [39].

**Theorem 4:** Let the B-spline curves of degree  $d$  with control points with control points  $b_0, \dots, b_n$  and  $t_0 = t_1 \dots = t_d; \dots; t_{m-d} = t_{m-d+1} \dots = t_m$ . be given Then,

$$B'(t_d) = \frac{d}{t_{d+1} - t_1} (b_1 - b_0)$$

and

$$B'(t_{m-d}) = \frac{d}{t_{d+1} - t_1} (b_n - b_{n-1})$$

Satisfy [39].

The following chapter is cited from [19].

**The Similarity Group  $G = S(3)$  and its all subgroups in  $R^3$**

*Orthogonal Transformations' Group  $O(3)$*

This group is a group of all rotations and reections. Orthogonal Transformations' group is the same of the linear isometries' group. For any  $g \in O(3)$ ; the determinant of  $g$  is equal  $\pm 1$ . While the totating the rotating frames  $\{e_1^*, e_2^*, e_3^*\}$  and fixed frames  $\{e_1, e_2, e_3\}$  be given. The rotations are depend on the angles  $\theta_{ij}$  between the axisse  $\{e_i^*, e_j\}$ . So this group can be stated as

$$O(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = gx; g^T = g^{-1}; \forall x \in R^3\} \\ = \{g \in M^{3 \times 3}; \det g = \pm 1\} \\ = \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos\theta_{11} & \cos\theta_{21} & \cos\theta_{31} \\ \cos\theta_{12} & \cos\theta_{22} & \cos\theta_{32} \\ \cos\theta_{13} & \cos\theta_{23} & \cos\theta_{33} \end{pmatrix}; \theta_{ij} \in R \right\}$$

*Special Orthogonal Transformations' Group  $SO(3)$*

This group is a group of only all rotations. For any  $g \in SO(3)$  the determinant of  $g$  is equal to +1. This group is denoted also as  $O^+(3)$ . So this group can be stated as

$$SO(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = gx; g^T = g^{-1}; \forall x \in R^3\} \\ = \{g \in M^{3 \times 3}; g^T = g^{-1} \text{ and } \det g = 1\} \\ = \left\{ \begin{pmatrix} \cos\theta_{11} & \cos\theta_{21} & \cos\theta_{31} \\ \cos\theta_{12} & \cos\theta_{22} & \cos\theta_{32} \\ \cos\theta_{13} & \cos\theta_{23} & \cos\theta_{33} \end{pmatrix}; \theta_{ij} \in R \right\}$$

*Translations' Group  $Tr(3)$*

This group is a group of all translations.

$$Tr(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = x + b; b \in R^3; \forall x \in R^3\}$$

*Euclid Transformations' Group  $E(3)$*

This group is a group of all translations, rotations, rotations and translations, reections, reections and translations. this group is the same of all isometries' group. Euclid transformations can be stated as a composition of a translation and an orthogonal transformation. So this group can be stated as

$$E(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = gx + b; b \in R^3; g \in O(3)\}$$

*Special Euclid Transformations' Group  $SE(3)$*

This group is a group of all translations, rotations, rotations and translations. Special Euclid transformations can be stated as a composition of a translation and a special orthogonal transformation. So this group can be stated as

$$SE(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = gx + b; b \in R^3; g \in SO(3)\}$$

*Linear Homotethies' Group  $LH(3)$*

This group is a group of all central dilations or radyal transformations. Linear homotethies are the transformations that its center of homotethy are origin. So this group can be stated as

$$LH(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = \lambda x; \lambda \in R^+\}$$

*Homotethies' Group  $H(3)$*

The homotethy transformation can be defined as

$f(x) = a + \lambda(x - a)$  where  $a$  is called homotethy center of  $f$ . This transformation can be stated also as  $f(x) = \lambda x + b$  for  $\lambda \neq 1$  where the center of hommotethy is  $a = \frac{b}{1-\lambda}$ . So this group can be stataed as

$$H(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = \lambda x + b; \lambda \in R^+, b \in R^3\}$$

*Linear Similarities' Group  $LS(3)$*

Linear similarity transformations can be stated as a composition of a linear homotethy transfor-mation and

an orthogonal transformation. So linear similarity transformations can be stated as

$$LS(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = \lambda gx; \lambda \in R^+; g \in O(3)\}$$

*Special Linear Similarities' Group SLS(3)*

Special linear similarity transformations can be stated as a composition of a linear homotethy transformation and a special orthogonal transfor-mation. So linear similarity transformations can be stated as

$$SLS(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = \lambda gx; \lambda \in R^+; g \in SO(3)\}$$

*Special Similarities' Group SS(3)*

Special similarity transformations can be stated as a composition of a special linear similarity transformation and a translation. In other words a special similarity transformation can be stated as a composition of a linear homotethy transformation, a special orthogonal transformation, and a translation. So special similarity transformations can be stated as

$$SS(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = \lambda gx + b; \lambda \in R^+; g \in SO(3), b \in R^3\}$$

*All Similarities' Group S(3)*

Similarity transformations can be stated as a composition of a linear similarity transformation and a translation. In other words a similarity transformation can be stated as a composition of a linear homotethy transformation, an orthogonal transformation, and a translation. So similarity transformations can be stated as

$$S(3) = \{f:R^3 \rightarrow R^3; f(x) = \lambda gx + b; \lambda \in R^+; g \in O(3), b \in R^3\}$$

**The Generator Invariants of Points by the group G = S(3) and its Some subgroups in R<sup>3</sup>**

Let  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \subset R^3$  be given.

**Theorem 5:**Let  $G = O(3) \subset S(3)$  be supposed. In this case;

i) if  $k \leq 3$  then the system

$$\langle x_i, x_j \rangle; \quad i, j = 1, \dots, k; \quad i \leq j$$

generate the O(3)- invariant rational functions.

ii) if  $k > 3$  then the system

$$\langle x_i, x_j \rangle; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad i \leq j$$

$$\langle x_i, x_p \rangle; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad p = 4, 5, \dots, k$$

generate the O(3)- invariant rational functions. [22].

**Theorem 6:**Let  $G = SO(3) \subset S(3)$  be supposed. Then;

i) in case  $k < 3$  the system

$$\langle x_i, x_j \rangle; \quad i, j = 1, \dots, k; \quad i \leq j$$

generate the SO(3)- invariant rational functions.

ii) in case  $k \geq 3$  the system

$$\det [x_1 \ x_2 \ x_3];$$

$$\langle x_i, x_j \rangle; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad i \leq j; \quad i + j < 6;$$

$$\langle x_i, x_p \rangle; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad p = 4, 5, \dots, k$$

generate the SO(3)- invariant rational functions [1].

**Theorem 7:** Let  $G = LS(3) \subset S(3)$  be supposed. Then;

i) in case  $k \leq 3$  the system,

$$\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle}; \quad i, j = 1, \dots, k; \quad i \leq j$$

generate the LS(3)- invariant rational functions.

ii) in case  $k > 3$  the system

$$\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle}; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad i \leq j$$

$$\frac{\langle x_i, x_p \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle}; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad p = 4, 5, \dots, k$$

generate the LS(3)- invariant rational functions [22].

**Theorem 8** [22]: the set of generators of the field of  $G = S(3)$  invariant rational functions for  $k$  vector variables are

1. if  $k \leq 4$  then

$$\left\{ \frac{\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle}; \quad i, j = 2, 3, 4; \quad i \leq j \right\}$$

2. if  $k \geq 4$  then

$$\left\{ \frac{\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle}; \quad i, j = 2, 3, 4; \quad i \leq j \right\} \quad \text{and}$$

$$\left\{ \frac{\langle x_i - x_1, x_p - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle}; \quad i = 2, 3, 4; \quad p = 5, \dots, k \right\}$$

**Theorem 9:** Let  $G = E(3) \subset S(3)$  be given. Then;

i) if  $k=1$  then E(3)- invariant rational functions are constant.

ii) if  $2 \leq k \leq 4$  then the system

$$\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle; \quad i, j = 2, \dots, k; \quad i \leq j$$

generate the E(3)- invariant rational functions.

iii) if  $k > 4$  then the system,

$$\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad i \leq j$$

$$\langle x_i - x_1, x_p - x_1 \rangle; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad p = 4, 5, \dots, k$$

generate the E(3)- invariant rational functions. [1]

**Theorem 10:**Let  $G = SE(3) \subset S(3)$  be given. Then;

i) if  $k=1$  then SE(3)- invariant rational functions are constant.

ii) if  $2 \leq k < 4$  then the system

$$\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle; \quad i, j = 1, \dots, k; \quad i \leq j$$

generate the SE(3)- invariant rational functions.

iii) if  $k \geq 4$  then the system

$$\det [x_2 - x_1 \ x_3 - x_1 \ x_4 - x_1];$$

$$\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle; \quad i, j = 2, 3, 4; \quad i \leq j; \quad i + j < 8;$$

$$\langle x_i - x_1, x_p - x_1 \rangle; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad p = 5, \dots, k$$

generate the SE(3)- invariant rational functions. [1]

**MAIN RESULTS**

**The Generator Invariants of Points by the other subgroups of  $G = S(3)$  in  $R^3$**

**Theorem 11:** Let  $G = Tr(3) \subset S(3)$  be given. Then any  $g \in Tr(3)$ - invariant rational function for  $k$  vector variables can be written as

$$g(x_1, \dots, x_k) = f(x_2 - x_1, \dots, x_k - x_1)$$

where  $x_i \neq x_1$  and  $f$  is a linear function.

**Proof:** since  $g$  is a  $Tr(3)$ -invariant,

$$g(x_1 + p, \dots, x_k + p) = g(x_1, \dots, x_k)$$

must be satisfied. So

$$\begin{aligned} g(x_1 + p, \dots, x_k + p) &= \\ &= f((x_2 + p) - (x_1 + p), \dots, (x_k + p) - (x_1 + p)) \\ &= f(x_2 - x_1, \dots, x_k - x_1) = g(x_1, \dots, x_k) \end{aligned}$$

satisfies.

**Theorem 12:** Let  $G = LH(3) \subset S(3)$  be given. Then;

The  $LH(3)$ -invariant rational function can be written as the proportion of the polynomial functions whose terms have the same degree [1].

Example: For the vector  $(x, y, z) \in R^3$ , the function

$$f(x, y, z) = \frac{x^2yz + x^2y^2}{y^2zx + y^2z^2}$$

$$\begin{aligned} f(kx, ky, kz) &= \frac{k^2x^2kykz + k^2x^2k^2y^2}{k^2y^2kzkx + k^2y^2k^2z^2} \\ &= \frac{k^4(x^2yz) + k^4(x^2y^2)}{k^4(y^2zx) + k^4(y^2z^2)} = \frac{x^2yz + x^2y^2}{y^2zx + y^2z^2} \\ &= f(x, y, z) \end{aligned}$$

satisfies. Example 2: For these vectors  $X, Y, Z, W \in R^3$  the function  $f(X, Y, Z) = \frac{\det [X Y Z]}{\det [X Y W]}$  is a  $LH(3)$ -invariant.

**Theorem 13:** Let  $G = SLS(3) \subset S(3)$  be given. Then;

i) if  $k < 3$  then the system

$$\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} \quad i, j = 1, \dots, k; \quad i \leq j$$

generate the  $SLS(3)$ -invariant rational functions.

ii) if  $k \geq 3$  then the system

$$\frac{\det [x_i \ x_j \ x_k]}{\det [x_1 \ x_2 \ x_3]}, \quad i < j < k$$

$$\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} \quad i, j = 1, 2, 3; \quad i \leq j \quad ; \quad i + j < 6;$$

$$\frac{\langle x_i, x_p \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle}; \quad i, j = 1, 2, 3; \quad p = 4, 5, \dots, k$$

generate the  $SLS(3)$ -invariant rational functions.

**Proof:** since the  $LS(3)$ -invariant functions are both  $O(3)$ -invariant and  $LH(3)$ -invariant, it is stated as Theorem 7. Similarly Because the  $SLS(3)$ -invariant rational functions will be both  $SO(3)$ -invariant and  $LH(3)$ -invariant, the proof is completed similarly as Theorem 7.

**Theorem 14:** The set of  $G = SS(3)$  invariant rational functions for  $k$  vector variables

1. Contains only one element "1" which is identity of the field if  $k = 1$ . Indeed in this case  $G = SS(3)$  invariant rational functions are constant.
2. Contains the system

$$\frac{\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle} \quad i, j = 2, 3, 4; \quad i \leq j$$

if  $2 \leq k \leq 4$

3. Contains the system

$$\begin{aligned} &\frac{\det [x_i - x_1 \ x_j - x_1 \ x_k - x_1]}{\det [x_2 - x_1 \ x_3 - x_1 \ x_4 - x_1]}, \quad i < j < k \\ &\frac{\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle} \quad i, j = 2, 3, 4; \quad i \leq j; \quad i + j < 8; \\ &\frac{\langle x_i - x_1, x_p - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle}; \quad i = 2, 3, 4; \quad p = 5, \dots, k \end{aligned}$$

if  $k > 4$ .

**Proof:** As the proof of the Theorem 8 with the help of proofs of Theorem 7 and Theorem 11, this theorem can be proved from theorem 13 and theorem 11 similarly.

### The G- Equivalence Conditions of Points Systems for $G = S(3)$ and its all subgroups in $R^3$

Fist of all these propositions can be given for  $G = S(3)$  and its all subgroups in  $R^3$

**Proposition 1:** Let  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}, \{y_1, y_2, \dots, y_k\} \subset R^3$  be given and  $G \subset S(3)$  be a linear transformation's subgroup (may be  $O(3), SO(3), LH(3), LS(3), SLS(3)$ ). Then

1. If  $x_1 = 0$  and  $y_1 \neq 0$  (or vice versa) then these vectors is not  $G$ -equivalent. i.e.  $\{x_1\} \stackrel{G}{\not\approx} \{y_1\}$
2. If  $x_1 = 0$  and  $y_1 = 0$  then these vectors is always  $G$ -equivalent. i.e.  $\{x_1\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1\}$  and the  $G$ -equivalent conditions of two point systems with  $k$  vectors  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  is reduced to  $G$ -equivalent conditions of two point systems with  $k-1$  vectors  $\{x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_2, \dots, y_k\}$ . (The same theorem can be expressed by subtracting the  $i$  th vectors.)

**Proof: 1.** Let  $x_1 = 0$  be given. Then for any transformation  $g$  in  $S(3)$  or its any subgroup  $G$ , the vector  $gx_1$  is equal to zero. So if  $\{x_1\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1\}$  then  $y_1 \neq 0$  must be satisfied. So this is a contradiction. Thus in case  $x_1 = 0$  and  $y_1 \neq 0$  these vectors must be not  $G$ -equivalent. i.e.  $\{x_1\} \stackrel{G}{\not\approx} \{y_1\}$ . The Other case can be proved similarly.

**2.** Let  $x_1 = 0$  and  $y_1 = 0$  be given. Then for any transformation  $\in G$ , Suppose that  $gx_1 = 0$  satisfies. So  $\{x_1\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1\}$  be proved. Now,  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given and  $x_1 = 0$  and  $y_1 = 0$  be supposed. In this case it must be proved that the  $G$ -equivalent conditions of two point systems with  $k$  vectors  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  is reduced to  $G$ -equivalent conditions of  $k-1$  vectors except  $x_1$  and  $y_1$ . Let  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be supposed. Then there

exist a transformation  $g \in G$  such that  $y_i = gx_i$  is written for  $i = 1, \dots, k$ . So  $y_i = gx_i$  satisfies for  $i = 2, \dots, k$ . Thus  $\{x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_2, \dots, y_k\}$ .

Conversely  $\{x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_2, \dots, y_k\}$  be supposed. Then there exist a transformation  $g \in G$  such that  $y_i = gx_i$  is written for  $i = 2, \dots, k$ . Since  $x_1 = 0$  and  $y_1 = 0$ ,  $gx_1 = y_1$  is satisfied ( $g0 = 0$ ) so  $y_i = gx_i$  is written for  $i = 1, \dots, k$ . And then  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  is obtained.

**Theorem 15:**

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given. Then  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 if  $k \leq 3$  then  $\langle x_i, x_j \rangle = \langle y_i, y_j \rangle ; i \leq j ; i, j = 1, \dots, k$   
 if  $k > 3$  then  $\langle x_i, x_j \rangle = \langle y_i, y_j \rangle ; i \leq j ; i, j = 1, 2, 3$ ; and  
 $\langle x_i, x_p \rangle = \langle y_i, y_p \rangle ; i = 1, 2, 3 ; p = 4, \dots, k$   
 satisfies for  $G = O(3) \subset S(3)$ .  
 Proof: see [10].

**Theorem 16:**

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given. Then  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 if  $k \leq 3$  then  $\langle x_i, x_j \rangle = \langle y_i, y_j \rangle ; i \leq j ; i, j = 1, \dots, k$   
 if  $k > 3$  then  
 $\langle x_i, x_j \rangle = \langle y_i, y_j \rangle ; i \leq j ; i + j < 6 ; i, j = 1, 2, 3$  and  
 $\langle x_i, x_p \rangle = \langle y_i, y_p \rangle ; i = 1, 2, 3 ; p = 4, \dots, k$   
 $det[x_1 \ x_2 \ x_3] = det[y_1 \ y_2 \ y_3]$   
 satisfies for  $G = SO(3) \subset S(3)$ .  
 Proof: see [10].

**Theorem 17:**

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given. Then  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 if  $k = 1$  then always  $\{x_1\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1\}$  satisfies.  
 if  $2 \leq k \leq 4$  then  
 $\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle = \langle y_i - y_1, y_j - y_1 \rangle ; i \leq j ; i, j = 2, \dots, k$   
 if  $k > 4$  then  
 $\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle = \langle y_i - y_1, y_j - y_1 \rangle ;$   
 $i \leq j ; i + j < 8 ; i, j = 2, 3, 4$  and  
 $\langle x_i - x_1, x_p - x_1 \rangle = \langle y_i - y_1, y_p - y_1 \rangle ;$   
 $i = 2, 3, 4 ; p = 5, \dots, k$   
 $det[x_2 - x_1 \ x_3 - x_1 \ x_4 - x_1] =$   
 $= det[y_2 - y_1 \ y_3 - y_1 \ y_4 - y_1]$   
 satisfies for  $G = SE(3) \subset S(3)$ .  
 Proof: see [10].

**Theorem 18:**

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given. Then  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 if  $k = 1$  then always  $\{x_1\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1\}$  satisfies.  
 if  $2 \leq k \leq 4$  then  
 $\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle = \langle y_i - y_1, y_j - y_1 \rangle ; i \leq j$   
 if  $k > 4$  then  
 $\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle = \langle y_i - y_1, y_j - y_1 \rangle ;$   
 $i \leq j ; i, j = 2, 3, 4$  and  
 $\langle x_i - x_1, x_p - x_1 \rangle = \langle y_i - y_1, y_p - y_1 \rangle ;$   
 $i = 2, 3, 4 ; p = 5, \dots, k$   
 satisfies for  $G = E(3) \subset S(3)$ .  
 Proof: see [10].

**Theorem 19:**

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given. the ranks of matrices of these vectors systems  $[x_1, x_2, \dots, x_k]$  and  $[y_1, y_2, \dots, y_k]$  should be same in order to be equivalent:  
 if the ranks of these matrices, (let denoted it by  $r$ ), then;  
 i) in case  $r = 3$   
 $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 $\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle} ; i \leq j$  satisfies. (for  $k \leq 3$ )  
 or  
 $\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle} ; i \leq j ; i, j = 1, 2, 3$  and  
 $\frac{\langle x_i, x_p \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_p \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle} ; i = 1, 2, 3 ; p = 4, \dots, k$   
 satisfies (for  $k > 3$ )  
 ii) in case  $r = 2$   
 $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 $\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle} ; i \leq j ; i, j = 1, 2$   
 satisfies. (for  $k \leq 2$ )  
 or  
 $\frac{\langle x_i, x_p \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_p \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle} ; i \leq j ; i, j = 1, 2 ; p = 3, \dots, k$   
 satisfies (for  $k > 2$ )  
 iii) in case  $r = 1$

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 $\frac{\langle x_1, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_1, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle} ; j = 2, \dots, k$   
 satisfies for  $G = LS(3) \subset S(3)$ .  
 Proof: see [22].

**Theorem 20:**

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given. the ranks of matrices of these vectors systems  $[x_2 - x_1, x_3 - x_1, \dots, x_k - x_1]$  and  $[y_2 - y_1, y_3 - y_1, \dots, y_k - y_1]$  should be same in order to be equivalent:  
 if the ranks of matrices, (let denoted it by  $r$  as above), then;

i) in case  $r = 3$   
 $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 $\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i \leq j$  satisfies. (for  $k \leq 4$ )  
 or  
 $\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i \leq j; i, j = 2, 3, 4$  and  
 $\frac{\langle x_i, x_p \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_p \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i = 2, 3, 4; p = 5, \dots, k$   
 satisfies (for  $k > 4$ )

ii) in case  $r = 2$   
 $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 $\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i \leq j; i, j = 2, 3$   
 satisfies. (for  $k \leq 3$ ) or  
 $\frac{\langle x_i, x_p \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_p \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i = 2, 3; p = 4, \dots, k$   
 satisfies (for  $k \geq 4$ )

iii) in case  $r = 1$   
 $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 $\frac{\langle x_j, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_j, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; j = 3, \dots, k$   
 satisfies for  $G = S(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** It can be easily proved like theorem 2.2 in [18].

**Theorem 21:**

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given.  
 the ranks of matrices of these vectors systems  
 $[x_1, x_2, \dots, x_k]$  and  $[y_1, y_2, \dots, y_k]$  should be same in order to  
 be equivalent:

if the ranks of these matrices, (let denoted it by  $r$ ), then;

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if  
 $\frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i \leq j$  satisfies for  $k \leq 2$  or for  
 arbitrary  $k$  and  $r = 1, 2$

or  
 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i \leq j; i, j = 1, 2, 3 \text{ and } i + j < 6 \\ \frac{\langle x_i, x_p \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_p \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i = 1, 2, 3; p = 4, \dots, k \\ \frac{\det[x_i \ x_j \ x_m]}{\det[x_1 \ x_2 \ x_3]} = \frac{\det[y_i \ y_j \ y_m]}{\det[y_1 \ y_2 \ y_3]} > 0; i < j < m; i, j, m = 1, \dots, k \end{array} \right.$   
 satisfies for  $k \geq 3, r = 3$  for the group  $G = SLS(3) \subset S(3)$ .

**Proof:**  $\Rightarrow$  Let  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given.  
 Then there exist a transformation  $g \in G$  such that for  
 every  $i, y_i = \lambda g x_i$  satisfies. So  $\frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle} = \frac{\langle \lambda g x_i, \lambda g x_j \rangle}{\langle \lambda g x_1, \lambda g x_1 \rangle} = \frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle}$   
 is written for every  $i$  and  $j$ . In addition for  $r = 3$ ,  
 $\frac{\det[y_i \ y_j \ y_m]}{\det[y_1 \ y_2 \ y_3]} = \frac{\det[\lambda g x_i \ \lambda g x_j \ \lambda g x_m]}{\det[\lambda g x_1 \ \lambda g x_2 \ \lambda g x_3]} = \frac{\det[x_i \ x_j \ x_m]}{\det[x_1 \ x_2 \ x_3]}$  satisfies.

$\Leftarrow$  : Let  $k \geq 3, r = 3$  be supposed and

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\langle x_i, x_j \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_j \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i \leq j; i, j = 1, 2, 3 \text{ and } i + j < 6 \\ \frac{\langle x_i, x_p \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i, y_p \rangle}{\langle y_1, y_1 \rangle}; i = 1, 2, 3; p = 4, \dots, k \\ \frac{\det[x_i \ x_j \ x_m]}{\det[x_1 \ x_2 \ x_3]} = \frac{\det[y_i \ y_j \ y_m]}{\det[y_1 \ y_2 \ y_3]}; i < j < m; i, j, m = 1, \dots, k \end{array} \right.$$

be given. Then,  $\langle y_i, y_j \rangle = \frac{\langle y_1, y_1 \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle} \langle x_i, x_j \rangle$  can be written.

This equations can be rewritten as

$$\langle y_i, y_j \rangle = \langle \lambda x_i, \lambda x_j \rangle \tag{1}$$

if  $\frac{\langle y_1, y_1 \rangle}{\langle x_1, x_1 \rangle}$  is denoted by  $\lambda$ . Since  $r = 3$  then there are three  
 linear independent vectors in each systems. So, without  
 anything in general, these vectors let be choosen as  
 $x_1 \ x_2 \ x_3$  and  $y_1 \ y_2 \ y_3$ . In this case for every  $i, j, m$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_i = \alpha_{i1}x_1 + \alpha_{i2}x_2 + \alpha_{i3}x_3 \\ x_j = \alpha_{j1}x_1 + \alpha_{j2}x_2 + \alpha_{j3}x_3 \\ x_m = \alpha_{m1}x_1 + \alpha_{m2}x_2 + \alpha_{m3}x_3 \end{array} \right. \tag{2}$$

and

$$\left\{ \begin{array}{l} y_i = \beta_{i1}y_1 + \beta_{i2}y_2 + \beta_{i3}y_3 \\ y_j = \beta_{j1}y_1 + \beta_{j2}y_2 + \beta_{j3}y_3 \\ y_m = \beta_{m1}y_1 + \beta_{m2}y_2 + \beta_{m3}y_3 \end{array} \right. \tag{3}$$

can be written. After this the proof can be completed as  
 the proof of theorem 19 in [22]. So,

$$y_i = \lambda g x_i \tag{4}$$

is obtained. However, the thing to note here is that the  
 transformation  $g$  satisfying the condition (4) may be  
 from SLS(3) or it may be from reflections whose  
 determinant is -1. The way to ensure that this is from  
 SLS(3) is to satisfy that the third condition, determinant  
 ratios are equal and possitive. Now let it be proved. From  
 (2) and (3)

$$\frac{\det[y_i \ y_j \ y_m]}{\det[x_i \ x_j \ x_m]} = \frac{\det B \cdot \det[y_1 \ y_2 \ y_3]}{\det A \cdot \det[x_1 \ x_2 \ x_3]}$$

is obtained where

$$A = \begin{pmatrix} \alpha_{i1} & \alpha_{i2} & \alpha_{i3} \\ \alpha_{j1} & \alpha_{j2} & \alpha_{j3} \\ \alpha_{m1} & \alpha_{m2} & \alpha_{m3} \end{pmatrix} \text{ and } B = \begin{pmatrix} \beta_{i1} & \beta_{i2} & \beta_{i3} \\ \beta_{j1} & \beta_{j2} & \beta_{j3} \\ \beta_{m1} & \beta_{m2} & \beta_{m3} \end{pmatrix}$$

As can be seen in the proof of theorem 19 in [22], A and  
 B are equal. So  $\det A = \det B$  is written. Then,

$$\frac{\det[y_1 \ y_2 \ y_3]}{\det[x_1 \ x_2 \ x_3]} = \frac{\det[\lambda g x_1 \ \lambda g x_2 \ \lambda g x_3]}{\det[x_1 \ x_2 \ x_3]} = \lambda^3 \det g$$

is obtained. Since  $\lambda > 0$ , the signal of proportion  
 $\frac{\det[y_1 \ y_2 \ y_3]}{\det[x_1 \ x_2 \ x_3]}$  depend on the signal of  $g$ . So it must be  
 possitive. Then  $\det g = 1$  and from (4)

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  is obtained for the group  
 $G = SLS(3)$ .

In case  $r = 2$  or  $r = 1$ , since the determinant of the  
 matrices of any three vectors must be zero. i.e.

$$\det[x_1 \ x_2 \ x_3] = \det[y_1 \ y_2 \ y_3] = 0$$

and the proportion of determinant is undefined, the conditions in the first are sufficient. This means that every two lines (or two planes) passing through origine can be rotated to transform one into the other. So the first conditions are sufficient.

**Theorem 22:**

$\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  and  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  be given. the ranks of matrices of these vectors systems  $[(x_2 - x_1) (x_3 - x_1) \dots (x_k - x_1)]$  and  $[(y_2 - y_1) (y_3 - y_1) \dots (y_k - y_1)]$  should be same in order to be equivalent: if the ranks of matrices, (let denoted it by  $r$  as above), then;  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\} \stackrel{G}{\approx} \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  if and only if

$$\frac{\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i - y_1, y_j - y_1 \rangle}{\langle y_2 - y_1, y_2 - y_1 \rangle}; i \leq j \text{ satisfies for } k \leq 3$$

or for arbitrary  $k$  and  $r=1,2$

$$\begin{cases} \frac{\langle x_i - x_1, x_j - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i - y_1, y_j - y_1 \rangle}{\langle y_2 - y_1, y_2 - y_1 \rangle}; i \leq j; i, j = 2, 3, 4 \text{ and } i + j < 8; \\ \frac{\langle x_i - x_1, x_p - x_1 \rangle}{\langle x_2 - x_1, x_2 - x_1 \rangle} = \frac{\langle y_i - y_1, y_p - y_1 \rangle}{\langle y_2 - y_1, y_2 - y_1 \rangle}; i = 2, 3, 4; p = 5, \dots, k \\ \frac{\det[x_i - x_1 \ x_j - x_1 \ x_m - x_1]}{\det[x_2 - x_1 \ x_3 - x_1 \ x_4 - x_1]} = \frac{\det[y_i - y_1 \ y_j - y_1 \ y_m - y_1]}{\det[y_2 - y_1 \ y_3 - y_1 \ y_4 - y_1]} > 0; \\ i < j < m; i, j, m = 2, \dots, k \end{cases}$$

satisfies ( for  $k \geq 4$ ) for  $G = SS(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** Since  $SS(3)$ - invariant rational function is both  $SLS(3)$ - invariant and  $Tr(3)$ - invariant, , this theorem can easily proved from Theorem 11 and Theorem 21.

**The G- Equivalence Conditions of Open B-Spline Curves for  $G= S(3)$  and its all subgroups in  $R^3$**

One of the most important properties of bezier and b-spline curves, even their surfaces, is the Invariance under Affine Transformations property expressed in theorem 2. According to this property, when we want to transform a bezier or b-spline curve with any affine transformation, it is sufficient to transform only control points instead of transforming each point of the curve. In other words, when we transform a B-spline curve  $B(t)$  of degree  $d$  with control points  $b_i$  by an affine transformation  $T$ , the curve we will obtain is also a B-spline curve of degree  $d$  whose control points are  $T(b_i)$ .

So these theorems can be stated as follows:

**Theorem 23:**Let  $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$  are open B-spline curves of degree  $d$  with control points  $b_0, b_1, \dots, b_n$  and  $c_0, c_1, \dots, c_n$  respectively and knot vektors  $t_0 = t_1 = \dots = t_d; t_{d+1}, t_{d+2}, \dots, t_{m-d-1}; t_{m-d} = t_{m-d+1} = \dots = t_m$  be given. Then

$$\mathfrak{B}_1 \stackrel{G}{\approx} \mathfrak{B}_2 \text{ if and only if } \begin{cases} \langle b_i, b_j \rangle = \langle c_i, c_j \rangle; i \leq j; i, j = 0, 1, 2; \\ \langle b_i, b_p \rangle = \langle c_i, c_p \rangle; i = 0, 1, 2; p = 3, \dots, n \end{cases}$$

satisfies for  $G = O(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** This theorem is a result of theorem 15.

**Theorem 24:**Let  $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$  are open B-spline curves of degree  $d$  with control points  $b_0, b_1, \dots, b_n$  and  $c_0, c_1, \dots, c_n$  respectively and knot vektors  $t_0 = t_1 = \dots = t_d; t_{d+1}, t_{d+2}, \dots, t_{m-d-1}; t_{m-d} = t_{m-d+1} = \dots = t_m$  be given. Then

$$\mathfrak{B}_1 \stackrel{G}{\approx} \mathfrak{B}_2 \text{ if and only if } \begin{cases} \langle b_i, b_j \rangle = \langle c_i, c_j \rangle; i \leq j; i, j = 0, 1, 2; i + j < 4 \\ \langle b_i, b_p \rangle = \langle c_i, c_p \rangle; i = 0, 1, 2; p = 3, \dots, n \\ \det[b_0 \ b_1 \ b_2] = \det[c_0 \ c_1 \ c_2] \end{cases}$$

satisfies for  $G = SO(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** This theorem is a result of theorem 16.

**Theorem 25:**Let  $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$  are open B-spline curves of degree  $d$  with control points  $b_0, b_1, \dots, b_n$  and  $c_0, c_1, \dots, c_n$  respectively and knot vektors  $t_0 = t_1 = \dots = t_d; t_{d+1}, t_{d+2}, \dots, t_{m-d-1}; t_{m-d} = t_{m-d+1} = \dots = t_m$  be given. Then

$$\mathfrak{B}_1 \stackrel{G}{\approx} \mathfrak{B}_2 \text{ if and only if } \begin{cases} \langle b_i - b_0, b_j - b_0 \rangle = \langle c_i - c_0, c_j - c_0 \rangle; i \leq j; i, j = 1, 2, 3; i + j < 6 \\ \langle b_i - b_0, b_p - b_0 \rangle = \langle c_i - c_0, c_p - c_0 \rangle; i = 1, 2, 3; p = 4, \dots, n \\ \det[b_1 - b_0 \ b_2 - b_0 \ b_3 - b_0] = \det[c_1 - c_0 \ c_2 - c_0 \ c_3 - c_0] \end{cases}$$

satisfies for  $G = SE(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** This theorem is a result of theorem 17.

**Theorem 26:**Let  $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$  are open B-spline curves of degree  $d$  with control points  $b_0, b_1, \dots, b_n$  and  $c_0, c_1, \dots, c_n$  respectively and knot vektors  $t_0 = t_1 = \dots = t_d; t_{d+1}, t_{d+2}, \dots, t_{m-d-1}; t_{m-d} = t_{m-d+1} = \dots = t_m$  be given. Then

$$\mathfrak{B}_1 \stackrel{G}{\approx} \mathfrak{B}_2 \text{ if and only if } \begin{cases} \langle b_i - b_0, b_j - b_0 \rangle = \langle c_i - c_0, c_j - c_0 \rangle; i \leq j; i, j = 1, 2, 3 \ i + j < 6 \\ \langle b_i - b_0, b_p - b_0 \rangle = \langle c_i - c_0, c_p - c_0 \rangle; i = 1, 2, 3; p = 4, \dots, n \end{cases}$$

satisfies for  $G = E(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** This theorem is a result of theorem 18.

**Theorem 27:**Let  $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$  are open B-spline curves of degree  $d$  with control points  $b_0, b_1, \dots, b_n$  and  $c_0, c_1, \dots, c_n$  respectively and knot vektors  $t_0 = t_1 = \dots = t_d; t_{d+1}, t_{d+2}, \dots, t_{m-d-1}; t_{m-d} = t_{m-d+1} = \dots = t_m$  be given and  $\text{rank}[b_0 \ b_1 \dots \ b_n] = \text{rank}[c_0 \ c_1 \dots \ c_n] = r$  be supposed. Then

$$\mathfrak{B}_1 \stackrel{G}{\approx} \mathfrak{B}_2 \text{ if and only if}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\langle b_i, b_j \rangle}{\langle b_0, b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i, c_j \rangle}{\langle c_0, c_0 \rangle}; i \leq j; i, j = 0, 1, 2; \\ \frac{\langle b_i, b_p \rangle}{\langle b_0, b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i, c_p \rangle}{\langle c_0, c_0 \rangle}; i = 0, 1, 2; p = 3, \dots, n \end{array} \right.$$

satisfies for  $r = 3$  or

$$\frac{\langle b_i, b_p \rangle}{\langle b_0, b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i, c_p \rangle}{\langle c_0, c_0 \rangle}; i = 0, 1; p = 2, \dots, n$$

satisfies for  $r = 2$  or

$$\frac{\langle b_0, b_p \rangle}{\langle b_0, b_0 \rangle} = \frac{\langle c_0, c_p \rangle}{\langle c_0, c_0 \rangle}; p = 1, \dots, n$$

satisfies for  $r = 1$

for  $G = LS(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** This theorem is a result of theorem 19.

**Theorem 28:** Let  $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$  are open B-spline curves of degree  $d$  with control points  $b_0, b_1, \dots, b_n$  and  $c_0, c_1, \dots, c_n$  respectively and knot vektors  $t_0 = t_1 = \dots = t_d; t_{d+1}, t_{d+2}, \dots, t_{m-d-1}; t_{m-d} = t_{m-d+1} = \dots = t_m$  be given and  $\text{rank}[b_1 - b_0 \dots b_n - b_0] = \text{rank}[c_1 - c_0 \dots c_n - c_0] = r$  be supposed. Then

$\mathfrak{B}_1 \stackrel{G}{\approx} \mathfrak{B}_2$  if and only if

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\langle b_i - b_0, b_j - b_0 \rangle}{\langle b_1 - b_0, b_1 - b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i - c_0, c_j - c_0 \rangle}{\langle c_1 - c_0, c_1 - c_0 \rangle}; i \leq j; i, j = 1, 2, 3; \\ \frac{\langle b_i - b_0, b_p - b_0 \rangle}{\langle b_1 - b_0, b_1 - b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i - c_0, c_p - c_0 \rangle}{\langle c_1 - c_0, c_1 - c_0 \rangle}; i = 1, 2, 3; p = 4, \dots, n \end{array} \right.$$

satisfies for  $r = 3$  or

$$\frac{\langle b_i - b_0, b_p - b_0 \rangle}{\langle b_1 - b_0, b_1 - b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i - c_0, c_p - c_0 \rangle}{\langle c_1 - c_0, c_1 - c_0 \rangle}; i = 1, 2; p = 3, \dots, n$$

satisfies for  $r = 2$  or

$$\frac{\langle b_1 - b_0, b_p - b_0 \rangle}{\langle b_1 - b_0, b_1 - b_0 \rangle} = \frac{\langle c_1 - c_0, c_p - c_0 \rangle}{\langle c_1 - c_0, c_1 - c_0 \rangle}; p = 1, \dots, n$$

satisfies for  $r = 1$

for  $G = S(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** This theorem is a result of theorem 20.

**Theorem 29:** Let  $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$  are open B-spline curves of degree  $d$  with control points  $b_0, b_1, \dots, b_n$  and  $c_0, c_1, \dots, c_n$  respectively and knot vektors  $t_0 = t_1 = \dots = t_d; t_{d+1}, t_{d+2}, \dots, t_{m-d-1}; t_{m-d} = t_{m-d+1} = \dots = t_m$  be given and  $\text{rank}[b_0 \ b_1 \dots \ b_n] = \text{rank}[c_0 \ c_1 \dots \ c_n] = r$  be supposed. Then

$\mathfrak{B}_1 \stackrel{G}{\approx} \mathfrak{B}_2$  if and only if

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\langle b_i, b_j \rangle}{\langle b_0, b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i, c_j \rangle}{\langle c_0, c_0 \rangle}; i \leq j; i, j = 0, 1, 2; i + j < 4 \\ \frac{\langle b_i, b_p \rangle}{\langle b_0, b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i, c_p \rangle}{\langle c_0, c_0 \rangle}; i = 0, 1, 2; p = 3, \dots, n \\ \frac{\det[b_i \ b_j \ b_m]}{\det[b_0 \ b_1 \ b_2]} = \frac{\det[c_i \ c_j \ c_m]}{\det[c_0 \ c_1 \ c_2]} > 0; i < j < m; i, j, m = 0, \dots, n \end{array} \right.$$

satisfies for  $r = 3$  or

$$\frac{\langle b_i, b_p \rangle}{\langle b_0, b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i, c_p \rangle}{\langle c_0, c_0 \rangle}; i = 0, 1; p = 2, \dots, n$$

satisfies for  $r = 2$  or

$$\frac{\langle b_0, b_p \rangle}{\langle b_0, b_0 \rangle} = \frac{\langle c_0, c_p \rangle}{\langle c_0, c_0 \rangle}; p = 1, \dots, n$$

satisfies for  $r = 1$

for  $G = SLS(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** This theorem is a result of theorem 21.

**Theorem 30:** Let  $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$  are open B-spline curves of degree  $d$  with control points  $b_0, b_1, \dots, b_n$  and  $c_0, c_1, \dots, c_n$  respectively and knot vektors  $t_0 = t_1 = \dots = t_d; t_{d+1}, t_{d+2}, \dots, t_{m-d-1}; t_{m-d} = t_{m-d+1} = \dots = t_m$  be given and  $\text{rank}[b_1 - b_0 \dots b_n - b_0] = \text{rank}[c_1 - c_0 \dots c_n - c_0] = r$  be supposed. Then

$\mathfrak{B}_1 \stackrel{G}{\approx} \mathfrak{B}_2$  if and only if

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\langle b_i - b_0, b_j - b_0 \rangle}{\langle b_1 - b_0, b_1 - b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i - c_0, c_j - c_0 \rangle}{\langle c_1 - c_0, c_1 - c_0 \rangle}; i \leq j; i, j = 1, 2, 3; \\ \frac{\langle b_i - b_0, b_p - b_0 \rangle}{\langle b_1 - b_0, b_1 - b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i - c_0, c_p - c_0 \rangle}{\langle c_1 - c_0, c_1 - c_0 \rangle}; i = 1, 2, 3; p = 4, \dots, n \\ \frac{\det[b_i - b_0 \ b_j - b_0 \ b_m - b_0]}{\det[b_1 - b_0 \ b_2 - b_0 \ b_3 - b_0]} = \frac{\det[c_i - c_0 \ c_j - c_0 \ c_m - c_0]}{\det[c_1 - c_0 \ c_2 - c_0 \ c_3 - c_0]} > 0; \\ i < j < m; i, j, m = 1, \dots, n \end{array} \right.$$

satisfies for  $r = 3$  or

$$\frac{\langle b_i - b_0, b_p - b_0 \rangle}{\langle b_1 - b_0, b_1 - b_0 \rangle} = \frac{\langle c_i - c_0, c_p - c_0 \rangle}{\langle c_1 - c_0, c_1 - c_0 \rangle}; i = 1, 2; p = 3, \dots, n$$

satisfies for  $r = 2$ , or

$$\frac{\langle b_1 - b_0, b_p - b_0 \rangle}{\langle b_1 - b_0, b_1 - b_0 \rangle} = \frac{\langle c_1 - c_0, c_p - c_0 \rangle}{\langle c_1 - c_0, c_1 - c_0 \rangle}; p = 1, \dots, n$$

satisfies for  $r = 1$

for  $G = SS(3) \subset S(3)$ .

**Proof:** This theorem is a result of theorem 22.

**Example:**

Let  $\gamma$  be a cubic B-spline curve of degree 3 with control points  $b_0 = (4, 2, 2), b_1 = (2, 1, 4), b_2 = (3, 4, 1), b_3 = (3, 5, 5)$  and  $t_0 = t_1 = \dots = t_3 = 0; \dots; t_4 = t_5 = \dots = t_7 = 1$ . be given.

The spline basis functions:

$$N_{0,0} = 0, \quad N_{1,0} = 0, \quad N_{2,0} = 0, \quad N_{3,0} = \begin{cases} 1, & t \in [0, 1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}, \\ N_{4,0} = 0, \quad N_{5,0} = 0, \quad N_{6,0} = 0$$

$$N_{0,1} = 0, \quad N_{1,1} = 0, \quad N_{2,1} = \begin{cases} 1-t, & t \in [0, 1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}$$

$$N_{3,1} = \begin{cases} t, & t \in [0, 1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}, \quad N_{4,1} = 0, \quad N_{5,1} = 0$$

$$N_{0,2} = 0, \quad N_{1,2} = \begin{cases} (1-t)^2, & t \in [0, 1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}, \quad N_{4,2} = 0$$

$$N_{2,2} = \begin{cases} 2t(1-t), & t \in [0, 1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}, \quad N_{3,2} = \begin{cases} t^2, & t \in [0, 1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}$$

$$N_{0,3} = \begin{cases} (1-t)^3, & t \in [0,1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases} \quad N_{1,3} = \begin{cases} 3t(1-t)^2, & t \in [0,1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}$$

$$N_{2,3} = \begin{cases} 3t^2(1-t), & t \in [0,1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases} \quad N_{3,3} = \begin{cases} t^3, & t \in [0,1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}$$

Then

$$\gamma(t) = N_{0,3}b_0 + N_{1,3}b_1 + N_{2,3}b_2 + N_{3,3}b_3$$

$$= \begin{cases} (1-t)^3b_0 + 3t(1-t)^2b_1 + 3t^2(1-t)b_2 + t^3b_3, & t \in [0,1] \\ 0, & \text{other case} \end{cases}$$

This means: for  $t \in [0,1]$

$$\gamma(t) = (-4t^3 + 9t^2 - 6t + 4, -6t^3 + 12t^2 - 3t + 2, 12t^3 - 15t^2 + 6t + 2)$$

can be written.

Let these transformations be chosen as element of  $S(3)$  and its subgroups:

For  $x \in R^3$ ,

$$g_1 \in Tr(3) \Rightarrow g_1(x) = x + (2,3,5)$$

$$g_2 \in O(3) \Rightarrow g_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$g_3 \in SO(3) \Rightarrow g_3 = \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{2} \end{pmatrix}$$

$$g_4 \in SE(3) \Rightarrow g_4(x) = g_3(x) + (2,3,5)$$

$$g_5 \in E(3) \Rightarrow g_5(x) = g_2(x) + (2,3,5)$$

$$g_6 \in LH(3) \Rightarrow g_6 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$$

$$g_7 \in SLS(3) \Rightarrow g_7 = \frac{3\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{2} \end{pmatrix}$$

$$g_8 \in LS(3) \Rightarrow g_8 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 3 \\ 0 & 3 & 0 \\ 3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$g_9 \in SS(3) \Rightarrow g_9(x) = g_7(x) + (2,3,5)$$

$$g_{10} \in S(3) \Rightarrow g_{10}(x) = g_8(x) + (2,3,5)$$

Let the images of the curve  $\gamma$  under the transformations  $g_i$  be denoted by  $\gamma_i$  respectively.

If we denote the subgroup of  $S(3)$  containing the transformation  $g_i$  with  $G_i$  then  $\gamma \stackrel{G_i}{\approx} \gamma_i$ . (see Fig.1)

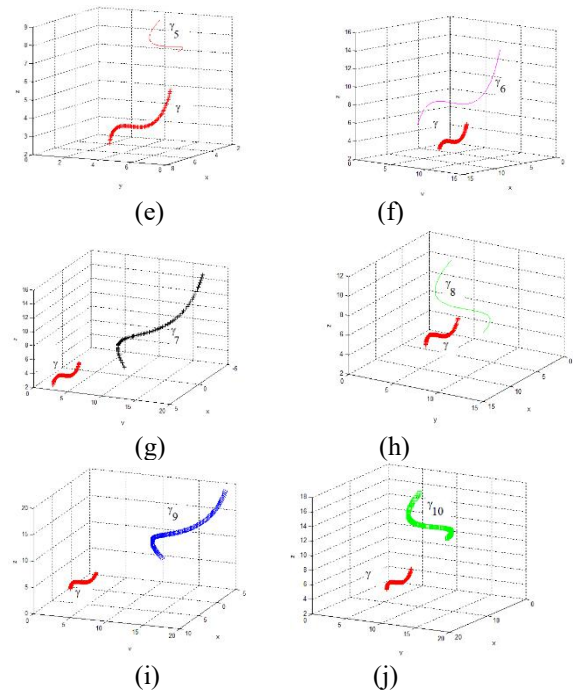
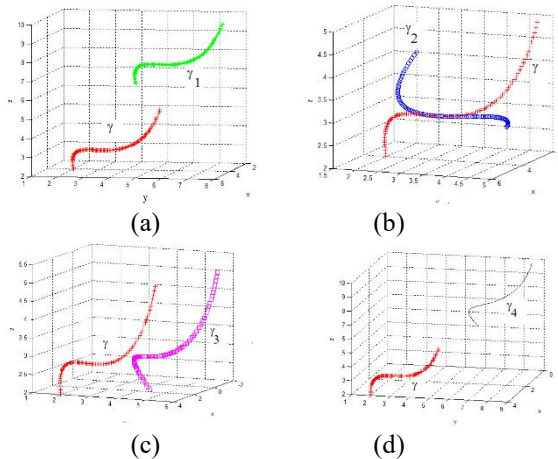


Figure 1: The  $G_i$ - Equivalent open B-spline Curves:

- (a):  $\gamma \stackrel{G_1}{\approx} \gamma_1$ , (b):  $\gamma \stackrel{G_2}{\approx} \gamma_2$ , (c):  $\gamma \stackrel{G_3}{\approx} \gamma_3$ , (d):  $\gamma \stackrel{G_4}{\approx} \gamma_4$   
 (e):  $\gamma \stackrel{G_5}{\approx} \gamma_5$ , (f):  $\gamma \stackrel{G_6}{\approx} \gamma_6$ , (g):  $\gamma \stackrel{G_7}{\approx} \gamma_7$ , (h):  $\gamma \stackrel{G_8}{\approx} \gamma_8$   
 (i):  $\gamma \stackrel{G_9}{\approx} \gamma_9$ , (j):  $\gamma \stackrel{G_{10}}{\approx} \gamma_{10}$

REFERENCES

- [1] Incesu M. The Complete System of Point Invariants in the Similarity Geometry, Phd. Thesis, Karadeniz Technical University, Trabzon, 2008.
- [2] Nagata M., Local Rings, Interscience, NY, 1962.
- [3] Hadjiev D. Some questions in the theory of vector invariants, Math. USSR-Sbornic. 1 383-396, 1967.
- [4] Grosshans F. Observeable groups and Hilbert's problem, Am. J. Math., 95 229-253, 1973.
- [5] Bridgman P.W. Dimensional Analysis, 2 Eds., Yale University Press, New Heaven, 1931.
- [6] Sedov L.I. Similarity and Dimensional Method in Mechanics, English Tr. By V. Kisin, Mir Publishers, USSR, 1982.
- [7] Langhaar H.L. Dimensional Analysis and Theory of Models, Wiley, 1951.
- [8] Weyl H. The Classical Groups, Their Invariants and Representations, 2 Eds., with suppl., Princeton, Princeton University Press, 1946.
- [9] Aripov R.G., Khadzhiev D. The complete system of differential and integral invariants of a curve in Euclidean geometry, Russian Math., 51:7 1-14, 2007.
- [10] Khadzhiev D. An Application of the Invariant Theory to the Differential Geometry of Curves, Fan, Tashkent, 1988.
- [11] Sagirolgu Y. The equivalence problem for parametric curves in one-dimensional affine space, Int. Math. Forum, 6 177-184, 2011.
- [12] Sagirolgu Y. Equi-affine differential invariants of a pair of curves, TWMS J. Pure Appl. Math., 6 238-245, 2015.
- [13] Sagirolgu Y., Peksen O. The equivalence Of Centro-Equiaffine curves, Turk. J. Math., 34 95-104, 2010.

- [14] Oren I. Complete system of invariants of subspaces of Lorentzian space, *Iran. J. Sci. Technol. A.*, 40 1-8, 2016.
- [15] Oren I. On invariants of m-vectors in Lorentzian geometry, *Int. Electron. J. Geom.*, 9 38-44, 2016.
- [16] Khadjiev D., Oren I., Peksen O. Generating systems of differential invariants and the theorem on existence for curves in the pseudo-Euclidean geometry, *Turk. J. Math.*, 37 80-94, 2013.
- [17] Incesu M., GURSOY O. LS (2)-Equivalence conditions of control points and application to planar Bézier curves, *New Trends Math. Sci.*, 5:3 70-84, 2017.
- [18] Incesu M., GURSOY O. Düzlemsel Bézier Eğrilerinin S(2)-Denklik Sartları, *MSU. J. Sci.*, 5:2 471-477, 2017.
- [19] Incesu M. The Similarity Orbits in  $R^3$ , *Math: Modelling Application Theory*, 2:1 28-37, 2017.
- [20] İncesu M., Gürsoy O.  $G=S(1)$ ,  $G=S(2)$  ve alt Grubları için G-Yörüngeler, *MSU. J. Sci.*, 6:2 595-602, 2018.
- [21] Ören I., Incesu M. Detecting Similarities of Bézier Curves for the Groups  $LSim(E2)$ ,  $LSim+(E2)$ , *Conference Proceedings of Science and Technology*, 2:2 129-133, 2019.
- [22] Incesu M. LS (3)-equivalence conditions of control points and application to spatial Bézier curves and surfaces. *AIMS Mathematics*, 5:2 1216-1246, 2020.
- [23] Incesu M.  $R^3$  de k- Vektör İçin  $R(x_1, x_2, \dots, x_k)^{S(3)}$  Cisminin Üreteçleri. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences.*, 32:3 239-250, 2020.
- [24] Farin G. Curvature continuity and offsets for piecewise conics, *ACM T. Graphic*, 8 89-99, 1989.
- [25] Farouki R. Exact offsets procedures for simple solids, *Comput. Aided. Geom. D.*, 2 257-279, 1985.
- [26] Farouki R., Rajan V.T. On the numerical condition of polynomials in Bernstein form, *Comput. Aided Geom. D.*, 4 191-216, 1987.
- [27] Hoschek J. Offset curves in the plane, *Comput. Aided. Des.*, 17 77-82, 1985.
- [28] Tiller W., Hanson E. Offsets of two-dimensional profiles, *IEEE Comput. Graph.*, 4 36-46, 1984.
- [29] Potmann H. Rational curves and surfaces with rational offsets, *Comput. Aided. Geom. D.*, 12 175-192, 1995.
- [30] Incesu M., GURSOY O. The similarity invariants of Bézier curves and surfaces, *Nat. Math. Symp.*, Ataturk University, Erzurum, Turkey, 2007.
- [31] Samancı H.K., Celik S., Incesu M. The Bishop Frame of Bézier Curves, *Life Sci. J.*, 12:6 175-180, 2015.
- [32] Bulut V., Caliskan A. The Exchange Variations Between Bézier Directrix Curves of Two Developable Ruled Surfaces, *J. Dynamical Sys. Geom. Theories*, 13 103-114, 2015.
- [33] Samancı H.K. Generalized dual-variable Bernstein polynomials, *Konuralp J. Math.*, 5 56-67, 2016.
- [34] Incesu M., GURSOY O. The similarity invariants of integral B-splines, *International scientific conference Algebraic and geometric methods of analysis*, May 31-June 5, Odesa, 2017.
- [35] Erkan E., Yuce S. Serret-Frenet frame and curvatures of Bézier curves, *Mathematics*, 6 321-351, 2018.
- [36] Samancı H.K. Some geometric properties of the spacelike Bézier curve with a timelike principal normal in Minkowski 3-space, *Cumhuriyet Sci. J.*, 39 71-79, 2018.
- [37] Samancı H.K., Kalkan O., Celik S. The timelike Bézier spline in Minkowski 3-space, *J. Sci. Arts*, 19 357-374, 2019.
- [38] Baydas S., Karakas B. Detecting a curve as a Bézier curve, *J. Taibah Univ. Sci.*, 13 522-528, 2019.
- [39] Marsh D. *Applied geometry for computer graphics and CAD*, Springer-Verlag London Berlin Heidelberg, London, 1999.

## ***Nepeta transcaucasica* Grossh. (kaf pisikotu) Ekstraktının HPLC ile Fenolik Madde İçeriğinin Tayini, Antimikrobiyal, Antioksidan ve DNA Koruyucu Aktivitelerinin Belirlenmesi**

Ahmet SAVCI<sup>1</sup>, Enver Fehim KOÇPINAR<sup>2</sup>, Yusuf ALAN<sup>3</sup>, Murat KURŞAT<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Moleküler Biyoloji ve Genetik, Fen-Edebiyat Fakültesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye

<sup>2</sup> Tıbbi Laboratuvar Teknikleri, Sağlık MYO, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye

<sup>3</sup> Temel Eğitim Bölümü, Eğitim Fakültesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye

<sup>4</sup> Biyoloji, Fen-Edebiyat Fakültesi, Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis, Türkiye

✉: a.savci@alparslan.edu.tr,  <sup>1</sup> 0000-0002-9609-785X,  <sup>2</sup> 0000-0002-6031-4664,  <sup>3</sup> 0000-0003-0007-0212,  <sup>4</sup> 0000-0002-0861-4213

Geliş (Received):18.09.2020

Düzeltilme (Revision):19.11.2020

Kabul (Accepted): 03.12.2020

### **ÖZ**

Lamiaceae familyasının üyeleri içerdikleri sekonder metabolitler sayesinde geleneksel tıpta ve tarımda yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada, Bitlis İlinde toplanan *Nepeta transcaucasica* Grossh. (kaf pisikotu) bitkisinden elde edilen etanol ekstraktının fenolik madde içeriği HPLC ile belirlenerek, antimikrobiyal, antioksidan ve DNA koruyucu aktiviteleri araştırıldı. Ekstraktın en fazla apigenin ve vanillin içerdiği belirlendi. Antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre genel olarak değerlendirildiğinde iyi derecede aktivite gösterdiği gözlemlendi. Aynı zamanda ekstraktın eritromisin hariç diğer antibiyotiklerden daha iyi antibakteriyal aktivite gösterdiği düşünülmektedir. Çalışmada, ekstraktın *in vitro* antioksidan özelliklerini belirlemek amacıyla dört farklı metot kullanıldı. Çalışmanın sonucuna göre *N. transcaucasica* ekstraktının, BHA, BHT ve  $\alpha$ -tokoferol standart antioksidanlarına yakın antioksidan aktivite sergilediği belirlendi. Son olarak ekstraktın, pBR322 DNA plazmiti üzerine koruyucu etki göstermediği gözlemlendi. *N. transcaucasica* ile ilgili çalışmalar kısıtlı olduğundan, bu çalışmada elde edilen sonuçların literatüre önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Antimikrobiyal, antioksidan, bitki, DNA, HPLC

## **Determination of Phenolic Content by HPLC, Antimicrobial, Antioxidant and DNA Protective Activities of *Nepeta transcaucasica* Grossh. (kaf pisikotu) Extract**

### **ABSTRACT**

Members of the Lamiaceae family are widely used in traditional medicine and agriculture thanks to their secondary metabolites. In this study, the phenolic substance content of ethanol extract obtained from *Nepeta transcaucasica* Grossh. (kaf pisikotu) plant collected in Bitlis province was determined by HPLC and antimicrobial, antioxidant and DNA protective activities were investigated. It was determined that the extract contained the most apigenin and vanillin. When evaluated according to the antimicrobial activity results, it was observed that it showed good activity. It was also found that the extract showed better antibacterial activity than other antibiotics except erythromycin. Four different methods were used to determine the *in vitro* antioxidant properties of the extract. According to the results of the study, it was determined that *N. transcaucasica* extract exhibited antioxidant activity close to BHA, BHT and  $\alpha$ -tocopherol standard antioxidants. Finally, it was observed that the extract had no protective effect on the pBR322 DNA plasmid. Since the studies on *N. transcaucasica* are limited, it is thought that the results obtained in this study will make important contributions to the literature.

**Keywords:** Antimicrobial, antioxidant, DNA, HPLC, plant

### **GİRİŞ**

Geleneksel tıp, tarım, aromaterapi, alternatif tıp gibi çeşitli kullanım alanları olan Lamiaceae familyasının [1], 250'ye yakın cinsi ve 3200'ü aşkın türü mevcuttur. Ülkemizin en zengin 3. familyası olan bu familya, 46 cins ve 758 takson ile temsil edilmekte olup endemizm oranı % 45'tir [2]. Lamiaceae familyasının önemli bir üyesi olan *Nepeta* cinsi; Avrupa, Asya ve Afrika'da yayılan 280 tür içerir. Türkiye'de 33 tür ve 19'u endemik olmak üzere toplam 40 taksonla temsil edilmektedir. Bu türlerden bazıları tıbbi özellikleri ve biyolojik

aktiviteleri ile tanınmaktadır. Halk hekimliğinde idrar söktürücü, terletici, antispazmodik, anti-astım, yatıştırıcı ve mide rahatsızlıklarını tedavi etmede kullanılırlar [3]. Tıbbi öneme sahip olan Lamiaceae familyasına ait bitkiler, içerdikleri sekonder metabolitlerden dolayı büyük önem taşımaktadır. Daha önceki çalışmalarda familyanın; antimikrobiyal [4], antifungal [5], anti-inflamatuar [6], antikanser, antioksidan [7, 8] gibi çeşitli biyolojik aktiviteleri bulunduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada Lamiaceae familyasına ait olan *Nepeta transcaucasica* Grossh. (kaf pisikotu) toprak üstü

kısımlarından etanol ekstraktı elde edilerek, sekonder metabolit olan 14 farklı fenolik madde miktarı Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) ile belirlendi. Üç gram pozitif, dört gram negatif bakteri ve üç adet fungusun dahil olduğu 10 farklı mikroorganizma üzerindeki antimikrobiyal etkileri oyuk agar yöntemi ile araştırıldı. Ayrıca ekstraktın antioksidan aktivitesi ve DNA üzerindeki koruyucu aktivitesi araştırıldı.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Bitki örneklerinin toplanması ve ekstraksiyonu

Çalışmada kullanılan *N. transcaucasica* bitkisi, vejetasyon dönemlerinde 2014-2015 yılları arasında toplandı (Van, Erçiş, Deli çay çevresi, 1850 m, 39° 02'07" N, 43° 29'17" E). Toplanan bitki örnekleri Bitlis Eren Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda herbaryum materyali haline getirilerek (M.KURŞAT: 6045) koduyla saklanmaktadır. Bitki örneklerinden 50'şer gr alınıp soxhlet cihazı yardımıyla etanol ekstraktı elde edildi ve -18 °C'de muhafaza edildi.

### HPLC ile fenolik madde analizi

Fenolik madde miktarının belirlenmesi amacıyla, gallik asit, kurkumin, katekol, askorbik asit, vanilin, mirisetin, absisik asit, kuersetin, apigenin, kemferol, kafeik asit, sinnamik asit, salisilik asit ve rozmarinik asitin son konsantrasyonu 10 mg/ml olacak şekilde hazırlandı. %1'lik asetik asit ile 1/9 oranında asetonitril ilave edilerek çözelti hazırlandı. Çözeltiye 1/1 oranında metanol ilave edilerek standartları çözmek için gerekli olan stok çözelti hazırlandı. Stok çözeltiler 5 farklı oranda (100 mM, 75 mM, 50 mM, 25 mM ve 10 mM) hazırlandı [9]. *N. transcaucasica* ekstraktını HPLC'ye yüklemek için gerekli prosedür önceki çalışmamıza göre yapıldı [10].

### Antimikrobiyal aktivite tayini

Dimetil sülfoksit (DMSO)'da çözdürülen *N. transcaucasica* ekstraktının antimikrobiyal aktivite tayini oyuk agar yöntemi ile yapıldı [11]. Bu çalışmada *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus megaterium* DSM 32, *Eshericha coli* ATCC 11229, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Klebsiella pneumonia* ATCC 13883, *Yarrowia lipolytica*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Candida albicans* ATCC 10231 mikroorganizmaları kullanıldı. Test mikroorganizmaları Muş Alparslan Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı'ndan temin edildi. Ekstraktın üç farklı miktarı (75 µl, 100 µl ve 150 µl) kullanıldı. Test bakteri ve mayaların (10<sup>6</sup> CFUs/ml) bulanıklığı Mc Farland 0,5 standartına göre ayarlandı [12]. Antibiyotiklerle kıyaslamak için Oxoid'ten temin edilen, Eritromisin (E-15), Ampisillin/sulbaktam (SAM-20), Rifampisin (RD-5), Amikasin (AK-30) ve Fluconazol (FCA-25) kullanıldı. Meydana gelen inhibisyon zonlarının çapı mm cinsinden ölçüldü.

### Antioksidan Özellikler

### Ferrik tiyosiyanat metoduna göre total antioksidan aktivite tayini

Çalışmada, lipit peroksidasyonunu inhibe etme yüzdelere belirlemek için tiyosiyanat metodu kullanıldı [13]. Farklı konsantrasyonlarda stok çözelti, deney tüplerine pipetlendi ve hacim tampon çözeltiyle (pH: 7,4) 2,5 ml'ye tamamlandı. Ardından tüplere 2,5 ml linoleik asit emülsiyonu ilave edildi. 37 °C'de inkübasyona bırakılan örneklerden her on saatte bir 100'er µl alındı, 4,7 ml etanol bulunan deney tüplerine konuldu. 100 µl Fe<sup>2+</sup> ve 100 µl SCN<sup>-</sup> çözeltisi ilave edildi. Spektrofotometrede 500 nm'de absorbanslar köre karşı okundu. Kontrol maksimum absorbansa ulaşınca deney sonlandırıldı. Standart antioksidanlardan Bütillenmiş hidroksianisol (BHA), Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve E vitamini (α-tokoferol) kullanıldı.

### Total indirgeme kuvveti tayini

Fe<sup>+3</sup> iyonunun Fe<sup>+2</sup> iyonuna indirgenme gücünün tayini Oyaizu yöntemine göre yapıldı [14]. Stok çözeltilerden 25, 50 ve 100 µg/ml olacak şekilde örnekler alındı ve test tüplerine aktarıldı, ardından hacim saf suyla 1 ml'ye tamamlandı. Daha sonra her bir tüpe 2,5 ml 0,2 M tampon çözelti (pH: 6,6) ve 2,5 ml % 1'lik potasyumferrisiyanür [K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>] ilave edildikten sonra inkübasyona başlandı (50 °C'de 20 dk). İnkübasyondan sonra karışımın üzerine 2,5 ml triklorasetik asit (TCA) eklendi. Santrifüj işleminden sonra karışımın üst fazından 2,5 ml alındı ve üzerine 2,5 ml destile su ve 0,5 ml FeCl<sub>3</sub> eklenip, spektrofotometrede 700 nm'de absorbansları alındı.

### DPPH radikali giderme aktivitesi tayini

Serbest radikal giderme amaçlı 1,1-Difenil 2-pikril hidrazil (DPPH)'in 1 mM'lık çözeltisinin kullanıldığı bu çalışma Blois metoduna [15] göre yapıldı. Deney tüplerine sırasıyla 25 µg/µl, 50 µg/µl ve 100 µg/µl konsantrasyonlarında ekstraktlar aktarıldı ve etanol ile toplam hacim üç ml'ye tamamlandı. DPPH• çözeltisinden tüplere birer ml ilave edilerek yarım saat inkübe edildi. Spektrofotometre kullanılarak 517 nm'de absorbansları kaydedildi.

### Kuprak metoduna göre indirgeme kuvveti tayini

Ekstrakt ve standartların kuprik iyonu (Cu<sup>2+</sup>) indirgeme kapasiteleri Apak ve arkadaşlarının kullandığı Kuprak metodunun [16] hafif bir modifikasyonuna göre yapıldı. Deney tüplerine 0,25 ml CuCl<sub>2</sub> çözeltisi ilave edildikten sonra üzerine 0,25 ml 7,5x10<sup>-3</sup> M'lık etanolik neokuprin çözeltisi ve 1 asetat tamponu aktarıldı. Ardından farklı konsantrasyonlarda (25 µg/µl, 50 µg/µl, 75 µg/ml) numune ve standartlar ilave edildi. Yarım saatlik bir inkübasyondan sonra 450 nm'de absorbansları kaydedildi.

### DNA üzerindeki etkileri

*N. transcaucasica* etanol ekstraktının DNA üzerindeki etkisi pBR322 plazmid DNA kullanılarak agaroz jel elektroforez yöntemi ile belirlendi [11]. Öncelikle ekstraktı, 200 mg/ml konsantrasyonunda olacak şekilde

DMSO'da çözdürüldü ve 3 farklı konsantrasyonda (100, 50 ve 25 mg/ml) hazırlandı. Çalışmanın totalinde toplam 20 adet PCR tüpü kullanılarak sırasıyla; 1. pBR322 DNA (200 ng) 10 µl, 2. Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 5 µl, 3. DMSO 10 µl, 4. Etanol ekstraktı 10 µl ve 5. Tüplerdeki toplam miktar 25 µl 'ye tamamlanacak şekilde steril saf su ilave edilerek hazırlandı. Örnekler, 37 °C' de 24 saat karanlık ortamda inkübe edildi. DNA'nın 5 µl' si yükleme tamponu ile karıştırılıp agaroz jele yüklendi. Elektroforeden sonra görüntüler alındı [17].

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Fenolik madde miktarı tayini

*N. transcaucasica* fenolik madde içeriklerini belirlemek için 14 farklı fenolik standart kullanılarak miktar analizi HPLC cihazı ile yapıldı. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Sonuçlara göre; *N. transcaucasica* ekstraktında en az miktarda kemferol (1,365 µg/ml) var iken, en fazla miktarda ise apigenin (117,009 µg/ml) varlığı tespit edildi. Askorbik asit, gallik asit, vanilin ve salisilik asit varlığına rastlanmadı. Önceki çalışmalarda Lamiaceae familyasına ait bitki türlerinin içeriğinde yüksek oranda rozmarinik asit tespit edilmiştir [18-21]. *Nepeta* cinsine ait bitkiden elde edilen ekstraktın fenolik madde içeriğine göre en fazla klorojenik asit, rozmarinik asit, kuinik asit, kemferol ve kumarik asit bileşikler tespit edilmiştir [22]. Çalışmamızda ise *N. transcaucasica* ekstraktında en fazla miktarda sırasıyla apigenin, mirisetin ve rozmarinik asit tespit edildi.

**Tablo 1.** *N. transcaucasica* etanol ekstraktının içerdiği fenolik bileşik miktarları (µg/ml)

Fenolikler	µg/ml
Askorbik asit	SY
Gallik asit	SY
Mirisetin	50,666
Absisik Asit	1,942
Kuersetin	10,617
Apigenin	117,009
Kemferol	1,365
Kurkumin	6,500
Katekol	18,120
Vanilin	SY
Kafeik asit	6,527
Sinnamik asit	1,416
Rozmarinik asit	30,513
Salisilik asit	SY

SY: Sonuç Yok

### Antimikrobiyal aktivite çalışmaları

*N. transcaucasica* ekstraktının ve antibiyotiklerin mikroorganizmalar üzerindeki etkilerinin sonuçları Tablo 2A ve 2B'de gösterildi. Mikroorganizmalara karşı *N. transcaucasica* ekstraktı incelendiğinde *C. albicans*'a (27±1,73 mm) karşı en iyi aktiviteyi gösterirken, en az aktiviteyi ise *E. coli*' ye (12±0,00 mm) karşı gösterdiği tespit edildi. Aynı zamanda konsantrasyon artışına bağlı

olarak ekstraktın aktivitesinin arttığı gözlemlendi. Ekstraktın *K. pneumonia*'ye karşı herhangi bir antibakteriyal etki göstermediği gözlemlendi. Lamiaceae familyasına ait bitkilerin metanol ve etanol ekstraktlarının *S. aureus* ve *B. subtilis* üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir [23]. *Nepeta* ile yapılan çalışmada metanol ekstraktının en yüksek antibakteriyel aktiviteyi *B. megaterium*'a, en düşük aktiviteyi ise *B. subtilis* ve *E. coli*'ye karşı gösterdiği rapor edilmiştir [22]. Lamiaceae familyasına ait başka bir çalışmada su ekstraktı hariç diğer ekstraktların antibakteriyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir [24]. *Nepeta* cinsine ait bir başka bitkinin etanol ekstraktının *S. cerevisiae*'ye karşı en yüksek aktiviteyi gösterdiği, *Y. lipolytica*'ya karşı hiçbir aktivite göstermediği tespit edilmiştir [18]. Bu çalışmada *N. transcaucasica* ekstraktı ise en iyi aktiviteyi *C. albicans*'a karşı gösterdiği belirlendi. *N. transcaucasica* etanol ekstraktının, kontrol grubu olarak kullanılan konsantrasyondaki antibiyotiklerle karşılaştırıldığında, eritromisin hariç diğer antibiyotiklerden daha iyi antibakteriyal aktivite gösterdiği söylenebilir. Ayrıca *N. transcaucasica* ekstraktının *C. albicans*'a karşı flukonazol'den daha iyi antifungal aktivite gösterdiği tespit edildi.

Daha önce yapılan bir çalışmada Lamiaceae familyasına ait ekstraktların, ampicillin ve kanamisin antibiyotiklerinden daha az oranda aktivite gösterdiği tespit edilmiştir [25]. Lamiaceae familyasına ait başka bir çalışmada ise elde edilen ekstraktların kontrol amaçlı olarak kullanılan antibiyotiklerden daha az aktivite gösterdikleri belirtilmiştir [24]. Bazı çalışmalarda *Nepeta* cinsine ait bitki ekstraktlarının antibiyotiklerden daha az aktivite gösterdikleri rapor edilmiştir [18, 22]. Bir başka çalışmada ise *Nepeta transcaucasica* metanol ekstraktının standart olarak kullanılan ilaçtan daha iyi antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir [26]. Bu çalışmada ise ekstraktın, eritromisin hariç diğer antibiyotiklerden daha iyi antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edildi.

### Antioksidan özellikler

#### Total antioksidan aktivite sonuçları

*N. transcaucasica* etanol ekstraktı DMSO'da çözdürülerek total antioksidan aktiviteleri "Ferrik Tiyosiyanat Metoduna" göre belirlendi. *N. transcaucasica* total antioksidan aktivite tayini için sırasıyla 25 µg/ml, 50 µg/ml ve 100 µg/ml konsantrasyonları kullanıldı (Şekil 1). Şekilde de görüldüğü gibi örneklerin total antioksidan aktivitesi, numune konsantrasyonu ile genellikle doğru orantılı olarak arttı.

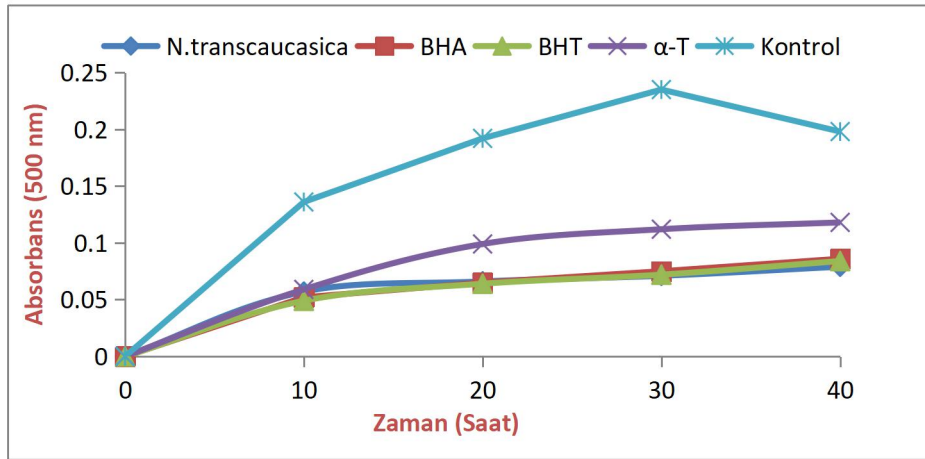
Numunelerin linoleik asit emülsiyonunu inhibe etme yüzdeleri, kontrol değerinin maksimuma ulaştığı inkübasyon anı olan yirminci saat baz alınarak hesaplandı. Hesaplamalar aşağıdaki eşitliğe göre yapıldı.

$$\text{Lipit peroksidasyonu inhibisyonu (\%)} = 100 - (\text{Ae} / \text{Ak} \times 100)$$

**Tablo 2. A)** *N. transcaucasica* ekstrakt konsantrasyonuna bağlı olarak antimikrobiyal etki yarıçapları (mm). **B)** antibiyotiklerin konsantrasyona bağlı antimikrobiyal etki yarıçapları (mm)

A				B				
<i>N. transcaucasica</i> ekstraktı				Antibiyotikler				
Mikroorganizmalar	75µl	100µl	150µl	Eritromisin (E-15)	Ampisillin/sulbactam (SAM-20)	Amikasin (AK-30)	Rifampisin (RD-5)	Flukonazol (FCA-25)
Gram (+)								
<i>B. subtilis</i>	- <sup>1</sup>	-	13±1,00	20±0,00	14±1,15	11±1,00	21±0,00	-
<i>S. aureus</i>	15±0,00 <sup>2</sup>	17±0,57	19±1,00	21±1,00	10±0,00	9±0,00	18±1,15	-
Gram (-)								
<i>B. megaterium</i>	12±0,00	14±1,00	18±1,52	25±0,00	-	10±1,00	16±0,00	-
<i>E. aerogenes</i>	-	-	15±0,57	27±1,00	10±1,00	9±0,00	16±1,00	-
<i>E. coli</i>	-	-	12±0,00	19±1,52	13±0,00	13±0,00	18±0,00	-
<i>P. aeruginosa</i>	12±0,00	14±0,57	15±1,00	19±0,00	-	14±1,15	8±0,00	-
<i>K. pneumonia</i>	-	-	-	19±1,73	16±0,57	10±0,00	19±1,73	-
Fungus								
<i>Y. lipolytica</i>	13±0,00	16±0,57	17±1,00	-	-	-	-	21±0,00
<i>C. albicans</i>	20±1,00	22±0,57	27±1,73	-	-	-	-	23±1,52
<i>S. cerevisiae</i>	-	17±1,00	19±0,57	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>: inhibisyon zonu oluşmadı, <sup>2</sup>: mm inhibisyon zonu

**Şekil 1.** *N. transcaucasica* ekstraktının total antioksidan aktivitesinin BHA, BHT ve a-tokoferol ile karşılaştırılması

Burada; Ae: kontrol değerinin maksimuma ulaştığı inkübasyon anındaki ekstraktın verdiği absorbans değeri, Ak ise kontrolün maksimuma ulaştığı inkübasyon anındaki kontrolün verdiği absorbans değerini ifade eder.

100 µg/ml konsantrasyonunda *N. transcaucasica* linoleik asit emülsiyonu peroksidasyonunu %71.91 inhibe ederken aynı konsantrasyonda BHA, BHT ve α-tokoferol linoleik asit peroksidasyonunu yine sırasıyla % 72.34, % 72.76 ve % 57.87 oranında inhibe ettikleri gözlenmiştir. Çalışmada kullanılan ekstraktın standart antioksidanlara yakın aktivite gösterdiği saptandı.

#### İndirgeme Kuvveti Tayini Sonuçları (FRAP)

Ekstraktın ve standartların indirgeme kapasitelerinin konsantrasyona bağlı olarak arttığı görüldü. 25 µL, 50 µL ve 100 µL konsantrasyonlardaki numunelerin indirgeme kuvveti tayini 700 nm'de absorbanslarının ölçülmesiyle belirlendi. *N. transcaucasica*, BHA, BHT ve α-tokoferol indirgeme kuvveti kapasiteleri şu şekilde sıralanmaktadır (Şekil 2): BHA > BHT > α-tokoferol > *N.transcaucasica*.

*Nepeta*'nın farklı bir türüyle yapılan çalışmada FRAP metoduna göre yapılan indirgeme kuvveti sonuçları

çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Sonuçlara göre indirgeme kuvvetleri şu şekilde sıralanmıştır. BHA > BHT > Askorbik asit > *Nepeta nuda* subsp. *lydiae* etanol ekstresi [22].

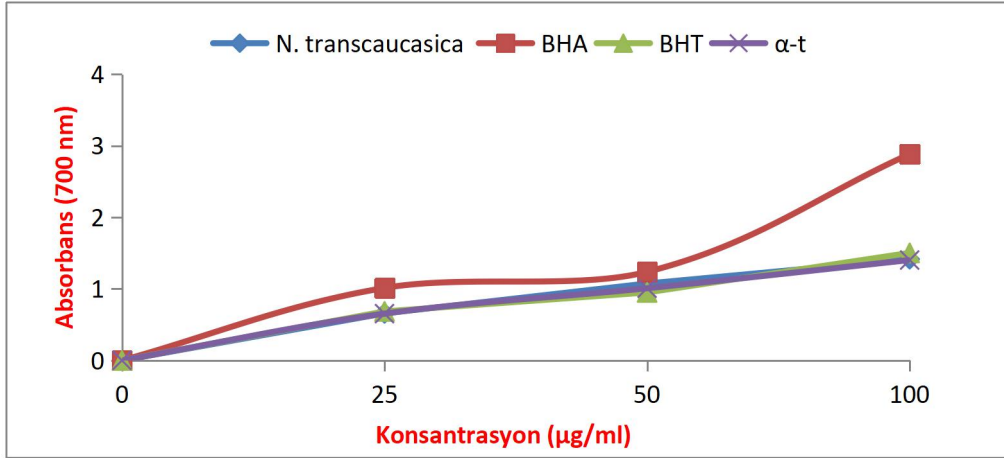
#### DPPH radikal giderme aktivitesi sonuçları

Ekstraktın ve standartların DPPH radikali giderme aktivitesi Şekil 3'de görüldüğü gibi konsantrasyon ile doğru orantılı olarak arttı. *N. transcaucasica* ekstraktının 100 µl'de radikal giderme aktivitesi sonucuna göre, standartlara çok yakın değerlerde radikal giderme aktivitesi sergilediği tespit edildi.

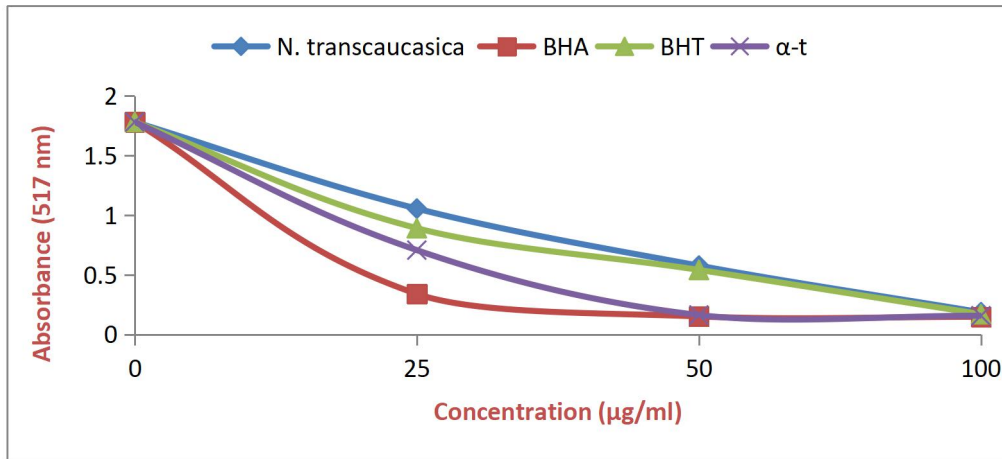
*N. transcaucasica* ile kullanılan standartlar, 100 µg/ml konsantrasyonunda sırasıyla şu şekilde DPPH radikali giderme aktivitesi sergilediler: BHA (%91,74) ≥ α-tocopherol (%91,23) ≥ BHT (%90,50) ≥ *N. transcaucasica* (%89,61).

#### Kuprik iyonlarını (Cu<sup>2+</sup>) kupröz iyonlarına (Cu<sup>+</sup>) indirgeme kuvveti sonuçları

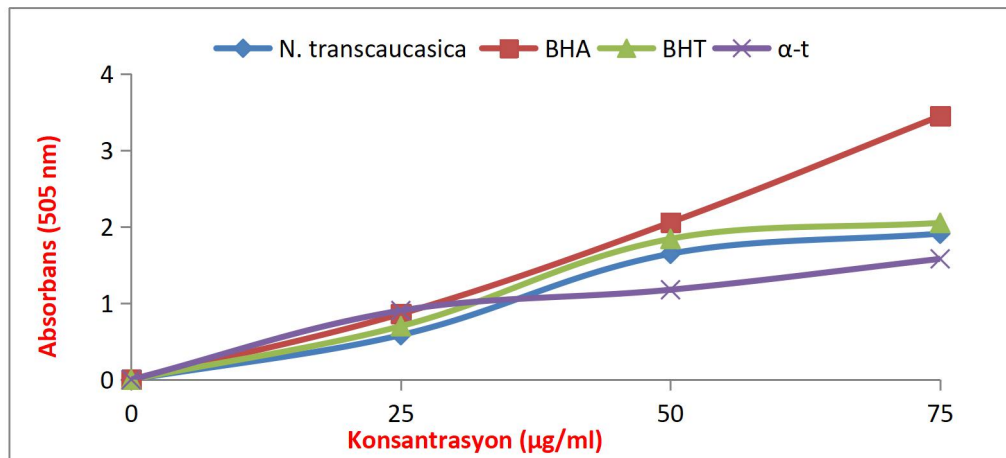
*N. transcaucasica* etanol ekstraktının, kuprik iyonlarını (Cu<sup>2+</sup>) indirgeme kapasitesinin konsantrasyon artışı ile doğru orantılı olarak arttığı gözlemlendi. Ekstraktın, Cu<sup>2+</sup> iyonlarını indirgeme kapasitesi farklı konsantrasyondaki



Şekil 2. *N. transcaucasica* etanol ekstraktının indirgeme kuvveti sonuçları



Şekil 3. Farklı konsantrasyonlardaki (25-100 µg/ml) *N. transcaucasica* ekstraktının DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin BHA, BHT ve α-tokoferol ile karşılaştırılması



Şekil 4. *N. transcaucasica* etanol ekstraktının farklı konsantrasyonlardaki (25-75 µg/ml) kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesinin BHA, BHT ve α-tokoferol ile karşılaştırılması.

(25-75 µg/ml) çözeltilerinin 450 nm'deki absorbanları ölçülerek belirlendi (Şekil 4). Örneklerin 75 µg/ml konsantrasyonundaki indirgeme kapasitesi şu şekilde sıralandı. BHA > BHT > *N. transcaucasica* > α-tokoferol. *Nepeta* cinsine ait yapılan in vitro antioksidanların sınırlı sayıda olduğu görüldü. Yapılan bir çalışmada *Nepeta nuda* subsp. *lydiae* türünün

çalışmamızda kullanılan metotlarla antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Etanol ve su ekstraktının genel olarak antioksidan aktiviteleri iyi olarak tespit edilmiş ve standartlara yakın aktivitelere sahip olduğu rapor edilmiştir [22]. Başka bir çalışmada *N. transcaucasica* metanol ekstraktının çok güçlü DPPH

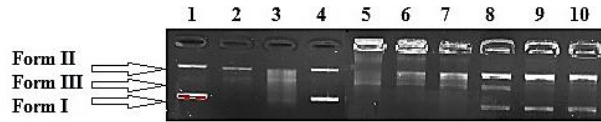


radikal süpürme aktivitesine sahip olduğu (%80) belirtilmiştir [27].

### DNA Koruyucu Aktivite Sonuçları

Herhangi bir madde veya bitki ekstraktı, plazmid DNA ile etkileştiğinde DNA'nın süper sarmal yapısında (Form I) bir iplikçığı kırılır. Bunun sonucunda DNA gevşek bir yapı oluşturarak agaroz jelde daha yavaş hareket eden, gevşek sarmal DNA (Form II) haline dönüşür. Gevşek yapıdaki sarmal DNA'nın iki iplikçığının kopmasıyla Form III olan doğrusal formdaki DNA şekli meydana gelir [28]. Çalışmada kullanılan ekstraktın plazmid DNA ile etkileşimi sonucunda oluşan değişiklikler, Form I, Form II ve Form III dönüşümü gözlemlenerek belirlenebilir.

Elde edilen jel görüntüsüne göre H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin Form I'i parçaladığı ve DMSO ile birlikte DNA'yı parçaladığı gözlemlendi. DMSO tek başına DNA'ya kısmen etki gösterdi. *N. transcaucasica* ekstraktının konsantrasyona bağlı olarak H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+DMSO'un süpürücü etkisini ortadan kaldıramadığı görüldü.



**Şekil 5.** *N. transcaucasica* etanol ekstraktının DNA koruyucu aktivite görüntüsü. 1. DNA, 2. DNA+ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 3. DNA+ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+DMSO, 4. DNA+ DMSO, 5. DNA+ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Ekstrakt (100 mg/ml), 6. DNA+ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+ Ekstrakt (50 mg/ml), 7. DNA+ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+ Ekstrakt (25 mg/ml), 8. DNA+ Ekstrakt (100 mg/ml), 9. DNA+ Ekstrakt (50 mg/ml), 10. DNA+ Ekstrakt (25 mg/ml).

Aynı zamanda *N. transcaucasica* ekstraktının tek başına uygulandığında DNA'nın kararlı halde kalmasını sağladığı tespit edildi. Daha önce yapılan bir çalışmada Lamiaceae familyasına ait bitkilerden elde edilen su ekstraktlarının konsantrasyon miktarlarına bağlı olarak H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve UV ışınları uygulanarak hasara uğratılan pBR322 DNA plazmiti üzerine koruyucu etki gösterdiği belirtilmiştir [29]. Diğer bir çalışmada ise bu familyaya ait bitkilerin uçucu yağlarının plazmid DNA'yı kararlı hale getirdiği bildirilmiştir [30]. Bir başka çalışmada ise Lamiaceae familyasına ait *Leucas aspera* bitkisinde elde edilen su ekstraktının DNA'yı daha iyi koruduğu tespit edilmiştir [31]. Bu çalışmada ise ekstraktın pBR322 plazmid DNA üzerinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+DMSO'un süpürücü etkisini ortadan kaldıramadığı gözlemlendi. Bu farklılığın farklı bir tür kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

### SONUÇ

Bu çalışmada *N. transcaucasica* etanol ekstraktının HPLC ile fenolik madde miktarları, antimikrobiyal, antioksidan ve DNA koruyucu aktiviteleri araştırıldı. *N. transcaucasica*'ya ait biyolojik aktivitelerinin araştırılmasına ilişkin literatürde çok kısıtlı bulguya ulaşıldı. *N. transcaucasica* ekstraktının fenolik madde miktarlarına bakıldığında, ekstraktın gallik asit içermediği, en fazla apigenin bulundurduğu belirlendi. En iyi antimikrobiyal aktiviteyi *C. albicans*'a karşı

gösterirken, *K. pneumoniae*'e karşı hiçbir antimikrobiyal aktivite göstermediği tespit edildi. Ayrıca ekstraktın eritromisin hariç diğer antibiyotiklerden daha iyi antibakteriyal aktivite gösterdiği söylenebilir. Antioksidan sonuçlara göre ekstraktın güçlü bir antioksidan olduğu ve standart antioksidanlara yakın aktiviteler gösterdiği saptandı. Bununla birlikte ekstraktın DNA üzerinde anlamlı bir koruyucu etkiye sahip olmadığı gözlemlendi. Genel olarak bakıldığında literatürde bu çalışmada kullanılan *N. transcaucasica* türü ile ilgili yapılan çalışmalar kısıtlı olduğundan elde ettiğimiz verilerin literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

### KAYNAKÇA

- [1] Polat R., Çakılcıoğlu U., Satıl F. Traditional uses of medicinal plants in Solhan (Bingöl-Turkey). J. of Ethnopharmacology. 148 951-963, 2013.
- [2] Başer K.H.C., Kırmır N. Essential Oils of Lamiaceae Plants of Turkey. Acta Horticulturae. 723 163-171, 2006.
- [3] İşcan G., Köse Y.B., Demirci B., Başer K.H.C. Anticandidal Activity of the Essential Oil of Nepeta transcaucasica Grossh. Chemistry Biodiversity. 8 2144-2148, 2011.
- [4] Quave C.L., Plano L.R., Pantuso T., Bennett B.C. Effects of extracts from Italian medicinal plants on planktonic growth, biofilm formation and adherence of methicillin-resistant Staphylococcus Aureus. J. of Ethnopharmacology. 118 418-428, 2008.
- [5] Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pedro L.G., Salgueiro L., Miguel M.G., Faleiro M.L. Portuguese Thymbra and Thymus species volatiles: Chemical composition and biological activities. Current Pharmaceutical Design. 14 3120-3140, 2008.
- [6] Takaki I., Bersani-Amado L.E., Vendruscolo A., Sartoretto S.M., Diniz S.P., Bersani-Amado C.A. Anti-inflammatory and antinociceptive effects of Rosmarinus officinalis L. essential oil in experimental animal models. J. Medicinal Food. 11 741-746, 2008.
- [7] Cheung S., Tai J. Anti-proliferative and antioxidant properties of rosemary Rosmarinus officinalis. Oncology Reports. 17 1525-1531, 2007.
- [8] Khatun S., Chatterjee N.C., Çakılcıoğlu U. Antioxidant activity of the medicinal plant Coleus forskohlii Briq. African Journal of Biotechnology. 10 2530-2535, 2011.
- [9] Tapan S. Quantitative Hplc Analysis of Phenolic Acids, Flavonoids and Ascorbic Acid in Four Different Solvent Extracts of Two Wild Edible Leaves, Sonchus Arvensis and Oenanthe Linearis of North-Eastern Region in India. Journal of Applied Pharmaceutical Science. 6:2 157-166, 2016.
- [10] Savcı A., Koçpınar E.F., Alan Y., Kurşat M. Antioxidant, antimicrobial, and DNA protection activities of some Tanacetum species and phenolic richness in their ethanolic extracts. International Food Research Journal. 27:1 160-170, 2020.
- [11] Alan Y., Savcı A., Koçpınar E.F., Kurşat M., Topdemir S., Karataş M., Çakmak B. Antimicrobial, antioxidant and DNA protective effects and phenolic content of Lallemtia canescens (L.) Fisch. C.A.Mey. and Lallemtia peltata (L.) Fisch. C.A.Mey. Biological Diversity and Conservation. 12:3 78-88, 2019.
- [12] Hindler J. Tests to Assess Bactericidal Activity. In Clinical Microbiology Procedures Handbook. Ed, Eisenberg Hd. Washington, Dc: American Society For Microbiology. p. 5.16.14-5.16.24, 1992.



- [13] Mitsuda H., Yasumoto K., Wami K. Antioxidative action of indole compounds during the autoxidation of linoleic acid. *Eiyoto Shokuryo*. 19 210-214, 1966.
- [14] Oyaizu M. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Jpn J Nutr.*, 44 307-315, 1986.
- [15] Blois M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 26 1199-1200, 1958.
- [16] Gülçin İ. Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*. 217:2-3 213-220, 2006.
- [17] Londershausen M. Approaches to New Parasiticides. *Pesticide Science*. 48:4 269-292, 1996.
- [18] Köksal E., Tohma H., Kılıç Ö., Alan Y., Aras A., Gülçin İ., Bursal E. Assessment of Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Nepeta trachonitica*: Analysis of Its Phenolic Compounds Using HPLC-MS/MS. *Sci. Pharm.* 85:2 24, 2017.
- [19] Milevskaya V.V, Temerdashev Z.A, Butyl'skaya T.S, Kiseleva N.V. Determination of Phenolic Compounds in Medicinal Plants From the Lamiaceae Family. *Journal of Analytical Chemistry*. 72:3 342-348, 2017.
- [20] Cocan I., Alexa E., Dancu C., Radulov I., Galuscan A., Obistoiu D., Morvay A.A., Sumalan R.M., Pojana M. Pop G, Dehelean C.A. Phytochemical Screening and Biological Activity of Lamiaceae Family Plant Extracts. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 15:2 1863-1870, 2017.
- [21] Skendi A., Irakli M., Chatzopoulou P. Analysis of Phenolic Compounds in Greek Plants of Lamiaceae Family by Hplc. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 6 62-69, 2017.
- [22] Aras A. Türkiye'de Yetişen Endemik (*Nepeta Nuda* Subsp. *Lydiae*) Bitkisine Ait Farklı Ekstrelerin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi ve Fenolik Bileşikçeriklerinin Lc-Ms/Ms İle Analizi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dicle Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı 105 s, 2016.
- [23] Bozkaya Ö. Türkiye'de yetişen bazı phlomis türlerinin *in vitro* antimikrobiyal aktivitesinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2013.
- [24] Alan Y., Savcı A., Çakmak B., Kurt H. Determination of the Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Satureja Hortensis* Ingredients journal of the Institute of Natural Applied Sciences. 21:2 167-177, 2016.
- [25] Mahmood S., Hayat M.Q., Sadiq A., Ishtiaq S., Malik S., Ashraf M. Antibacterial Activity of *Lallemantia Royleana* (Benth.) Indigenous to Pakistan. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 7:31 4006-4009, 2013.
- [26] Öztürk A. *In vitro* antibacterial activities of *Nepeta transcaucasica*. *Asian Journal of Chemistry*, 21:8 6440-6444, 2009.
- [27] Kraujalis P, Venskutonis P.R, Ragazinskiene O. Antioxidant Activities and Phenolic Composition of Extracts From *Nepeta* Plant Species. *Foodbalt*. p 79-83, 2011.
- [28] Zhang H, Barcelo J.M, Lee B, Kohlhagen G, Zimonjic D.B, Popescu N.C, Pommier Y. Human Mitochondrial Topoisomerase I. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98:19 10608-10613, 2001.
- [29] Tepe B.A., Degerli S., Arslan S., Malatyali E., Sarikurkcu C. Determination of Chemical Profile, Antioxidant, DNA Damage Protection and Antiamoebic Activities of *Teucrium Polium* and *Stachys Iberica*. *Fitoterapia*. 82 237-246, 2011.
- [30] Hamza B, Boumediene M, Aicha T.T, Şekeroğlu N. Chemical Composition and DNA Damage Protective Effect of Essential Oil of *Rosmarinus Officinalis* and *Populus Alba*. *International Journal of Phytopharmacology*. 7:4 196-201, 2016.
- [31] Guha G., Rajkumar V., Mathew L., Kumar R.A. The Antioxidant and DNA Protection Potential of Indian 25Tribal Medicinal Plants. *Turk J Biol.*, 35 233-242, 2011.

## Yenilenebilir Kaynakların Mürekkep Üretiminde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

Pelin HAYTA<sup>1</sup>, Mehmet OKTAV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tasarım Bölümü, Gerze Meslek Yüksekokulu, Sinop Üniversitesi, Sinop, Türkiye

<sup>2</sup>Basım Teknolojileri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

✉: pelin@hayta.com.tr,  0000-0003-1613-0785,  0000-0002-9872-4802

Geliş (Received): 02.10.2020

Düzeltilme (Revision): 13.11.2020

Kabul (Accepted): 23.11.2020

### ÖZ

Basım sektöründe mürekkep temel hammaddelerden birisi olarak yer almaktadır ve yapısında petrokimyasal maddeler de bulunmaktadır. Mürekkebin yapısında yer alan petrokimyasal maddeler mürekkepten ayrıldığında insan sağlığı ve çevre için tehlikeli olabilmektedir. Özellikle baskı esnasında havaya karışan uçucu organik bileşiklere fazla maruz kalındığında meslek hastalıklarına neden olmaktadır. Petrokimyasal maddelerin çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlar tüm dünyada yenilenebilir kaynakların araştırılmasını gereklilik haline getirmiştir. Bu doğrultuda basım endüstrisinde yenilenebilir kaynakların kullanımına ilişkin yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Bu incelemenin amacı; mürekkep bileşeninde yenilenebilir kaynakların kullanılabilirliğine ilişkin yapılan araştırmaları ve sonuçlarını irdeleyerek basım sektörüne bilgi sağlamak ve teşvik etmektir. Bu amaçla ulusal ve uluslararası çalışmalar araştırılmış, gerekli literatür taramaları yapılarak irdelenmiş ve araştırma sonuçlarının basılabilirlik etkileri ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Basılabilirlik, baskı mürekkebi, VOC, yenilenebilir kaynak

### Examination the Availability of Renewable Resources in Ink Production

#### ABSTRACT

Ink is one of the basic raw materials in the printing industry and it contains petrochemicals. When petrochemical substances in the ink structure are separated from the ink, it can be dangerous for human health and the environment. Especially when exposed to volatile organic compounds that are released into the air during printing, it causes occupational diseases. The damage caused by petrochemicals to the environment and human health has made it necessary to research renewable resources all over the world. In this direction, studies on the use of renewable resources in the printing industry are important. The purpose of this review is; to provide information for printing industry by examining the researches and results of the renewable resources in ink component and encourage this industry. For this purpose, national and international studies were researched, the necessary literature reviews were made and the printability effects of the research results were explained.

**Keywords:** Printability, printing ink, renewable resources, VOC

#### GİRİŞ

Mürekkep basım sektöründe kullanılan temel hammaddelerden birisidir. Geçmişten günümüze baskı işlemini gerçekleştirebilmek amacıyla her bir baskı tekniğine uygun olarak mürekkep üretilmiştir. Gutenberg 1440 yılında tip baskıda; hurufatları kullanabilmek için keten tohumu ve ceviz yağı gibi farklı bitkisel yağları kaynatarak yağ temelli mürekkebi üretmiştir [1]. Endüstriyel anlamda tarihte bilenen ilk matbaa mürekkebi üretimi 1818 yılında Fransız matbaacısı Pierre Lorilleux'in ilk mürekkep fabrikasını kurması ve yaptığı mürekkepleri diğer matbaalara satmasıyla başlamıştır [2]. Zamanla değişen petrol ve türevlerinden elde edilen petrokimyasal maddeler mürekkeplerden istenilen özelliklerin elde edilebilmesi amacıyla mürekkep formülasyonuna dahil edilmiştir. Baskı mürekkeplerinin içindeki mürekkep yağları ve çözücüler, baskı işlemi esnasında atılabilen uçucu organik bileşiklerdir [3]. Mürekkep endüstrisinde VOC'lar (uçucu bir organik bileşikler), "buharlaştırma

oranı ne kadar sürerse sürsün sonunda mürekkepten buharlaşacak" bir mürekkepteki herhangi bir organik malzeme olarak tanımlanır [4]. Özellikle oda sıcaklığında kolayca buharlaşabilen kimyasallar olan VOC'ların (uçucu organik bileşiklerin) hemen hemen hepsi bir miktar toksisiteye sahiptir [5]. VOC'ların çoğu toksiktir ve insan sağlığı için tehlikeli kabul edilir [6-8]. Hava kalitesini bozan canlı ve cansız çevre için olumsuz etkileri olan VOC'ların ölçülmesi ve belirlenmiş sınır değerlerin altına indirilmesi gerekmektedir [9]. Amerika'da 1990 tarihli Temiz Hava Yasası (Clean Air Act) Değişiklikleri uyarınca, VOC'nin birçok ayrı bileşeni tehlikeli hava kirleticileri (HAP'ler) olarak tanımlanmıştır ve bu nedenle kontrol gerektirir [10-12]. VOC emisyonu, nitrojen oksitleri, diğer kirleticiler ve güneş ışığı ile reaksiyona girerek fotokimyasal duman (ozon) oluşumuna yol açar. Fotokimyasal duman insan sağlığını etkiler [13]. Mürekkeplerin çoğunda bulunan petrokimyasal maddeler insan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir.

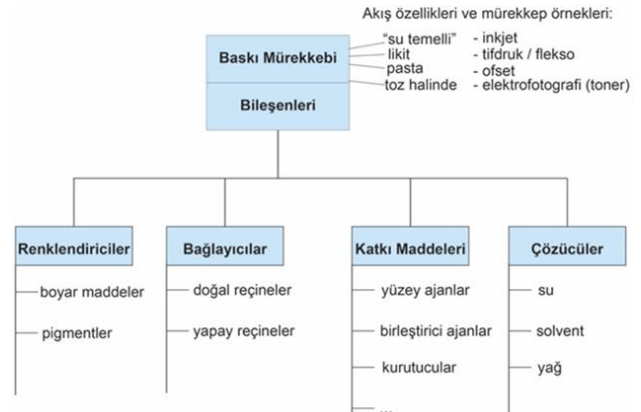
Baskı çözücülerinin çevresel emisyonları, zemin seviyesinde ozon oluşumuna neden olabilir ve bazıları stratosferdeki ozon tabakasının incelmeye katkıda bulunabilir [14]. Ayrıca kaynak tüketimindeki ve atık oluşumundaki büyük artış nedeniyle sürdürülemez üretim sistemleri yaşanan çevresel zorluklardır [15, 16].

Günümüzde, uçucu organik bileşiklerin emisyonuna ilişkin kaygılar, daha çevre dostu ürünler üretmek için sanayi malzemelerinin tabanı olarak solventlerin azaltılmasına veya ortadan kaldırılmasına yol açmaktadır [17-19]. Bu kapsamda petrokimyasal maddelerin zararını ortadan kaldırmak ve 1970'lerde dünyada oluşan petrol krizine alternatif çözümler üretmek amacıyla mürekkep üretiminde araştırmalar yapılmıştır. Amerikan Gazete Yayıncıları Birliği 1970'lerde mürekkep yapma ve standart petrol mürekkebine bağımlılığı azaltmak için alternatif yollar aramıştır [20]. 1980'lerin başlarında Amerikan Gazete Yayıncıları Birliği (ANPA), "gilsonit" ve yüksek yağlı yağ asitlerinin karbon karası pigmenti ile bir karışımını içeren bir dizi mürekkep formülasyonu geliştirdi. Fakat yüksek yağın maliyeti, bulunabilirliği ve "gilsonit" in neden olduğu ekipman temizliğinin zorluğu, bu mürekkeplerin endüstri tarafından kabulünü sınırladı [21, 22]. Bu nedenle bu dönemlerde petrokimyasal maddelere talep arttı. Teknolojideki ilerleme ve gelişmeler sayesinde, günümüzde yağ elde edilen bitkiler büyük miktarlarda yetiştirilmekte ve yağlar kolaylıkla çıkarılıp istenen kalitede rafine edilmektedir [23]. Bitkisel yağların daha kolay elde edilebilmesi ve petrokimyasal ürünlerin verdiği zararlara karşı bitkisel ürünlerin kullanımına ilişkin artan talep yenilenebilir kaynaklara ilişkin araştırmaları arttırmıştır. Özellikle matbaa mürekkebi endüstrisi alanında, mürekkeplerdeki mineral yağın bitkisel yağlar ve türevleri ile değiştirilmesi için son yıllarda bir baskı yaratılmıştır [24, 25].

Bitkisel yağların sürekli yenilenebilir olması, petrolden elde edilen ürünlerden daha kolay bozunabilir, çevre üzerindeki etkilerinin daha az olması ve uzun yağlı asit zincirlerinin istenilen esnekliği sağlayabilmesi nedeniyle avantajlı olan bitkisel yağların kullanımına olan eğilim arttırmıştır [26]. Uçucu organik bileşiklerin azaltılarak yenilenebilir kaynaklara dayalı hammaddelerin kullanılmasıyla basılı ürünlerin çevresel etkileri azaltılabilir [27]. Bu kapsamda alternatif yenilenebilir kaynakların araştırılması ve mürekkep gibi temel bir hammaddenin üretimi için kullanılması ekonomik ve ekolojik açıdan önem arz etmektedir. Ayrıca bu alanda yapılan çalışmalar yenilenebilir kaynakların ve atık maddelerin kullanımına ilişkin araştırmalara teşvik sağlamaktadır. Bu incelemenin amacı; mürekkep bileşeninde yenilenebilir kaynakların kullanılabilirliğine ilişkin yapılan araştırmaları ve sonuçlarını irdeleyerek basım sektörüne bilgi sağlamak ve teşvik etmektir. Bu amaçla ulusal ve uluslararası çalışmalar araştırılmış, gerekli literatür taramaları yapılarak irdelenmiş ve araştırma sonuçlarının basılabilirlik etkileri ortaya konulmuştur.

## Mürekkep Ana Bileşenleri

Baskı mürekkebi, renkli bir pigmentin bir sıvı içindeki dispersiyonudur ve bir baskı altı malzemesi üzerinde görüntü meydana getirmek üzere formülendirilir [3]. Bütün baskı mürekkepleri dört ana bileşenden oluşmaktadır; (şekil 1) renklendirici, bağlayıcı, çözücü ve katkı maddeleri [1, 28]. Mürekkeplerin görsel özellikleri olan rengi, transparanlığı, örtücülüğü ve parlaklığı renklendiricilerin özelliği ile belirlenir [29]. Mürekkebe renk veren ve çözünürlüklerine göre değerlendirilen renklendiriciler; pigmentler ve boyar maddeler olarak ikiye ayrılırlar [30]. Boyar maddeler, su veya solventte çözünürken pigmentler mürekkep içerisinde çözünmeden dağılan yapıdadırlar. Bağlayıcı maddeler; toz halinde bulunan pigment taneçiklerinin sıvı mürekkep içerisinde baskı materyaline aktarılacak ince bir mürekkep filmi oluştururlar. Bunun yanı sıra bağlayıcılar mürekkebin reolojik ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için kullanılırlar [1, 31]. Baskı mürekkebi içerisinde bağlayıcı olarak kullanılan reçineler mürekkebin sertlik, parlaklık, yapışkanlık ve esneklik özelliklerine katkıda bulunurlar [29]. Reçineler doğal ve sentetik olmak üzere iki tipte olurlar. Doğal reçineler bitkisel maddelerden elde edilirler. Sentetik reçineler ise nispeten küçük moleküller arasında yoğunlaşma veya ilave reaksiyonları içeren polimerizasyon ile hazırlanır [29, 32]. Çözücüler bağlayıcı maddeyi çözerek mürekkebin viskozitesini ayarlarlar [1]. Katkı maddeleri ise mürekkebin çeşidine bağlı olarak kuruma, akış hareketi ve aşınma direnci gibi özellikler kazandırması amacıyla mürekkebe eklenirler.



Şekil 1. Baskı Mürekkeplerinin Bileşimi [33].

Her bir baskı tekniğine bağlı olarak ana bileşenlerin yanı sıra mürekkepten istenilen özelliklerin mürekkebe kazandırılması amacıyla mürekkep içeriğine yardımcı katkı maddeleri eklenmektedir. Böylelikle farklı baskı tekniklerine ve baskı altı malzemelerine göre farklı tür mürekkepler üretilmektedir.

## Mürekkep Bileşeninde Yer Alan Kimyasallar

Mürekkep imalatında temel bileşenlerinin formüle edilmesinin yanı sıra üretime dahil olan her bileşen mürekkebin yapısında fiziksel ve kimyasal değişime, dolayısıyla baskıdan istenilen özelliklerin de değişimine neden olur. Üretim esnasında mürekkebin bileşenlerinin değişimi kuruma, renk, akma, yapışma özellikleri, ısı,

ışık, su ve diğer çevresel faktörler nedeniyle de bozulmaya karşı direnç gibi özelliklerini etkiler (tablo 1). Fakat mürekkebe istenilen özellikleri kazandıran kimyasalların baskı esnasında veya baskı sonrasında mürekkepten ayrılarak havaya, suya ve toprağa karışması doğaya ve insana çeşitli zararlar vererek ekolojik yapının bozulmasında etkili olmaktadır.

Mürekkebin yapısında yer alan inorganik pigmentler, metal oksitler veya metal oksit içeren hammaddelerin yüksek sıcaklıklarda (500-1400°C) ısıtılmasından geçirilmesiyle üretilirler [34]. Çoğu inorganik pigment, kritik seviyelerin aşılması durumunda çevreyi ve insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek ağır metaller veya geçiş metalleri içerir [35]. Mürekkep yapımında yer alan çözücüler aromatik ve alifatik hidrokarbonlar, alkoller (etil ve metil alkol, izopropanol, dietoksi prapanol, glikol, gliserin), ketonlar (aseton, metilisobutilketon, metiletiketone), esterler (etil asetat, n-butil asetat, n-propil asetat, isopropil asetat, propilen glikol mono etil eter asetat, propilen glikol mono metil eter asetat), kuruyan yağlar ve mineral yağlar sıklıkla kullanılır [36]. Solvent bazlı mürekkeplerde etanol, etil asetat gibi solvent içerikli çözücüler yanıcı ve parlayıcı maddeler olarak kullanılırken dikkat edilmesi gereken maddelerdir. İzopropanol, mürekkep çözücüler ve nafta gibi yıkama çözücülerini kolayca tutuştur ve uygun koşullar oluştuğunda patlarlar [5]. Mürekkep bileşeninde yer alan çözücülerin genelinde VOC az veya çok miktarda yer almaktadır. Flekso baskıda yaygın olarak kullanılan su bazlı mürekkepler bile bağlayıcının çözülmesine ve performansın iyileştirilmesine katkıda bulunması için bir miktar uçucu organik madde içerir [3]. Uçucu organik bileşikler, yüksek buhar basıncı, mükemmel yanıcılık ve düşük suda çözünürlük özellikleri ile karakterize edilir. Değişken kimyasal reaktiviteye sahip kimyasal türler olarak, VOC'lerin kontrol edilmesi çok zordur [37]. Atmosfere VOC emisyonlarının kontrolü en büyük çevre sorunlarından biridir [38].

**Tablo 1.** Mürekkeplerin Kimyasal İçerikleri [30].

Bileşenler	Su Bazlı	Solvent Bazlı	Yağ Bazlı
<b>Renklendirici</b>	Organik ve inorganik pigment	Organik ve inorganik pigment	Organik ve inorganik pigment
<b>Bağlayıcı Madde</b>	Stirenakrilat Solüsyon Emülsiyon vb.	Nitroselüloz, Poliamid, Polivinilbutiral vb.	Fenolik ve Hidrokarbon reçineler
<b>Çözücü Madde</b>	Su Alkol Glikol vb.	Isopropanol, Etanol, Etilasetat, Glikoleter gibi solventler	Mineral ve Bitkisel yağlar (soya yağı, keten yağı, bezir yağı vb.)
<b>Katkı Maddesi</b>	Wax Köpük Kırıcı Çapraz bağlayıcı Dolgu Maddeleri	Wax Plastikleştirici Çapraz bağlayıcı vb.	Kurutucular Wax Dolgu maddeleri

Mürekkeplerin bileşeninde yer alan VOC, toksik maddeler ve aşındırıcı maddeler belirli dozların

üzerinde maruz kalındığında insan sağlığı ve çevre için zararlı maddeler haline gelmektedir. Bu durum 1996 yılında Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansının (IARC) baskı sürecinde kullanılan kimyasalların sağlık açısından olumsuz sonuçlar ürettiği ve muhtemelen kanserojen olduğu sonucuna varmasıyla resmîyet kazanmıştır [39-41]. Ayrıca VOC'a maruz kalma sonucu ortaya çıkan olumsuz sağlık etkilerinin görme bozukluğu, karaciğer yetmezliği, hiperglisemi ve bazı nörolojik semptomlarla yakın bir ilişkisi olduğunu gösteren çalışmalar ve böbrek, deri, mide kanseri gibi sağlık sorunlarını belirten raporlar vardır [42-46]. Bunun yanı sıra yanıcı ve parlayıcı özellikteki mürekkep bileşenleri, uygun koşullar altında oluşturabilecekleri alevlenme, patlama gibi durumlardan dolayı tehlikeli maddeler olarak mürekkep bileşeninde yer almaktadırlar.

### Yenilenebilir Kaynakların Mürekkep Üretiminde Kullanımı İle İlgili Örnek Çalışmaların İncelenmesi

Mürekkeplerin üretiminde yenilenebilir kaynaklara duyulan ihtiyaç doğrultusunda bitkisel yağ ve doğal reçineler kullanılarak çalışmalar yapıldığı görülmektedir. 1994 yılında S.Z. Erhan ve M.O. Bagby "Polymerization of Vegetable Oils and Their Uses in Printing Inks" isimli çalışmalarında aspir, soya fasulyesi, ayçiçeği, pamuk tohumu ve kanola yağlarını sırasıyla mürekkep yapısında kullanarak bitkisel yağların polimerizasyonu ile baskı mürekkeplerindeki kullanımını incelemişlerdir [47]. Çalışmalarında ofset baskı tekniğinde suyun yağı itmesi prensibini koruması amacıyla yağların, yağ asitleri bakımından özelliklerini göz önünde bulundurmışlar ve seçtikleri yağların mürekkebin hidrofobik yapısını korumasına dikkat etmişlerdir. Sonuç olarak kanola yağı dışındaki diğer bazı bitkisel yağların da mürekkep yapısında renk ve hidrofobik uyumluluklarının olduğunu tespit ederek bitkisel yağ bazlı ofset baskı mürekkebinde kullanılabilirliğini de görmüşlerdir. 1997 yılında P.Sabin, B. Benjelloun-Mlayah ve M. Delmas ayçiçek yağı ve kolza tohumu yağından ofset mürekkebinin reçine sentezini yaparak mürekkep yapısında bu yağların kullanılabilirliğini incelemişlerdir [48]. Ofset mürekkeplerinin reçinesinde genellikle yer alan keten tohumu yağı alkid reçineleriyle karşılaştırma yapmışlardır.

Çalışmanın neticesinde yağların ofset baskı mürekkeplerinin spesifik gereksinimlerini büyük ölçüde karşılayabildiğini gözlemlemişlerdir. A.S. Roy ve arkadaşları 2007 yılında kolza tohumu yağı, soya fasulyesi yağı, pirinç kepeği yağı ve palm yağını mürekkebin yapısında kullanarak; uçucu organik bileşiklerin kullanımını azaltmak ve yenilenebilir kaynakların kullanımını arttırabilmek amacıyla bitkisel yağ bazlı ofset mürekkebi geliştirmişlerdir [24]. Bitkisel yağlarla ofset baskı mürekkebi vernikleri hazırlayarak mürekkepleri formülendirmişler, mürekkeplerin viskozite, densite, parlaklık, yapışkanlık ve sürtünme direnci gibi özelliklerine bakarak mineral yağ bazlı standart ofset baskı mürekkebiyle karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonucunda bitkisel yağ bazlı

mürekkeplerin mineral yağ bazlı mürekkeplere oranla baskı makinesinde çalışma stabilitesinin ve tabaka yüzeyi üzerinde görüntü kalitesinin iyi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca çok az miktarda VOC içerdiği için bitkisel yağ bazlı mürekkeplerin çevre dostu yenilenebilir kaynaklar olduğunu vurgulamışlardır. Y. B. Ha ve arkadaşları fenol içermeyen çevre dostu mürekkep oluşturabilmek için doğal reçineleri sentezleyerek ofset mürekkebi yapısında kullanımını ve mürekkep özelliklerini (parlaklık, solma gibi) analiz etmişlerdir [49].

Analizler geleneksel reçinenin modifiye edilmiş fenol reçineye kıyasla parlaklık, sararma gibi özelliklerinin daha iyi olduğunu göstermiştir. J.M. Park, Y.H. Kim ve S.B. Kim'nin 2013 yılında doğal reçinelerle çözücüsüz ofset mürekkebi geliştirmek için beş farklı doğal reçine esteri kullanarak mürekkep formüle etmiş ve baskı kalitesindeki sonucunu incelemişlerdir [50]. Park ve arkadaşları soya yağını farklı moleküler ağırlığa ve çözünürlüğe sahip beş tip reçineye uygulamışlardır. Reçineler içerisinde daha büyük moleküler ağırlığa sahip olan yağ asidi esterlerinin basılabilirlik ve baskı kalitesi açısından daha iyi sonuç verdiğine ilişkin bulgular elde etmişlerdir. Tobias Robert 2014 yılında yenilenebilir kaynaklardan baskı mürekkebi üretimine ilişkin bir inceleme yaparak mürekkebin yapısındaki zararlı bileşenleri ve bunların yerine yenilenebilir kaynakların önemini anlatmıştır [1]. M. Biswas ve arkadaşları 2017 yılındaki çalışmalarında biyo bazlı (biobased) reçine sentezleyerek mürekkep yapısındaki VOC'ü azaltmayı amaçlamışlardır [51]. Pentaeritritol yerine doğal bir polisakkarit olan Guar Gum kullanarak reçine sentezlemişler ve karşılaştırma yapabilmek amacıyla pentaeritritol içeren fenolik reçine de sentezlemişlerdir. Çalışma sonucunda Guar Gum ile daha yüksek molekül ağırlıklı ve yüksek çözücü tolerans değerine sahip reçine üretmeyi başarmışlardır. Çevre dostu Guar Gum içeren reçinenin potansiyel bağlayıcı olabileceğini ve standart reçinenin performansıyla eşleştiğini gözlemlemişlerdir. 2018 yılında C. Aydemir ve arkadaşları bitkisel ve mineral yağ bazlı mürekkeplerin kaplanmış ve kaplanmamış kağıt yüzeyi üzerindeki davranışlarını basılabilirlik açısından incelemişlerdir [23]. Soya yağı, keten tohumu yağı-soya yağı ve mineral yağ içeren üç farklı tip cyan renk mürekkebin numune kağıtlar üzerine baskısını yaparak numuneler üzerinde parlaklık, kontak açısı, yüzey enerjisi gibi ölçümlerini yapmışlardır. Kaplanmış ve kaplanmamış kağıt yüzeyleri üzerinde bitkisel ve mineral yağ esaslı mürekkeplerin baskı kalitesi açısından benzer özellikler gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yine 2018 yılında E. Ural ve arkadaşları Palm yağı katkılı mürekkeplerin baskı kalitesine etkisini inceleyerek mürekkep üretiminde palm yağının cold-set mürekkepler için mineral bazlı yağların yerine kullanılabilirliğine ilişkin sonuçlar elde etmişlerdir [17].

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Literatür taramalarındaki çalışmalar göstermiştir ki; basım sektöründe temel hammaddelerden birisi olan

ofset baskı mürekkebi bileşeninde yenilenebilir kaynakların kullanımına ilişkin olumlu sonuçlar bulunmaktadır. Bu durum, petrokimyasal maddeler içeren mürekkep formülasyonun yerini bitkisel bazlı ürünlere bırakmasında, önemli bir gösterge ve teşvik oluşturmaktadır. İnsan sağlığı, çevre ve ekosistemin sürdürülebilirliği düşünüldüğünde yenilenebilir kaynakların kullanımına ilişkin artan talebin her alanda olduğu gibi basım sektörü alanında da önemi büyüktür. Bu amaçla mürekkep bileşeninde yer alabilecek bitkisel kaynakların araştırılması ve hangilerinin kullanılabilir olabileceğinin belirlenmesi endüstriyel üretim için bilgi sağlamaktadır. Fakat henüz bu alanda yeterli bilgi oluşmamıştır ve araştırmalar genişletilebilecek kapsamdadır. Ülkemizde TÜİK 2019 verilerine göre sadece gazete ve dergilerin toplam baskı sayısı 1.259.068.089'dir. Bu sayı diğer basılı ürünler ve dünya çapındaki basım sayısı olarak düşünüldüğünde ciddi bir hammadde giderini ifade etmektedir. Mürekkep gibi temel bir hammaddenin çevreci içerikli olması mürekkepten doğaya yayılan zararlı petrokimyasalların azalmasını sağlayacaktır. Bitkisel yağların, doğal reçinelerin, hatta atık maddelerin mürekkep bileşeninde yer alması ve basılabilirlik açısından yeni verilerin elde edilebilmesi çevreci mürekkep üretiminde önemli rol oynamaktadır. Bu bileşenlerin yer aldığı mürekkeplerin basım sektöründe kullanımı da çevre ve insan sağlığı açısından fayda sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- [1] Robert T. Green ink in all colors-printing ink from renewable resources, *Progress in Organic Coatings An International Journal*, 78 287-292, 2014.
- [2] Arslan Z.K. Keton/Aldehit reçinelerinin mürekkep hazırlanmasında kullanımı, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s. 3, 2015.
- [3] Ülgen M., Oktav M., Gençoğlu E.N. Matbaacının mürekkep hakkında bilmesi gerekenler, *Basev Yayınları*, Haziran 2012, s. 310, 2012.
- [4] Erhan S.Z., Nelsen T.C. Comparisons of volatile organic chemical content of news, Sheetfed and Heatset Ink Formulations, *JAOCs*, 78 419-422, 2001.
- [5] Ülgen M., Oktav M., Çakır N. Grafik sanatları için kimya, *Basev*, s. 379, 2019.
- [6] Erhan S.Z., Bagby M.O. Lithographic and letterpress ink vehicles from vegetable oils, *JAOCs*, 68 635-638, 1991.
- [7] Roy A.S., Bhattacharjee M., Mondal R., Ghosh S. Development of mineral oil free offset printing ink using vegetable oil esters. *Journal of Oleo Science*, 56 623-628, 2007.
- [8] Yürekli Ş. Reçine ve boya teknolojisi, Cilt 1, Marshall Boya ve Vernik sanayii A.Ş. Yayını, s. 39, 1995.
- [9] Jansen M., Letschert H.P. Inorganic yellow-red pigments without toxic metals, *Macmillan Magazines, Letters to Nature*. 404 980-982, 2000.
- [10] Erhan S. Z., Bagby M.O. Polymerization of vegetable oils and their uses in printing inks, *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 71 1223-1226, 1994.
- [11] Sabin P., Benjelloun-Mlayah B., Delmas M. Offset printing inks based on rapeseed and sunflower oil. part I: synthesis and characterization of rapeseed oiland sunflower oil-modified alkyd resins, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74 481- 489, 1997.
- [12] Ha Y.B., Jin M.Y., Oh S.S., Ryu D.H. Synthesis of an environmentally friendly phenol-free resin for printing

- ink, Bulletin of The Korean Chemical Society, 33 3413-3416, 2012.
- [13] Park J.M., Kim Y.H., Kim S.B. Development of solvent-free offset ink using vegetable oil esters and high molecular-weight resin, Journal of Oleo Science, 62 345-352, 2013.
- [14] Phunphoem S., Saravari O., Supaphol P. Alkyd printing inks from waste frying oil, Walailak J Sci Tech, 17 811-824, 2020.
- [15] Chiplunkar P. P., Pratap A. P. Utilization of sunflower acid oil for synthesis of alkyd resin, Progress in Organic Coatings, 93 61-67, 2016.
- [16] Daugherty J. A Realistic Appraisal of Soy Oil Printing Inks - 2007, Napim Bulletin, 07-15, s. 1-5, 2007.
- [17] Wei W., Wang S., Hao J., Cheng S. Projection of anthropogenic volatile organic compounds (VOCs) emissions in China for the period 2010-2020, Atmospheric Environment, 45 6863-6871, 2011.
- [18] Alabdulhadi A., Ramadan A., Devey P., Boggess M., Guest M. Inhalation exposure to volatile organic compounds in the printing industry, Journal of the Air Waste Management Association, 69 1142-1169, 2019.
- [19] World health organization international agency for research on cancer, IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Printing processes and printing inks, carbon black and some nitro compounds, s. 59, 1996. (<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono65.pdf>), erişim tarihi 15.09.2020
- [20] Aksoy H., Yılmaz S., Çelik M., Yüzbaşıoğlu D., Ünal F. Genotoxicity study in lymphocytes of offset printing workers, Journal of Applied Toxicology, 26 10-15, 2006.
- [21] Yenidoğan S., Matbaa mürekkeplerinde kullanılan renklendirici maddeler ve analizleri için kromatografik yöntemlerin geliştirilmesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı Doktora Tezi, İstanbul, s. 57. 2005.
- [22] Porwal T. Paint pollution harmful effects on environment, Social Issues and Environmental Problems, 3 1-4, 2015.
- [23] Dharavath HN, Hahn K. Green printing: colorimetric and densitometric analysis of solvent-based and vegetable oil-based inks of multicolor offset printing. J Tech Stud., 35 36-46, 2010.
- [24] Chetehouna K. Volatile organic compounds: emission, pollution and control, New York: Nova Science Publishers, s. 169, 2014.
- [25] Kalafatoğlu E., Örs N., Özdemir S.S. Uçucu organik bileşiklerin (VOC) teknolojik ve ekonomik açıdan optimum geri kazanılması ve/veya çevreye zararsız duruma getirilmesi, Arıtım Dünyası, 18 37-50, 2000.
- [26] Biswas M., Paul A., Dey M., Dey A., Bandyopadhyay A. Influence of a biobased reagent on properties of industrial resin for printing ink application vis-a-vis comparison with standard commercial resin, Polymers From Renewable Resources, 9 59-74, 2018.
- [27] Kipphan H. Handbook of print media technologies and production methods, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, s. 131, 2001.
- [28] Roy A.S., Bhattacharjee M., Mondal R., Ghosh S. Development of mineral oil free offset printing ink using vegetable oil esters, Journal of Oleo Science, 56 623-628, 2007.
- [29] Bhattacharjee M., Roy A.S., Ghosh S., Dey M. Development of karanja oil based offset printing ink in comparison with linseed oil, Journal of Oleo Science, 60 19-24, 2011.
- [30] Yürekli Ş. Reçine ve boya teknolojisi, Cilt 2, Marshall Boya ve Vernik Sanayii A.Ş. Yayını, s. 88, 1997.
- [31] Leach R.H., Armstrong C., Brown J.F., Mackenzie M.J., Randall L., Smith H.G. The printing ink manual, Van Nostrand Reinhold (International) Co. Ltd., England, s. 1-192, 1988.
- [32] Tanıştan B., Turan S. Fe-Cr siyah seramik pigment üretiminde ferrokrom kullanımı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2 53-65, 2010.
- [33] Leung M. K. H., Liu C. H., Chan A. H. S. Occupational exposure to volatile organic compounds and mitigation by push-pull local exhaust ventilation in printing plants, J Occup Health, 47 540-547, 2005.
- [34] Djogo M., Kiurski J., Adamovi D., Miloradov M. V., Radonic J., Turk-Sekulic M. Hazardous air pollutants (HAPs) in printing facility in Novi Sad, International Journal Of Engineering, 9 101-104, 2011.
- [35] Giod A., Netoa F. R. A. Exposure to high levels of volatile organic compounds and other pollutants in a printing facility in rio de janeiro Brazil, Indoor Built Environ, 11 302-311, 2002.
- [36] Aydemir C., Özakhun C. Matbaa malzeme bilimi, Marmara Üniversitesi Yayinevi, s. 225, 2014.
- [37] Wadden R.A., Scheff P.A., Franks J.E., Conroy L.M. Determination of VOC emission rates and compositions for offset printing, Journal of the Air Waste Management Association, 45 547-555 1995.
- [38] Report prepared in consultation with the NSW Environment Protection Authority (EPA). <https://pdfs.semanticscholar.org/d2cd/5c09fcb042badb06a31809dd299dc580f986.pdf>, erişim tarihi: 07.09.2020.
- [39] Godoi A.F.L., Sawada E.Y., Marchi M.R.R., Grieken R. V., Godoi R.H.M. Determination of BTEX by GC-MS in air of offset printing plants: comparison between conventional and ecological inks, Water Air Soil Pollut: Focus, 9 163-169, 2009.
- [40] Rosli W.D.W., Kumar R.N., Zah S.M., Hilmi M.M. UV radiation curing of epoxidized palm oil-cycloaliphatic diepoxide system induced by cationic photoinitiators for surface coatings, European Polymer Journal, 39 593-600, 2003.
- [41] Ural E., Özomay Z., Özdemir L. Palm yağı katkılı mürekkeplerin baskı kalitesine etkisinin belirlenmesi, MSU Fen Bilimleri Dergisi, 6 534, 2018.
- [42] Jelena K., Branislav M., Dragan A., Aleksandra M., Selena G., Ivana O., Jelena K. Register of hazardous materials in printing industry as a tool for sustainable development management, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16 660-667, 2012.
- [43] Prica M., Kecić V., Adamović S., Radonić J., Turk Sekulić M. Occupational exposure to hazardous substances in printing industry, Proceedings of 8th International Engineering Symposium at Bánki, Proceedings of 8th International Engineering, Óbuda University, Budapest, Hungary, 1-8, 2016.
- [44] Caselli M., Gennaro G., Saracino M.R., Tutino M. Indoor contaminants from newspapers: VOCs emissions in newspaper stands, Environmental Research, 109 149-157, 2009.
- [45] Tsai C.J., Mao I.F., Ting J.Y., Young C.H., Lin j. S., Li W.L. Quality of chemical safety information in printing industry, Ann Occup Hyg., 60 361-370, 2015.
- [46] Erhan S.Z., Bagby M.O. Vegetable-oil-based printing ink formulation and degradation, Industrial Crops and Products an International Journal, 3 237-246, 1995.
- [47] Bartlett I. W., Dalton A. J. P., McGuinness A., Palmer H. Substitution of organic solvent cleaning agents in the lithographic printing industry, The Annals of Occupational Hygiene, 43 83-90, 1999.
- [48] USEPA. Initial List of Hazardous Air Pollutants with Modifications, United States Environmental Protection Agency, (<https://www.epa.gov/haps/initial-list-hazardous-air-pollutants-modifications>), erişim tarihi 15.09.2020.

- [49] Aydemir C., Yenidoğan S., Karademir A., Kandirmaz E.A. The examination of vegetable and mineral oil based inks' effects on print quality: green printing effects with different oils, *Journal of Applied Biomaterials Functional Materials*, 1-7 137-143, 2018.
- [50] Bruno P., Caselli M., Gennaro G., Iacobellis S., Tutino M. Monitoring of volatile organic compounds in non-residential indoor environments, *Indoor Air*, 18 250-256, 2008.
- [51] Morkbak A., Degn P., Zimmermann W. Deinking of soy bean oil based ink printed paper with lipasesand a neutral surfactan, *Journal of Biotechnology*, 67 229-236, 1999.



## Yazım Kuralları

*Haziran ve Aralık sayısı olmak üzere yılda iki defa yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Derginin asıl amacı fen bilimleri, temel alanlar ve mühendislik alanlarında nitelikli akademik çalışmaların yayımlanmasına katkı yapmaktır.*

*Dergide yayımlanan makaleler yazı işlerinin izni olmaksızın başka hiç bir yerde yayımlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz. Kısmen veya tamamen yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Dergiye gönderilen makalelerin içerikleri özgün, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Makaledeki yazarlar isim sırası konusunda fikir birliğine sahip olmalıdır.*

*Makalenin hazırlanması sırasında yardımcı olması amacıyla, internet sitemizde yazarlar için linkinin altında yer alan **MSUFBD** Dergisi yazım kurallarına göre hazırlanmış "örnek\_makale" dosyasını bilgisayarınıza indirmeniz ve makalenizi bu makaleyi örnek alarak hazırlamanız, düzenlemelerde kolaylık ve zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bu makaleyi bilgisayarınıza Word programında şablon (template) olarak kaydederek de makalenizi hazırlayabilirsiniz.*

- Makaleler MS Word 2007 veya üstü bir sürümde hazırlanarak gönderilmelidir.
- Sayfa yapısı özel boyutta (15.5x23 cm), MS Word programında, Times New Roman veya benzeri bir yazı karakteri ile 10 punto, tek satır aralığıyla yazılmalıdır. Sayfa kenarlarında üst 2.5 cm olmak üzere diğer kenarlar için 2.5 cm boşluk bırakılmalı ve sayfalar numaralandırılmalıdır.
- Yazar(lar)ın ad(lar) ve soyad(lar), kurumsal unvanları; yazar(lar)ın görev yaptığı kurum(lar) ve e-posta adres(ler) bilgileri verilmelidir. Ayrıca makalelerde sorumlu yazar belirtilmelidir. Times New Roman 10 punto, tek satır aralığıyla yazılmalıdır.
- Makale başlığı, içerikle uyumlu, içeriği en iyi ifade eden bir başlık olmalıdır. Başlık, kalın ve 12 punto büyüklüğünde olmalı ve ilk harfler büyük olacak şekilde sayfa ortalanarak yazılmalıdır. Makaleler aynı özellikte İngilizce bir başlık/title içermelidir.
- Makalenin başında, konuyu kısa ve öz biçimde ifade eden ve en az 75, en fazla 150 kelimedenden oluşan Türkçe "Öz" bulunmalıdır. Öz içinde, yararlanılan kaynaklara, şekil ve çizelge numaralarına değinilmemelidir. Adres/ler den 2 satır boşluk bırakıldıktan sonra, Times New Roman 10 punto, tek satır aralığıyla yazılmalıdır. Özün altında bir satır boşluk bırakılarak, en az 3, en çok 6 sözcükten oluşan anahtar kelimeler verilmelidir. Anahtar kelimeler makale içeriği ile uyumlu ve kapsayıcı olmalıdır. Aynı şekilde makaleler İngilizce bir başlık/title, anahtar sözcükler/keywords ve öz/abstract içermelidir.
- **MSUFBD**'in yayın dili Türkçe ve İngilizcedir.
- Herhangi bir sempozyum veya kongrede sunulmuş olan çalışmalar kongrenin adı, yeri ve tarihi belirtilerek yayımlanabilir. Bir araştırma kurumu veya fonu tarafından desteklenen çalışmalarda desteği sağlayan kuruluşun adı ve proje numarası verilmelidir.
- Makaleler Giriş, Materyal ve Metod, Deneysel Kısım, Gereç ve Yöntem, Tartışma, Sonuç vb. yer alacak şekilde hazırlanmalı ve alt başlıklar ikinci derece başlıklar Times New Roman 10 punto ile sağa hizalı olarak düzenlenmelidir.
- Formüller ve denklemler Math Type ya da Word Denklem Düzenleyici kullanılarak yazılmalıdır.
- Çalışma, dil bilgisi kurallarına uygun olmalıdır. Makalede noktalama işaretlerinin kullanımında, kelime ve kısaltmaların yazımında en son çıkan TDK Yazım Kılavuzu esas alınmalı, açık ve yalın bir anlatım yolu izlenmeli, amaç ve kapsam dışına taşan gereksiz bilgilere yer verilmemelidir. Makalenin hazırlanmasında geçerli bilimsel yöntemlere uyulmalı, çalışmanın konusu, amacı, kapsamı, hazırlanma gerekçesi vb. bilgiler yeterli ölçüde ve belirli bir düzen içinde verilmelidir.
- Bir makalede sırasıyla özet, ana metnin bölümleri, kaynakça ve (varsa) ekler bulunmalıdır. Makalenin bir "Giriş" ve bir "Sonuç" bölümü bulunmalıdır. "Giriş" çalışmanın amacı, önemi, dönemi, kapsamı, veri metodolojisi ve planını mutlaka kapsamalıdır. Konu gerektiriyorsa literatür tartışması da bu kısımda verilebilir. "Sonuç" araştırmanın amaç ve kapsamına uygun olmalı, ana çizgileriyle ve öz olarak verilmelidir. Metinde sözü edilmeyen hususlara "Sonuç"ta yer verilmemelidir. Belli bir düzen sağlamak amacıyla ana, ara ve alt başlıklar kullanılabilir.
- Tablo/Şekillerin numarası ve başlığı bulunmalıdır. Tablo çiziminde dikey çizgiler kullanılmamalıdır. Yatay çizgiler ise sadece tablo içindeki alt başlıkları birbirinden ayırmak için kullanılmalıdır. Tablo/Şekil numarası üste, tam sola dayalı olarak Times New Roman 10 punto yazılmalı; tablo/şekil adı ise, her sözcüğün ilk harfi büyük olacak şekilde yazılmalıdır. Ayrıca tablo/şekiller siyah beyaz baskıya uygun hazırlanmalıdır.
- Makalede, düzenli bir bilgi aktarımı sağlamak üzere ana, ara ve alt başlıklar kullanılabilir. Makale başlığı dışındaki diğer tüm başlıklar 10 punto yazılmalıdır. Birinci derece başlıklar büyük ve koyu karakterde; ikinci derece başlıklar, yalnız ilk harfleri büyük ve koyu olmayan; üçüncü derece başlıklar ise yalnız ilk harfleri büyük, koyu olmayan ve italik harflerle yazılmalıdır. Ayrıca başlıklar, öncesi ve sonrası 6 nk olacak şekilde ayarlanmalıdır.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**BİRİNCİ DERECE BAŞLIK**

İkinci Derece Başlık

*Üçüncü Derece Başlık*

- Kaynak göstermede makale içerisinde “köşeli parantez içerisinde numara” ile yazılmalıdır. Her kaynak kendi orijinal dilinde verilmelidir. Kaynaklar Times New Roman 9 punto ile yazılmalıdır. Kaynaklar yazılırken sıralama aşağıdaki şekilde olmalıdır:
- Chen Y. R., Chao K., Kim M. S. Machine vision technology for agricultural applications, Computers and Electronics in Agriculture, 36, 173-191, 2002.
- Kumar A. Computer vision based fabric defect detection: a survey, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 55, 348-363, 2008.
- Yetis H., Baygin M., Karaköse M. A New Micro Genetic Algorithm Based Image Stitching Approach for Camera Arrays at Production Lines, The 5th International Conference on Manufacturing Engineering and Process (ICMEP 2016), 25-27 May, 2016.
- Aydın I., Karaköse E., Karaköse M., Gençoğlu M.T., Akın E., A New Computer Vision Approach for Active Pantograph Control, IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (IEEE INISTA 2013), Albena, Bulgaria, 2013.
- Lim S. H. Video-processing applications of high speed cmos image sensors, The Degree of Doctor of Philosophy, Stanford University, 2003.
- **MSUFBD'e** yazım kurallarına uygun olarak gönderilen makaleler, daha sonraki aşamada intihal denetiminden geçirilir. Dergide intihal denetimi iThenticate programı ile yapılmaktadır ve intihal denetiminde kabul edilebilir benzerlik oranı en fazla %20 olmalıdır.
- Yayım aşamasının ilk adımı için makaleler Online Başvuru Sistemi aracılığıyla yollanmalıdır. Başvurunun hemen ardından elektronik posta adresinize otomatik olarak bir onay mesajı gönderilecektir. Daha fazla bilgi için <http://dergipark.gov.tr/msufbd> elektronik adresi aracılığıyla editörümüzle bağlantıya geçilebilir.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

## Instructions for Authors

**MSUFBD** is an international peer-reviewed journal that is published two times a year. The purpose of the journal is to make contributions to publishing qualified academic studies in sciences, basic and engineering areas.

The articles that are published in the journal cannot be published or presented anywhere else unless permission is granted from the editorial board. The articles that are published either partially or completely cannot be used anywhere else unless reference is given. The content of the articles that are sent to the journal has to be authentic, not previously published or sent to be published. The authors of the articles have to have a consensus regarding the list of the names in the article.

If you download the "sample article" that was prepared according to spelling rules and format of the **MSUFBD** Journal from our website through the link for authors to help you prepare the article, this will save your time and facilitate the preparation process. You can also prepare your article by saving this sample as a template on the Microsoft Word program.

- The articles should be in MS Word 2007 or higher version.
- The layout has to be custom-designed (15.5x23 cm). The file format has to be MS Word. The font has to be Times New Roman or a similar one with a size of 10. The file has to have single-line spacing. Page margins have to be 2.5 cm on the top and 2.5 cm for all the other sides. The pages have to be numbered.
- The articles need to include the name(s), surname(s), institutional title(s), institution name(s), and e-mail address(es) of the author(s). In addition, the corresponding author has to be indicated in the articles. The font has to be Times New Roman with a size of 10 and single line spacing.
- The title of the article has to be consistent with the content and must reflect the content in the best way possible. The title has to be boldface with a font size of 12. The first letter of all the words has to be uppercase. The title has to be centered. The articles need to have an English title with the same properties.
- The article needs to include an "Abstract" at the beginning not less than 75 words nor longer than 150 words summarizing the content in the most precise and concise way. The abstract must not include references, figures, and table numbers. Leaving a space under the abstract, the author has to add keywords including at least 3 and utmost 6 words. The keywords have to be consistent with the content and need to be comprehensive. Similarly, the articles have to include an English title, keywords, and abstract.
- **MSUFBD** is published in Turkish and English.
- The works that are presented in any symposium or congress can be published after specifying the name, place and the date of the congress. The works that are supported by a research organization or fund have to indicate the name of the supportive organization and the number of project.
- The articles have to be organized as introduction, body, experimental, result and discussion and conclusion. Sub-titles and lower-level titles have to have a font size of 10 and be right-aligned.
- Formulas and equations need to be written via Math Type or Word Equation Editor.
- The study has to comply with grammatical rules. The latest Turkish Language Association Spell Check has to be employed regarding the use of punctuation, spelling of the words, and abbreviations. The text is expected to be clear and simple. No expressions out of purpose and scope must be included in the work. The valid scientific methods have to be employed to prepare the article. The content, purpose, scope, justification, etc. of the study have to be provided as much as needed in a certain order.
- An article is expected to include abstract, sections of the main text, references, and appendices (if there is any) respectively. An article has to have an "Introduction" and "Conclusion" sections. The "Introduction" is definitely expected to include the purpose, importance, period, scope, data methodology, and outline of the study. If it is necessary for the subject to be dealt with, literature review can be given in this section as well. The "conclusion" needs to be in compliance with the study's purpose and scope. It needs to be given generally and concisely. The points that are not mentioned within the text must not be included in "conclusion". Headings, titles, and sub-titles can be used to organize the text.
- Tables/Figures need to be numbered and given with their titles. No vertical lines must be used to draw the tables. Horizontal lines can only be used to separate the sub-titles within the table from each other. Table/Figure number has to be at the top left-aligned and non-Italic with Times New Romans 10 font. The name of tables/figures has to be written with each word having its first letter uppercase. In addition, tables/figures have to comply with black and white print. If there is anything in the table that requires reference, the references must be given at the bottom of the table with in-text reference format.
- Headings, titles, and sub-titles can be used to ensure an ordered information transfer. All the other titles except for the title of the article have to have a font size of 10. First-level titles need to be uppercase and boldface; the first letters of

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

all the words in the second-level titles need to be uppercase and not boldface; and only the first letters of the words in the third-level titles need to be uppercase, and these titles have to be italic. In addition, the titles have to be organized with 6 nk before and after the title.

**FIRST-LEVEL TITLE**

Second-Level Title

*Third-level Title*

(i) The reference should be marked with "number in square brackets" in the article. Each reference must be given in its original language. The references should be written in Times New Roman 9 point. When writing the references, the sequence should be as follows:

- Chen Y. R., Chao K., Kim M. S. Machine vision technology for agricultural applications, Computers and Electronics in Agriculture, 36, 173-191, 2002.
  - Kumar A. Computer vision based fabric defect detection: a survey, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 55, 348-363, 2008.
  - Yetis H., Baygin M., Karaköse M. A New Micro Genetic Algorithm Based Image Stitching Approach for Camera Arrays at Production Lines, The 5th International Conference on Manufacturing Engineering and Process (ICMEP 2016), 25-27 May, 2016.
  - Aydın I., Karaköse E., Karaköse M., Gençoğlu M.T., Akin E., A New Computer Vision Approach for Active Pantograph Control, IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (IEEE INISTA 2013), Albena, Bulgaria, 2013.
  - Lim S. H. Video-processing applications of high speed cmos image sensors, The Degree of Doctor of Philosophy, Stanford University, 2003.
- The manuscripts that comply with the publication principles of anemon are passed through plagiarism checking. The journal uses the Ithenticate software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. If the similarity level is above %20, the manuscript is not accepted for publication.
  - The articles are sent through Online Application System for the first step of the publication. An automatically-sent confirmation message is sent to your e-mail address upon the completion of the application. For further information, please contact the editor via <http://dergipark.gov.tr/msufbd>.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Değerlendirme Süreci**

- **MSUFBD'e** gönderilen yazılar, önce Yayın Kurulunca dergi ilkelerine uygunluk açısından bir ön değerlendirmeye tabi tutulur. Dergi kapsamına girmeyen veya bilimsel bir yazı formatına içerik ve şekil şartları açısından uymayan yazılar, hakemlik süreci başlatılmadan geri çevrilir ya da bazı değişiklikler istenebilir. Yayın için teslim edilen makalelerin değerlendirilmesinde akademik tarafsızlık ve bilimsel kalite en önemli ölçütlerdir.
- **MSUFBD'e** yayın kurallarına uygun olarak gönderilen makaleler, daha sonraki aşamada intihal denetiminden geçirilir. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde intihal denetimi, Ithenticate paket programı aracılığıyla gerçekleştirilmekte ve intihal denetiminde, benzerlik oranının %20'nin üstüne çıkmaması gerekmektedir. İlgili çalışmada herhangi bir intihale rastlanmadığı takdirde değerlendirilmek üzere o alandaki çalışmalarıyla tanınmış iki hakeme gönderilir. **MSUFBD** Dergisi, sürecin her aşamasında, hakem ve yazarların isimlerinin saklı tutulduğu çift-kör hakemlik sistemini kullanmaktadır. Hakem raporlar beş yıl süreyle saklanır. Makaleyi değerlendiren iki hakemden birisinin olumlu diğerinin olumsuz rapor vermesi durumunda makale üçüncü hakeme gönderilmekte veya Yayın Kurulu, hakem raporlarını inceleyerek nihai kararı vermektedir.
- **MSUFBD'e** gönderilen çalışmalarda yazarlar, hakem ve Yayın Kurulunun eleştiri ve önerilerini dikkate alırlar. Katılmadıkları hususlar varsa gerekçeleriyle birlikte itiraz etme hakkına sahiptirler. Dergideki hakemlik sürecinde, akademik unvana sahip kişilerin yayınları için ancak eşit ya da üst derecede akademik unvana sahip kişiler hakem olabilir.
- **MSUFBD'e** hakem değerlendirme süreci, istenilmeyen nedenlerden dolayı bazen uzun sürebilmektedir. Normal koşullarda editör tarafından ön değerlendirme aşaması bir hafta; hakem değerlendirme süreci de 8 hafta olarak planlanmaktadır. Ancak hakemlerden zamanında dönüş olmaması nedeniyle yeniden hakem atama vb. nedenlerden dolayı hakem değerlendirme süreci uzayabilmektedir.
- **MSUFBD'e** makale gönderen yazar/yazarlar, Derginin söz konusu hakem değerlendirme koşullarını ve sürecini kabul etmiş sayılırlar.
- **MSUFBD'de** yayımlanmasına karar verilen (kabul edilen) çalışmaların telif hakkı, Muş Alparslan Üniversitesi'ne devredilmiş sayılır.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Peer Review Process**

- The papers that are sent to **MSUFBD** are subjected to preliminary assessment by the Editorial Board to see whether the work complies with the principles of the journal. The papers that are out of the scope of the journal or do not comply with the format of a scientific text either in terms of content or style are either rejected or demanded to be corrected prior to peer-review process. Academic objectivity and scientific quality are the most important criteria for the assessment of the articles that are submitted to be published.
- The articles that comply with the publication principles of **MSUFBD** are passed through plagiarism checking. Journal of Social Sciences of Muş Alparslan University uses the iThenticate software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. The journal allows an overall similarity of 20% for a manuscript to be considered for publication. After determining an acceptable similarity rate, the article is sent to two reviewers who are known for their studies in the relevant field. **MSUFBD** employs double-blind review system in which the names of neither the reviewers nor the authors are disclosed in any of the phases of the process. Reviewer reports are saved for five years. If one of the reviewers gives positive feedback while the other gives negative feedback, the article is either sent to a third reviewer or Editorial Board examines the reviewer reports to make the final decision.
- The authors submitting papers to **MSUFBD** take into account the criticisms and suggestions of the reviewers and the Editorial Board. The authors also have the right to object to the points with which they disagree. In the reviewing process, the publications of people with academic titles are only reviewed by academics of either an equal or a higher degree.
- Assessment process of **MSUFBD** may sometimes take long periods of time due to undesired reasons. Normally, preliminary assessment by the editor takes a week while reviewer's assessment period takes 8 weeks. However, reviewer assessment process may get longer when reviewers do not respond on time or in cases of appointing a new reviewer and so on.
- The author/authors submitting papers to **MSUFBD** is/are considered to have accepted the aforementioned reviewing conditions and process of the journal.
- The copyrights of the works that are decided to be published (accepted) in **MSUFBD** is transferred to Muş Alparslan University.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Yayın İlkeleri**

- **MSUFBD**, ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan, fen, temel alanlar ve mühendislik bilimleri alanında özgün ve nitelikli çalışmaları, bilimsel bir yaklaşımla ele alarak fen bilimler alanlarındaki çalışmaların niteliğinin yükselmesine, yöntem ve uygulamaların gelişmesine, kuram ve uygulama alanlarındaki çalışmalar arasında iletişimin güçlenmesine ve fen bilimleri alanındaki literatürün zenginleşmesine katkı sağlamak amacıyla yayımlanmaktadır.
- **MSUFBD**'e, matematik, fizik, kimya, biyoloji, çevre bilimi, sağlık, eczacılık, mühendislik bilimleri vb. tüm fen bilimlerine ait özgün ve nitelikli bilimsel çalışmaları destekleyerek bilim camiasında üretilen bilgileri akademisyenlerin ve kamuoyunun istifadesine sunmak amacıyla yeni ve özgün çalışmalara yer verilmektedir.
- **MSUFBD**'e gönderilecek çalışma, alanında bir boşluğu dolduracak özgün bir yazı olmalı ya da daha önce yayımlanmış çalışmaları değerlendiren, konuya dair yeni ve dikkate değer görüşler ortaya koyan inceleme olmalıdır.
- **MSUFBD**'e gönderilecek yazılar makale, çeviri ve kitap tanıtımı türünde olmalıdır. Dergimize gönderilen çeviri yazılar için, makale sahibinin yayın izni ve orijinal metin gereklidir.
- **MSUFBD**'e yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.
- **MSUFBD**'e gönderilen çalışmalar daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış ve halihazırda yayımlanmak üzere sunulmamış olmalıdır. Bilimsel bir toplantıda sunulmuş bildiriler, durum açıkça belirtilmek şartıyla dergiye gönderilebilir.
- **MSUFBD**'e Kış/Aralık ve Yaz/Haziran sayısı olmak üzere yılda iki defa düzenli olarak yayımlanmaktadır.
- **MSUFBD**'e gönderilen yazılara telif hakkı ödenmez. Yayımlanan makalelerin telif hakkı Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi'ne aittir.
- **MSUFBD**'de yayımlanan yazıların bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.
- **MSUFBD**'de yer alan yazılardaki görüş ve düşünceler yazarlarının kişisel görüşleri olup derginin ve bağlı olduğu kurumların görüşlerini yansıtmaz.
- **MSUFBD**'e gönderilen çalışmalar, TÜBİTAK ULAKBİM'in DergiPark Sistemi (UDS) üzerinden elektronik ortamda gönderilmektedir. Bu sisteme <http://dergipark.gov.tr/msufbd> da yer alan "Kullanıcı Sayfası/Yeni Gönderi" linkinden ulaşılabilir. Söz konusu sisteme kayıt yapıp makale gönderildikten sonra hakem süreciyle ilgili gelişmeler ve hakem değerlendirme raporları yazarlar tarafından kolaylıkla takip edilebilir.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Editorial Principles**

- **MSUFBD** is a national and international peer-reviewed journal that publishes authentic and qualified works with a scientific approach in the fields of science, basic and engineering sciences. It is published to contribute to raising the quality of the social sciences studies, development of methods and practices, to strengthen the communication between theoretical and practical studies, and to enrich the science literature.
- **MSUFBD** supports all the authentic and qualified scientific studies in the science fields including maths, physic, chemistry, biology, health, pharmacy, engineering sciences *etc.* It publishes new and authentic works to offer the knowledge produced by scientific circles for the benefit of academics and public.
- The works that are sent to **MSUFBD** must be both an authentic work to eliminate a lack in the literature or a review assessing the previously-published works and suggesting relevant, new, and noteworthy opinions.
- The texts that are sent to **MSUFBD** include articles, translations, and book promotions. For the translated texts, publication permission of the owner of the article and the source text are required.
- Publication languages of **MSUFBD** are Turkish and English.
- The works that are sent to **MSUFBD** must not be published previously anywhere. They have to be ready for publication. The papers that have previously been presented in a scientific meeting can be sent to the journal if it is clearly indicated.
- **MSUFBD** is regularly published in Winter/December and Summer/June per year.
- No copyright payment is made for the papers that are sent to **MSUFBD**. The copyrights of the works that are published in **MSUFBD** are transferred to Mus Alparslan University Journal of Science.
- Scientific and legal liabilities of the articles published in **MSUFBD** belong to the authors.
- All the opinions and ideas indicated in the articles that are published in **MSUFBD** are authors' personal opinions and do not reflect the opinions of the Journal or the affiliated institutions by any means.
- The works that are sent to **MSUFBD** are sent to TUBITAK ULAKBIM's DergiPark System (UDS) in electronical environment. This system can be accessed via <http://dergipark.gov.tr/msufbd> under the link "User Page/New Submission". After registering in the system and submitting the paper, the developments regarding the reviewing process and reviewer reports can be followed by the authors.



**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Yazışma Adresi / Address**

Muş Alparslan Üniversitesi  
MSUFBD Dergi Editörlüğü

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
49250 – MUŞ/TÜRKİYE  
Tel: 0 436 249 49 49 / 3671 - Fax: 0 436 213 00 28  
Web: <http://dergipark.gov.tr/msufbd>  
e-mail: [msufbd@alparslan.edu.tr](mailto:msufbd@alparslan.edu.tr)