



Muş Alparslan Üniversitesi

MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ / MUŞ ALPARSLAN UNIVERSITY

[www.alparslan.edu.tr](http://www.alparslan.edu.tr)

e-ISSN: 2149-6455

Haziran/June 2023

Cilt/Volume 11

Sayı/Issue 01

**FEN BİLİMLERİ  
DERGİSİ**  
THE JOURNAL of  
SCIENCE



**MAUNFBD**

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

**YIL/YEAR: 2023 • CİLT/VOLUME: 11 • SAYI/NUMBER: 1**

**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.



**MAUNFBD**

**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	: 30/06/2023
Cilt	: 11
Sayı	: 1
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 Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır Yolu 7. Km, 49250 – MUŞ / TÜRKİYE
e-posta	: s.bozari@alparslan.edu.tr
URL	: <a href="https://dergipark.org.tr/tr/pub/msufbd">https://dergipark.org.tr/tr/pub/msufbd</a>

## MAUNFBD

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

Yıl/Year: 2023 • Cilt/Volume: 11 • Sayı/Number: 1

#### Yayın Kurulu • Editorial Board

<b>Muş Alparslan Üniversitesi Adına Sahibi / Owner</b>	<b>Prof. Dr. Mustafa ALİCAN (Rektör)</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Editör / Editor-in-Chief</b>	<b>Doç. Dr. Sedat BOZARI</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Editör Yardımcıları / Associate Editors</b>	<b>Doç. Dr. Abdullah AYDIN</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Doç. Dr. Zeynal TOPALCENGİZ</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Doç. Dr. Adnan ÇETİN</b> Yüzüncü Yıl Üniversitesi <b>Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖNLÜ</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Editör Kurulu-Alan Editörleri / Editorial Board Members</b>	<b>Prof. Dr. Murad Aydın ŞANDA</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. Gökhan ZENGİN</b> Selçuk Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. Mahmut TOPRAK</b> Bingöl Üniversitesi / Türkiye <b>Doç. Dr. Derya EFE</b> Giresun Üniversitesi / Türkiye <b>Doç. Dr. Hüseyin KOÇ</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Doç. Dr. Kenan YILDIRIM</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Dr. Juan Fernando MUÑOZ</b> University of Florida / Ekvador <b>Dr. Svetlana GOROKHOVA</b> Uznyj Matematıceskıj Institut VNC RAN / Rusya <b>Dr. Adam BAKER</b> US Food and Drug Administration (FDA) / ABD <b>Dr. Surendra BARPETE</b> ICARDA / Hindistan <b>Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin İLBİRA</b> Amasya Üniversitesi / Türkiye <b>Dr. Öğr. Üyesi Abdulkhakim ZEYBEK</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Dr. Öğr. Üyesi Ömer ARSLAN</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ÖNLÜ</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖNLÜ</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Dr. Üyesi Hatice ÜNLÜ EROĞLU</b> Necmettin Erbakan Üniversitesi / Türkiye <b>Doç. Dr. Abdullah AYDIN</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Doç. Dr. Zeynal TOPALCENGİZ</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Dr. Barış KURT</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Danışmanlar Kurulu / Advisory Board</b>	<b>Prof. Dr. Güleray AĞAR</b> Atatürk Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. Cemil TUNÇ</b> Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. Arzu GÖRMEZ</b> Dokuz Eylül Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. Nevzat ESİM</b> Bingöl Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. ERCAN BURSAL</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. Ekrem ALMAZ</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. Talat KÖRPİNAR</b> Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye <b>Prof. Dr. Muhammed ÇINAR</b>

Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
**Doç. Dr. Furkan ORHAN**  
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi/ Türkiye  
**Doç. Dr. Selçuk SAĞIR**  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
**Doç. Dr. Salih ÖZER**  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye

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

Yıl: 2023 • Cilt: 11 • Sayı: 1

**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 Bilimleri Dergisinin temel amacı; uluslararası alanda bilim ve teknolojiye 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 Bilimleri Dergisi, yükseköğretim kurumlarında görev alan akademisyenler, lisansüstü öğrenciler, sanayi ve endüstride çalışan kişilerin akademik ve mesleki gelişmelerine katkı sağlayan bilimsel, nitelikli akademik çalışmaların yaygınlaştırılmasına hizmet etmeyi hedeflenmektedir.

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri 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 Bilimleri 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 Bilimleri 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:

- **TR Dizin**
- Academic keys
- CAB Abstract
- CiteFactor
- COSMOS IF
- CrossRef DOI
- DRJI (Directory of Research Journals Indexing)
- Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)
- Index Copernicus
- Infobase index
- International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF),
- ResearchBib
- ROAD
- Scientific Indexing Service
- Sindex
- SOBİAD

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

Yıl/Year: 2023 • Cilt/Volume: 11 • Sayı/Number: 1

**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. Mus Alparslan University Journal of Science is included in the following abstracting and indexing services:

- **TR Dizin**
- Academic keys
- CAB Abstract
- CiteFactor
- COSMOS IF
- CrossRef DOI
- DRJI (Directory of Research Journals Indexing)
- Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)
- Index Copernicus
- Infobase index
- International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF),
- ResearchBib
- ROAD
- Scientific Indexing Service
- Sindex
- SOBİAD

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

Yıl/Year: 2023 • Cilt/Volume: 11 • Sayı/Number: 1

**MAUNFBD Dergi Yayın Etiği ve Sorumluluklar**

**MAUNFBD** Dergisinde uygulanan yayın süreçlerinde yazarlar, hakemler ve editörler etik ilkelere yönelik standartlara uyması önem taşımaktadır. **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** 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**

**MAUNFBD** 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 sorumluluklarıdır.

**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 yapılmalıdır. Değerlendirmeyi yapıcı ve nazik bir dille yapılmalıdır. Düşmanlık, iftira ve hakaret içeren aşağılayıcı kişisel yorumlar yapmamalıdır. Değerlendirmeyi kabul ettikleri çalışmayı zamanında ve yukarıdaki etik sorumluluklarda gerçekleştirilmelidir.

**Yayıncının Etik Sorumlulukları**

**MAUNFBD** Dergisinde gönderilen çalışmaların tüm süreçlerinden editör sorumludur. Bağımsız editör kararı oluşturulmasını taahhüt eder. **MAUNFBD** Dergisinde ekonomik ya da politik kazançlar göz önüne alınmaksızın karar verici kişi editördür. **MAUNFBD** 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 vermemelidir. 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. **MAUNFBD** 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.

### **MAUNFBD Dergisinde Etik Olmayan Bir Durumla Karşılaşırsanız!**

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

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

Yıl/Year: 2023 • Cilt/Volume: 11 • Sayı/Number: 1

**MAUNFBD 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 MAUNFBD. All authors, referees and editors are expected to have the following ethical responsibilities within the scope of publication ethics in MAUNFBD 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 MAUNFBD 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 MAUNFBD 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 MAUNFBD Journal. The independent editor commits to the decision. The decision maker is the editor, regardless of economic or political gains in the Journal of MAUNFBD. It must protect the property and copyright of every article published in the MAUNFBD 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 MAUNFBD 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 MAUNFBD Journal!

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

**İÇİNDEKİLER • CONTENTS**

ÖZGÜN ARAŞTIRMA / ORIGINAL ARTICLE

	Sayfalar/ Pages
<b>Haşmet KAPŞIGAY, Muhammed ÇINAR</b> Paranormal Uzaylarda $\alpha$ . Dereceden Deferred İstatistiksel Yakınsaklık	1-6
<b>İlker USTA</b> Deneysel Ahşap Koruma Uygulamasında Numune Hazırlama İşlemleri ve Metodik Düzenlemelerin İstatistiksel Yönden Değerlendirilmesi	7-14
<b>Tuba Nur OLGÜN, Müjgan KARATOSUN</b> Kerpiç Yapılarda Koruma Sorunu Olarak Deprem Etkileri	15-27
<b>Elif Esra ALTUNER</b> Electrochemical sensitivity, selectivity, and sensory properties of a natural polymer-supported titanium nanocomposite electrode towards lysine amino acid	28-32

**Okuyucu Mektupları / Letters**



Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi'nde yayımlanan çalışmalar hakkındaki değerli görüşlerinizi, yorumlarınızı ve önerilerinizi lütfen dergi editörüne iletiniz.  
s.bozari@alparslan.edu.tr

## Paranormlu Uzaylarda $\alpha$ . Dereceden Deferred İstatistiksel Yakınsaklık

Haşmet KAPŞIGAY<sup>1</sup>, Muhammed ÇINAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Namık Kemal Yatılı Bölge Ortaokulu, Muş, Türkiye

<sup>2</sup> Matematik Eğitimi Bölümü, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye

✉: [muhammedcinar23@gmail.com](mailto:muhammedcinar23@gmail.com)  <sup>1</sup>0000-0003-1700-3470  <sup>2</sup>0000-0002-0958-0705

Geliş (Received): 12.10.2022

Düzeltilme (Revision): 04.01.2023

Kabul (Accepted): 07.01.2023

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı paranormlu uzaylarda  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaklık, paranormlu uzaylarda  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel Cauchy dizisi tanımları ile paranormlu uzaylarda deferred Cesáro yakınsaklık tanımını verip bunlar arasındaki ilişkiyi incelemektir.

**Anahtar Kelimeler:** Cesáro Ortalaması, Deferred Cesáro Ortalaması, Deferred İstatistiksel Yakınsaklık, İstatistiksel Yakınsaklık

### Deferred Statistical Convergence of Order $\alpha$ in Paranormed Space

#### ABSTRACT

This study aims to define deferred statistical convergence of  $\alpha$ . order in paranorm spaces, the definitions of deferred statistical Cauchy convergence of  $\alpha$ . order in paranorm spaces and the definition of deferred Cesáro in paranorm spaces and to investigate the relation among these.

**Keywords:** Cesáro Means, Deferred Cesáro Mean, Deferred Statistical Convergence, Statistical Convergence

### GİRİŞ

İstatistiksel yakınsaklık ilk olarak Zygmund [1] tarafından 1935 yılında tanımlanmış olup, istatistiksel yakınsaklık kavramı Steinhaus ve Fast [2,3] tarafından ayrı ayrı çalışılmış bunlardan bağımsız olarak Schoenberg [4] istatistiksel yakınsaklığı bir toplanabilme metodu olarak incelemiştir. Connor [5] istatistiksel yakınsaklık ile Cesaro toplanabilme arasındaki ilişkiyi incelemiş bu iki kavram arasındaki ilişki için şartları ortaya koymuştur. İstatistiksel yakınsaklık matematiğin pekçok kısmında incelenmiş ve Fourier analizi teorisinde, Ergodik teoride, sayı teorisinde, ölçü teorisinde, trigonometrik serilerde, turnpike teorisinde ve banach uzaylarında uygulamaları irdelenmiştir. Son yıllarda da pek çok matematikçi tarafından çalışılmaya devam etmektedir [6-11].

### MATERYAL ve YÖNTEM

**Tanım 1:**  $X$ ,  $K$  cismi üzerinde bir vektör uzayı olsun. Eğer  $g: X \rightarrow \mathbb{R}$  fonksiyonu aşağıdaki şartları sağlarsa  $g$ 'ye bir paranorm denir,  $(X, g)$  ikilisine de paranormlu uzay denir.

$\forall \lambda \in K$  ve  $\forall x, y \in X$  için,

$$\mathbf{P1)} \quad g(\theta) = 0,$$

$$\mathbf{P2)} \quad g(x) = g(-x),$$

$$\mathbf{P3)} \quad g(x + y) \leq g(x) + g(y),$$

**P4)**  $(\lambda_k)$  skalerlerin bir dizisi ve  $\lambda_k \rightarrow \lambda_0$  ( $k \rightarrow \infty$ ) olsun.  $x_k, \alpha \in X$  için  $x_k \rightarrow \alpha$  ( $k \rightarrow \infty$ ) iken  $g(x_k - \alpha) \rightarrow 0$  ve  $\lambda_k x_k \rightarrow \lambda_0 \alpha$  ( $k \rightarrow \infty$ ),  $g(\lambda_k x_k - \lambda_0 \alpha) \rightarrow 0$  ( $k \rightarrow \infty$ ) [5].

**Tanım 2:** Eğer  $g(x) = 0$  iken  $x = \theta$  oluyorsa  $g$ 'ye total paranorm denir [12].

**Teorem 3:** Her yarınorm bir paranormdur. Bu teoremin karşıtı doğru değildir [12].

**Tanım 4:**  $\delta: K \subset \mathbb{N} \rightarrow [0,1]$  ve  $K$  kümesi doğal sayılar kümesinin bir alt kümesi olsun.

$$\delta(K) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|K(n)|}{n}$$

şeklinde tanımlanan fonksiyona  $K$  kümesinin yoğunluğu denir.  $K(n) := \{k \leq n: k \in K\}$  olarak tanımlanır ve  $|K(n)|$  ifadesine  $K$  kümesinin kardinalitesi yani eleman sayısı denir [13].

**Örnek 5:**  $K = \{k \in \mathbb{N} : k = m^2\}$  alınırsa  $|K(n)| \leq \sqrt{n}$  olur ve  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n}}{n} = 0$  olur ki buda  $\delta(K) = 0$  elde edilir.

$K = \{2k : k \in \mathbb{N}\}$  ve  $K = \{2k+1 : k \in \mathbb{N}\}$  kümeleri içinde  $\delta(K) = 1/2$  olur.

**Tanım 6:**  $x = (x_k)$  reel veya kompleks terimli bir dizi olsun. Her  $\varepsilon > 0$  için  $\delta(\{k \in \mathbb{N} \mid |x_k - l| \geq \varepsilon\}) = 0$  olacak şekilde bir  $l$  sayısı varsa  $x$  dizisi  $l$  sayısına istatistiksel yakınsaktır denir ve  $S - \lim_{k \rightarrow \infty} x_k = l$  ile gösterilir [6].

**Tanım 7:**  $x = (x_k)$  kompleks terimli bir dizi olmak üzere,  $\forall \varepsilon > 0$  için

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^\alpha} |\{k \leq n : |x_k - l| \geq \varepsilon\}| = 0$$

olacak şekilde bir  $l$  sayısı varsa  $x = (x_k)$  dizisi  $l$  sayısına  $\alpha$ . dereceden istatistiksel yakınsaktır denir ve  $S^\alpha - \lim x = l$  şeklinde gösterilir [14].

**Tanım 8:**  $(X, g)$  bir paranormlu uzay olsun. Bir  $x = (x_k)$ , her  $\varepsilon > 0$  için

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} |\{k \leq n : g(x_k - l) \geq \varepsilon\}| = 0$$

ise  $(x_k)$  dizisine,  $l$  sayısına istatistiksel yakınsak veya  $g(S)$ -yakınsak denir.  $g(S) - \lim x = l$  şeklinde gösterilir [15].

**Tanım 9:**  $(X, g)$  bir paranormlu uzay ve  $\alpha \in (0, 1]$  olsun. Her  $\varepsilon > 0$  için;

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^\alpha} |\{k \leq n : g(x_k - l) \geq \varepsilon\}| = 0$$

ise  $(x_k)$  dizisine,  $l$  sayısına  $\alpha$ . dereceden istatistiksel yakınsak veya  $g(S)^\alpha$ -yakınsak denir.  $g(S)^\alpha - \lim x = l$  şeklinde gösterilir [16].

**Tanım 10:**  $c$  ile bütün reel veya kompleks terimli  $x = (x_k)$  yakınsak dizilerinin uzayı gösterilir. Yani

$$c = \left\{ x = (x_k) : \exists l \in c \Rightarrow \lim_{k \rightarrow \infty} |x_k - l| = 0 \right\}$$

dir.  $c$  dizi uzayı  $d(x, y) = \sup_k |x_k - y_k|$  metriği ile birlikte bir metrik uzaydır [17].

**Tanım 11:**  $c_0$  uzayı, sıfıra yakınsak dizilerin uzayıdır. Yani

$$c_0 = \left\{ x = (x_k) : \lim_{k \rightarrow \infty} x_k = 0 \right\}$$

dir. Bu uzaydaki metrik  $d(x, y) = \max |x_k - y_k|$  şeklinde alınabilir [17].

**Tanım 12:**  $l_\infty$  ile bütün reel veya kompleks terimli  $x = (x_k)$  sınırlı dizilerinin uzayı gösterilir. Yani

$$l_\infty = \left\{ x = (x_k) : \sup_k |x_k| < \infty \right\}$$

dir. Bu uzaydaki metrik  $d(x, y) = \sup_k |x_k - y_k|$  şeklindedir [17].

**Tanım 13:** Reel veya kompleks terimli  $x = (x_k)$  dizisi verilsin. Eğer,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - l) = 0$$

ise  $x = (x_k)$  dizisi  $l$  sayısına (C,1) yakınsaktır denir. (C,1) yakınsak olan dizilerin kümesi (C,1) sembolü ile gösterilir.[17]

$$(C, 1) = \left\{ x = (x_k) : \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k = l, \exists l \in C \right\}$$

1932 yılında Agnew [18]'in Cesáro alt metodunun bir genellemesi olan deferred Cesáro metodunu aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.  $p(n)$  ve  $q(n)$  reel terimli diziler olmak üzere:

$$p(n) < q(n) \text{ ve } \lim_{n \rightarrow \infty} q(n) = \infty \quad (1)$$

koşulu sağlayan dizileri olmak üzere  $x = (x_k)$  reel terimli dizisinin deferred Cesáro ortalaması

$$(D_{p,q}, X)_n = \frac{1}{q(n) - p(n)} \sum_{k=p(n)+1}^{q(n)} x_k, n = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

biçimindedir.

$(D_{p,q}, X)_n$  dönüşümüne  $x = (x_k)$  dizisinin deferred Cesáro ortalaması denir. (2)'de verilen  $D_{p,q}$  metodu regüler olmasının yanı sıra başka önemli özellikleri de sağladığı Agnew [18] tarafından ifade edilmiştir.  $x = (x_k)$  reel veya kompleks terimli bir dizi,  $p(n)$  ve  $q(n)$ 'de (2) şartlarını sağlayan diziler olmak üzere;  $x = (x_k)$  dizisinin kuvvetli Deferred Cesáro toplanabilmesi

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{q(n) - p(n)} \sum_{k=p(n)+1}^{q(n)} |x_k - l| = 0$$

şeklinde tanımlanır. Bu durum  $x_k \rightarrow l(D[p, q])$  ile gösterilir. Tüm kuvvetli Deferred Cesáro toplanabilen dizilerin uzayı  $D[p, q]$  ile gösterilir.

**Tanım 14:**  $x = (x_k)$  reel ya da karmaşık terimli bir dizi  $p = \{p(n)\}_{n \in \mathbb{N}}$  ve  $q = \{q(n)\}_{n \in \mathbb{N}}$  (1) koşulunu sağlayan pozitif tam sayıların dizileri olmak üzere, her  $\varepsilon > 0$  için

$$\limsup_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{q(n) - p(n)} |\{p(n) < k \leq q(n) : |x_k - l| \geq \varepsilon\}| = 0,$$

sağlanır ise  $x = (x_k)$  dizisi  $l$  sayısına deferred istatistiksel yakınsaktır denir ve

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_k = l(DS[p, q]) \text{ biçiminde gösterilir [19].}$$

**Teorem 15:**  $p = \{p(n)\}_{n \in \mathbb{N}}$  ve  $q = \{q(n)\}_{n \in \mathbb{N}}$  pozitif tamsayıların (1) koşullarını sağlayan dizileri olsun. Bu durumda  $x_k \rightarrow l(D[p, q])$  ise  $x_k \rightarrow l(DS[p, q])$ 'dir [19].

**İspat:**  $p = \{p(n)\}_{n \in \mathbb{N}}$  ve  $q = \{q(n)\}_{n \in \mathbb{N}}$  pozitif tam sayıların (1) koşullarını sağlayan  $x_k \rightarrow l(D[p, q])$  olsun. Bu durumda keyfi  $\varepsilon > 0$  sayısı için

$$\begin{aligned} \frac{1}{q(n) - p(n)} \sum_{\substack{k=p(n)+1 \\ |x_k - l| \geq \varepsilon}}^{q(n)} |x_k - l| \\ \geq \frac{1}{q(n) - p(n)} |\{p(n) < k \\ \leq q(n) : |x_k - l| \geq \varepsilon\}| \varepsilon \end{aligned}$$

eşitsizliği sağlanır. Eğer, yukarıdaki eşitsizliğin her iki tarafında  $n \rightarrow \infty$  iken limit alınırsa

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{q(n) - p(n)} |\{p(n) < k \leq q(n) : |x_k - l| \geq \varepsilon\}| = 0$$

elde edilir. Bu ise  $x = (x_k)$  dizisinin  $l$  sayısına deferred istatistiksel yakınsak olduğunu gösterir.

## TARTIŞMA

Bu bölümde paranormlu uzaylarda  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaklık, deferred istatistiksel Cauchy dizisi ve deferred Cesáro yakınsaklık kavramları tanımlanıp bunlar arasındaki ilişki incelenecektir.

$\mathbb{N}$  doğal sayılar kümesinin bir  $A$  alt kümesinin  $\alpha$ . dereceden deferred yoğunluğunu

$$\delta_{p,q}^\alpha(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{k \in A : p(n) < k \leq q(n)\}|$$

şeklinde tanımlayacağız.

**Tanım 16:**  $x = (x_k)$ ,  $(X, g)$  paranormlu uzayında bir dizi ve  $\{p(n)\}$  ve  $\{q(n)\}$  pozitif tamsayıların (1)'deki şartları sağlayan iki dizi ve  $\alpha \in (0, 1]$  olsun.  $\forall \varepsilon > 0$  için;

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon\}| = 0$$

ise  $x = (x_k)$  dizisine  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $l$  sayısına  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaktır denir.

$x = (x_k)$  dizisi paranormlu uzayda  $l$  sayısına  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsak ise  $g(DS^\alpha[p, q]) - \lim x_k = l$  yazılır. Bu şekilde yakınsayan tüm dizilerin kümesini  $g(DS^\alpha[p, q])$  ile göstereceğiz.

i) Bu tanımda  $q(n) = n$ ,  $p(n) = 0$  ve  $\alpha = 1$  seçilirse paranormlu uzayda  $\alpha$ . dereceden istatistiksel yakınsaklık [15]'deki paranormlu uzaylardaki istatistiksel yakınsaklık tanımına indirgenir.

ii) Bu tanımda  $q(n) = \lambda_n$ ,  $p(n) = 0$  ve  $\alpha = 1$  seçilirse [20]'deki paranormlu uzaylarda  $\lambda$ -istatistiksel yakınsaklık tanımına indirgenir.

iii) Bu tanımda  $q(n) = n$ ,  $p(n) = 0$  seçilirse [16]'deki paranormlu uzaylarda  $\alpha$ . dereceden istatistiksel yakınsaklık tanımına indirgenir.

$(X, g)$  paranormlu uzayda tanımlı  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaklık  $\alpha \in (0, 1]$  için iyi tanımlı fakat  $\alpha > 1$  için iyi tanımlı değildir.

$x = (x_k)$  dizisini;

$$x_k = \begin{cases} 1, & k = 2m \\ 0, & k \neq 2m \end{cases}$$

şeklinde seçelim. Bu takdirde  $q(n) = n^2$ ,  $p(n) = n$ ,  $g(x) = |x|$  ve  $\alpha > 1$  seçilirse

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(n^2 - n)^\alpha} |\{n < k \leq n^2 : g(x_k - 1) \geq \varepsilon\}| \\ \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 - n}{2(n^2 - n)^\alpha} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(n^2 - n)^\alpha} |\{n < k \leq n^2 : g(x_k - 0) \geq \varepsilon\}| \\ \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 - n}{2(n^2 - n)^\alpha} = 0 \end{aligned}$$

elde edilir ki bu mümkün değildir.

**Tanım 17:**  $x = (x_k)$ ,  $(X, g)$  paranormlu uzayında bir dizi,  $\{p(n)\}$  ve  $\{q(n)\}$  pozitif tamsayıların (1)'deki şartları sağlayan iki dizisi  $\alpha \in (0, 1]$  olsun. Her  $\varepsilon > 0$  için

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - x_n) \geq \varepsilon\}| = 0$$

olacak şekilde bir  $N \in \mathbb{N}(\varepsilon)$  sayısı varsa  $x = (x_k)$  dizisine  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel Cauchy dizisi denir.



**Tanım 18:**  $x = (x_k)$ ,  $(X, g)$  paranormlu uzayında bir dizi,  $\{p(n)\}$  ve  $\{q(n)\}$  pozitif tamsayıların (1)'deki şartları sağlayan iki dizisi ve  $\alpha \in (0,1]$ ,  $m \in \mathbb{R}^+$  olsun.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} \sum_{k=p(n)+1}^{q(n)} |g(x_k - l)|^m = 0$$

olacak şekilde bir  $l$  sayısı varsa  $x = (x_k)$  dizisine  $\alpha$ . dereceden kuvvetli deferred  $m$ - Cesáro yakınsaktır denir ve  $DW_m^\alpha(g) - \lim x_k = l$  ile gösterilir.

**Teorem 19:**  $x = (x_k)$  ve  $y = (y_k)$  herhangi iki dizi ve  $\alpha \in (0,1]$  olsun. Bu takdirde;

i)  $c \in \mathbb{R}$  ve  $(x_k)$  dizisi  $(X, g)$  total paranormlu uzayında  $l$  sayısına  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsak ise  $(cx_k)$  dizisi  $cl$ 'ye  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaktır.

ii)  $(X, g)$  total paranormlu uzayında  $(x_k)$  dizisi  $l_1$ 'e ve  $(y_k)$  dizisi  $l_2$ 'ye  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsak ise  $(x_k + y_k)$  dizisi  $(l_1 + l_2)$ 'ye  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaktır.

**Teorem 20:**  $(X, g)$  total paranormlu uzayında  $(x_k)$  dizisi  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsak ise istatistiksel limiti tektir.

**İspat:** Farz edelim ki  $g(DS^\alpha[p, q]) - \lim x_k = l_1$  ve  $g(DS^\alpha[p, q]) - \lim x_k = l_2$  olsun ve  $\varepsilon > 0$  için  $A_1(\varepsilon)$  ve  $A_2(\varepsilon)$  kümelerini

$$A_1(\varepsilon) = \left\{ p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - l_1) \geq \frac{\varepsilon}{2} \right\}$$

$$A_2(\varepsilon) = \left\{ p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - l_2) \geq \frac{\varepsilon}{2} \right\}$$

şeklinde tanımlayalım ve  $g(DS^\alpha[p, q]) - \lim x_k = l_1$  olduğundan  $\delta(A_1(\varepsilon)) = 0$  dir. Benzer şekilde  $g(DS^\alpha[p, q]) - \lim x_k = l_2$  olduğundan  $\delta(A_2(\varepsilon)) = 0$  dir.

$A(\varepsilon) = A_1(\varepsilon) \cup A_2(\varepsilon)$  olduğundan  $\delta(A(\varepsilon)) = 0$  ve  $\delta(A^c(\varepsilon)) = 1$  dir. Şimdi  $k \in \mathbb{N} \setminus A(\varepsilon)$  olsun. Bu takdirde

$$g(l_1 - l_2) \leq g(x_k - l_1) + g(x_k - l_2) < \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\varepsilon}{2} = \varepsilon$$

olur.  $\varepsilon > 0$  keyfi olduğundan  $g(l_1 - l_2) = 0$  elde ederiz ki buradan  $l_1 = l_2$  elde edilir.

**Teorem 21:**  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $x = (x_k)$  dizisi  $l$ 'ye  $g$ -yakınsak ise  $(x_k)$  dizisi  $l$ 'ye  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaktır fakat bunun karşıtı değildir.

**İspat:** Farz edelim ki  $(x_k)$  dizisi  $l$ 'ye  $g$ -yakınsak olsun. O zaman  $\forall \varepsilon > 0$  için  $N \in \mathbb{N}^+$  vardır öyle ki  $\forall k \geq N$  için  $g(x_k - l) < \varepsilon$  yazabiliriz.  $A(\varepsilon) = \{k \in \mathbb{N} : g(x_k - l) \geq \varepsilon\} \subset \{1, 2, \dots, N\}$  olduğundan  $A(\varepsilon) = \emptyset$  dir. Bu nedenle  $g(DS^\alpha[p, q]) - \lim x_k = l$  olur.

Teoremin tersinin doğru olmadığını göstermek için aşağıdaki örneği göz önüne alalım.

**Örnek 22:**

$$X = \ell\left(\frac{1}{k}\right) = \left\{ x = (x_k) : \sum_{k=1}^{\infty} |x_k|^{\frac{1}{k}} < \infty \right\}, g(X) = \left( \sum_{k=1}^{\infty} |x_k|^{\frac{1}{k}} \right)$$

paranormu ile bir paranormlu uzay olsun.  $(x_k)$  dizisini

$$x_k = \begin{cases} k, & k = n^2 \\ 0, & k \neq n^2 \end{cases}$$

şeklinde tanımlayalım. Buradan

$$A(\varepsilon) = \{k \leq n : g(x_k) \geq \varepsilon\}$$

kümesini ele alalım. Buradan

$$g(x_k) = \begin{cases} \frac{1}{k}, & k = n^2 \text{ ise} \\ 0, & k \neq n^2 \text{ ise} \end{cases}$$

elde edilir. Böylece

$$\lim_{k \rightarrow \infty} g(x_k) = \begin{cases} 1, & k = n^2 \text{ ise} \\ 0, & k \neq n^2 \text{ ise} \end{cases}$$

elde edilir. Bu da bize  $(x_k)$  dizisinin  $g$ -limitinin olmadığını gösterir. Diğer taraftan  $\alpha > \frac{1}{2}$  için  $\delta_{p,q}^\alpha(A(\varepsilon)) = 0$  elde edilir. Bu da  $g(DS^\alpha[p, q]) - \lim x_k = 0$  olduğunu verir.

**Teorem 23:**  $x = (x_k)$  dizisinin  $(X, g)$  tam paranormlu uzayında  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel Cauchy olması için gerek ve yeter şart  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsak olmasıdır.

**İspat:** Farz edelim ki  $(x_k)$  dizisi  $g(DS^\alpha[p, q]) - Cauchy$  fakat  $g(DS^\alpha[p, q])$  yakınsak olmasın o zaman  $F(\varepsilon) = \{k \in \mathbb{N} : g(x_k - x_m) \geq \varepsilon\}$  olmak üzere  $\delta_{p,q}^\alpha(F(\varepsilon)) = 0$  elde ederiz. Aynı şekilde  $H(\varepsilon) = \{k \in \mathbb{N} : g(x_k - l) < \frac{\varepsilon}{2}\}$  olmak üzere  $\delta_{p,q}^\alpha(H(\varepsilon)) = 0$  yani  $\delta_{p,q}^\alpha(H^c(\varepsilon)) = 1$  elde ederiz.  $g(x_k - l) < \frac{\varepsilon}{2}$  ise o zaman  $g(x_k - x_m) < 2g(x_k - l) < \varepsilon$  elde ederiz. Dahası  $\delta_{p,q}^\alpha(F^c(\varepsilon)) = 0$  yani  $\delta_{p,q}^\alpha(F(\varepsilon)) = 1$  elde edilir ki  $(x_k)$  dizisi  $g(DS^\alpha[p, q]) - Cauchy$  olduğundan bu bir çelişkidir. Bu nedenle  $x = (x_k)$  dizisi  $g(DS^\alpha[p, q])$  yakınsak olmalıdır.

Tersine farz edelim ki  $g(DS^\alpha[p, q]) - \lim x_k = l$  olsun o zaman

$$A(\varepsilon) = \left\{ k \in \mathbb{N} : g(x_k - l) \geq \frac{\varepsilon}{2} \right\}$$

olmak üzere  $\delta_{p,q}^\alpha(A(\varepsilon)) = 0$  elde ederiz. Bu da  $\delta_{p,q}^\alpha(N \setminus A(\varepsilon)) = \delta_{p,q}^\alpha(\{k \in \mathbb{N} : g(x_k - l) < \frac{\varepsilon}{2}\}) = 1$  olduğu anlamına gelir.  $m, k \notin A(\varepsilon)$  olsun o zaman  $g(x_m - x_k) < \varepsilon$  dur. Sabit  $m \notin A(\varepsilon)$  için  $B(\varepsilon) = \{k \in \mathbb{N} : g(x_m - x_k) < \varepsilon\}$  olsun. O zaman  $\mathbb{N} \setminus A(\varepsilon) \subset B(\varepsilon)$  dur. Bundan dolayı

$$1 = \delta_{p,q}^\alpha(\mathbb{N}/A(\varepsilon)) \leq \delta_{p,q}^\alpha(B(\varepsilon)) \leq 1.$$

$$N \setminus B(\varepsilon) = \{k \in \mathbb{N} : g(x_k - x_m) \geq \varepsilon\}$$

olmak üzere  $\delta_{p,q}^\alpha(N \setminus B(\varepsilon)) = 0$  anlamına gelir ki buda  $(x_k)$  dizisinin  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel Cauchy olduğu anlamına gelir.

**Teorem 24:**  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $(x_k)$  dizisi  $l$ 'ye  $\alpha$ . dereceden kuvvetli deferred - Cesáro yakınsak ise  $(x_k)$  dizisi  $l$ 'ye  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaktır.

**İspat:**  $(x_k)$  dizisi  $l$ 'ye  $\alpha$ . dereceden kuvvetli deferred - Cesáro yakınsak olsun  $\varepsilon > 0$  için

$$\begin{aligned} & \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} \sum_{k=p(n)+1}^{q(n)} |g(x_k - l)| \\ &= \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} \left[ \sum_{\substack{k=p(n)+1 \\ g(x_k - l) \geq \varepsilon}}^{q(n)} |g(x_k - l)| + \sum_{\substack{k=p(n)+1 \\ g(x_k - l) < \varepsilon}}^{q(n)} |g(x_k - l)| \right] \\ &\geq \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} \left[ \sum_{k=p(n)+1}^{q(n)} |g(x_k - l)| \right] \\ &\geq \varepsilon \cdot \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{ p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon \}| \end{aligned}$$

elde ederiz.  $n \rightarrow \infty$  için her iki tarafın limiti alınır

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{ p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon \}| = 0$$

Olur ki bu ise bize  $(x_k)$  dizisinin  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsak olduğunu verir.

**Teorem 25:**  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $(x_k)$  dizisi  $\alpha$ . dereceden istatistiksel yakınsak ve  $\left(\frac{q(n)}{q(n)-p(n)}\right)^\alpha$  sınırlı bir

dizi olsun. Bu takdirde  $(x_k)$  dizisi  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaktır.

**İspat:**  $(x_k)$  dizisi  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $\alpha$ . dereceden istatistiksel yakınsak olduğundan  $\forall \varepsilon > 0$  için

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^\alpha} |\{k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon\}| = 0$$

yazabiliriz. Buradan

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|\{k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|}{(q(n))^\alpha} = 0$$

yazabiliriz. Buradan

$$\{ p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon \} \subseteq \{k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon\}$$

olduğundan

$$|\{ p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon \}| \leq |\{ k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon \}|$$

yazabiliriz.

$$\begin{aligned} & \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{ p(n) < k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon \}| \\ & \leq \left(1 + \frac{p(n)}{q(n) - p(n)}\right)^\alpha \frac{1}{(q(n))^\alpha} |\{k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon\}| \end{aligned}$$

olduğu göz önüne alınırsa  $(x_k)$  dizisinin  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsak olduğunu elde ederiz.

**Sonuç 26:** Her  $n \in \mathbb{N}$  için  $q(n) < n$  ve  $\left(\frac{n}{q(n)-p(n)}\right)^\alpha$  sınırlı bir dizi olsun. Bu takdirde  $(X, g)$  paranormlu uzayında bir dizi  $\alpha$ . dereceden istatistiksel yakınsak ise  $\alpha$ . dereceden deferred istatistiksel yakınsaktır.

**Teorem 27:**  $\{p(n)\}, \{q(n)\}, \{p'(n)\}$  ve  $\{q'(n)\}$ , dizileri her  $n \in \mathbb{N}$  için

$$p(n) \leq p'(n) < q'(n) \leq q(n)$$

eşitsizliğini sağlayan diziler ve  $\alpha \in (0, 1]$  olsun. Eğer

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{q(n) - p(n)}{q'(n) - p'(n)}\right)^\alpha > 0$$

ve  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $x = (x_k)$  dizisi  $g(DS^\alpha[p, q])$  yakınsak ise  $g(DS^\alpha[p', q'])$  yakınsaktır.

**İspat:**

$$\{k : p'(n) < k \leq q'(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon\} \subseteq \{k : p(n) + 1 \leq k \leq q(n) : g(x_k - l) \geq \varepsilon\}$$

kapsamasını yazabiliriz. Buradan hareketle

$|\{k: p'(n) < k \leq q'(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|$   
 $\leq |\{k: p(n) + 1 \leq k \leq q(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|$   
 ve bu eşitsizlikten faydalanarak

$$\frac{1}{(q'(n) - p'(n))^\alpha} |\{k: p'(n) < k \leq q'(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|$$

$$\leq \left(\frac{q(n) - p(n)}{q'(n) - p'(n)}\right)^\alpha \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{k: p(n) + 1 < k \leq q(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|$$

yazarız.  $n \rightarrow \infty$  için eşitsizliğin her iki tarafının limiti alınırsa

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{p(n) < k \leq q(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}| = 0$$

elde edilir. Bu da  $x \in g(DS^\alpha[p', q'])$  olması demektir.

**Teorem 28**  $\{p(n)\}, \{q(n)\}, \{p'(n)\}$  ve  $\{q'(n)\}$ , dizileri her  $n \in N$  için

$$p(n) \leq p'(n) < q'(n) \leq q(n)$$

eşitsizliğini sağlayan diziler ve  $\alpha \in (0,1]$  olsun. Her  $n \in \mathbb{N}$  için  $\{k: p(n) < k \leq p'(n)\}$  ve  $\{k: q'(n) < k \leq q(n)\}$  sonlu kümeler olsun. Bu takdirde  $(X, g)$  paranormlu uzayında  $(x_k)$  dizisi  $\alpha$ . dereceden  $g(DS^\alpha[p', q'])$  yakınsak ise  $\alpha$ . dereceden  $g(DS^\alpha[p, q])$  yakınsaktır.

**İspat:**  $x = (x_k)$  dizisi  $l$ 'ye  $g(DS^\alpha[p', q'])$  yakınsak olsun. Bu takdirde  $\forall \varepsilon > 0$  için

$$\{p(n) < k \leq q(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}$$

$$= \{p(n) < k \leq p'(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}$$

$$\cup \{p'(n) < k \leq q'(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}$$

$$\cup \{q'(n) < k \leq q(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}$$

eşitliğini yazabiliriz. Buradan

$$\frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{p(n) < k \leq q(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|$$

$$\leq \frac{1}{(q'(n) - p'(n))^\alpha} |\{p(n) < k \leq p'(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|$$

$$+ \frac{1}{(q'(n) - p'(n))^\alpha} |\{p'(n) < k \leq q'(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|$$

$$+ \frac{1}{(q(n) - p'(n))^\alpha} |\{q'(n) < k \leq q(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}|,$$

eşitsizliğini yazabiliriz.  $n \rightarrow \infty$  eşitsizliğinde limit alınırsa

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(q(n) - p(n))^\alpha} |\{p(n) < k \leq q(n): g(x_k - l) \geq \varepsilon\}| = 0$$

elde ederiz. Bu da  $x \in g(DS^\alpha[p, q])$  olması demektir.

## SONUÇ

Bu çalışmada paranormlu uzayda Deferred istatistiksel yakınsaklık ve Deferred istatistiksel Cauchy ve Deferred Cesaro yakınsaklık tanımları yapılmış ve tanımlanan bu yakınsaklık çeşitleri arasındaki kapsama bağıntıları incelenmiştir. Ayrıca çalıştığımız bu konu tanım ve teoremlerin yanı sıra verilen çeşitli örneklerle desteklenmiştir. Bu çalışma ilerideki araştırmalar için bir kaynak teşkil etmesi amaçlanarak hazırlanmıştır.

## KAYNAKÇA

- [1] Zygmund A. Trigonometric series, Cambridge University Press, Cambridge, 1979.
- [2] Steinhaus, H. Sur la convergence ordinaire et la convergence asymptotique, Colloquium Mathematicum. 2 73-74, 1951
- [3] Fast, H. Sur la convergence statistique, Colloquium Mathematicum. 2 241- 24, 1951.
- [4] Schoenberg, I. J. The integrability of certain functions and related summability methods II, The American Mathematical Monthly. 66 562-563, 1959.
- [5] Connor, J. The statistical and strong p-Cesaro convergence of sequences, Analysis. 8 47-64, 1988.
- [6] Fridy, J. A. On statistical convergence, Analysis. 5 301-314, 1985.
- [7] Altundağ, S., Başarır M. Lacunary statistical convergence in a paranormed space, AIP Conference Proceedings, 1479- 929, 2012.
- [8] Çolak, R., Bektaş, Ç. A.  $\lambda$ -statistical convergence of order  $\alpha$ , Acta Mathematica Scientia Series B. 31 953-959, 2011.
- [9] Mursaleen M.  $\lambda$  - statistically convergence Mathematica Slovaca. 50 111-115, 2000.
- [10] Cinar M., Karakas M., Et, M. On pointwise and uniform statistical convergence of order  $\alpha$  for sequences of functions, Fixed Point Theory and Applications. 33 1-11 2013.
- [11] Şengül, H., Et, M. On lacunary statistical convergence of order  $\alpha$ . Acta Mathematica Scientia. 34 473-482, 2014.
- [12] Wilansky, A. Summability through functional analysis, North Holland, 1984.
- [13] Niven, I., Zucherman, H. S. and Montgomery H. L. An introduction to the theory of numbers, John Wiley, New York, 1991.
- [14] Çolak, R. Statistical convergence of order  $\alpha$ , Modern methods in analysis and its applications, İndia: Anamaya Pub., New Delhi, 121-129, 2010.
- [15] Alotaibi, A., Alroqi, A. M. Statistical convergence in a paranormed space, Journal of Inequalities and Applications. 39 1-6, 2012.
- [16] Ercan, S. On the statistical convergence of order  $\alpha$  in paranormed space, Symmetry. 10 483-492, 2018.
- [17] Maddox, I. Elements of functional analysis, Cambiridge University press, 1970.
- [18] Agnew, R. P. On deferred Cesaro means, Annals of Mathematics. 33 413-421, 1932.
- [19] Küçükaslan, M., Yılmaztürk, M. On deferred statistical convergence of sequences, Kyungpook Mathematical Journal. 56 357-366, 2016.
- [20] Alghamdi, M. A., Mursaleen, M.,  $\lambda$ -statistical convergence in paranormed space, Abstract and Applied Analysis. Art. ID 264520. 1-5 2013.

## Deneysel Ahşap Koruma Uygulamasında Numune Hazırlama İşlemleri ve Metodik Düzenlemelerin İstatistiki Yönden Değerlendirilmesi

İlker USTA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

✉: [iusta@hacettepe.edu.tr](mailto:iusta@hacettepe.edu.tr)  0000-0002-0470-5839

Geliş (Received): 06.08.2022

Düzeltilme (Revision): 15.04.2023

Kabul (Accepted): 30.04.2023

### ÖZ

İstatistiksel değerlendirme, deneysel araştırmalar önde gelmek üzere, gözlem ve ölçüm ile elde edilen nicel ve nitel verilere dayalı tüm araştırmaların merkezinde yer alan ve evrensel kabullere yaslanan kuramlarla pekiştirilmiş matematiksel formülasyon eşliğinde gerçekleştirilen muhtevalı bir inceleme faaliyeti olup bütün disiplinlerle bütünleşik halde, bir problemin açıklığa kavuşturulmasına dayanak teşkil eden yöntemler vasıtasıyla, karşılaştırılabilir sonuçlara ulaşmak için yürütülen bir süreçtir. Bu perspektifte, bilimsel çalışmalarda istatistiksel düşüncenin önemine temellenmiş bu çalışma, deneysel araştırma sonuçlarının istatistiki bakış açısıyla değerlendirilerek çıkarımlar yapılmasını örneklendirmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, ahşap koruma (emprenye) alanında yapılması öngörülen bir deneysel uygulama öncesinde, numune hazırlama ve metodik düzenlemelere ilişkin olarak mevzubahis olan bazı konular, örnek bir problem dahilinde “numune boyutlarının normalliğinin belirlenmesi, yüzey örtme uygulamasına yönelik hipotezlerin test edilmesi, koruyucu emprenye maddesi çözelti konsantrasyonlarının varyans çözümlemesinin yapılması, sıvı ve kuru haldeki koruyucu madde absorpsiyonlarının regresyon denkleminin oluşturularak korelasyon katsayısının tespit edilmesi” temaları dahilinde, elle yapılan hesaplamalarla sıralı bir süreç olarak istatistiksel bakımdan incelenerek ortaya koyulmuş ve neden-sonuç ilişkisi zemininde kapsamlıca değerlendirilerek açıklanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ahşap, Emprenye Deneyi, Numune Hazırlığı, Metodik Düzenleyiş, İstatistiksel Değerlendirme

### Statistical Evaluation of Sample Preparation Procedures and Methodical Arrangements in Experimental Wood Protection Application

#### ABSTRACT

Statistical evaluation is a comprehensive study activity, which is at the center of all research based on quantitative and qualitative data obtained by observation and measurement, leading experimental research, and carried out with a mathematical formulation reinforced by theories based on universal acceptance, is a process carried out, integrated with all disciplines, to achieve comparable results through methods that form the basis of clarifying a problem. In this perspective, this study, which is based on the importance of statistical thinking in scientific studies, aims to exemplify making inferences by evaluating experimental research results from a statistical point of view. In this study, prior to an experimental application in the field of wood protection (impregnation), some of the issues related to sample preparation and methodical arrangements, within a representative problem, “determining the normality of sample sizes, testing hypotheses for surface coating application, protective analysis of the variance of the solution concentrations of the impregnating agent, determination of the correlation coefficient by creating the regression equation of the preservative absorptions in the liquid and dry state”, have been revealed by statistical analysis as a sequential process with manual calculations and comprehensively evaluated and explained on the ground of cause-effect relationship.

**Keywords:** Wood, Impregnation Test, Sample Preparation, Methodical Arrangement, Statistical Evaluation

#### GİRİŞ

Bilimsel çalışma, Wilson [1]'in açıkladığı gibi, kendine özgü doğası gereği, her zaman hep aynı şekilde yapılagelen alışıldık bir sürece indirgenemez, zira problem(ler)in çözümlenmesi bağlamında akılcı ve

yenilikçi düşünmeyi merkeze alan bilimsel yaklaşım, uygarlığın ilerleyişine eşlenik olarak sürekli değişimi ve gelişimi bünyesinde ihtiva eden bir içsellğe sahiptir. Bu noktada, Neuman [2], bilimsel çalışmanın, pozitivist yaklaşımın prensiplerine yaslanmak suretiyle, olguların derinlikli ve kapsamlı bir inceleme süreciyle

gözlemlenip betimlenerek gerçek durum(lar)la bağlantılandırılmasının belli kapsamda düzenlenen deneysel araştırma önceliğinde sağlandığına dikkat çekmiş ve neden-sonuç ilişkilendirmesini teminen, doğa bilimleri önde gelmek üzere, bütün uygulamalı alanlarda hipotez(ler)in sınanarak açıklığa kavuşturulması odağında, dünden bugüne çok sayıda değişik deneylerin yürütüldüğünü vurgulamıştır.

Yıldırım ve Şimşek [3]'e göre, istisnaların mevcut problemi aydınlatabilecek ipuçlarına sahip olabileceği göz önünde tutularak, çoğunluğu temsil edebilen görünürlükle normal dağılım sınırları içerisinde bulunan verileri merkeze alan bir uzlaşmaya varmak için, uygun yöntem ve araçlar kullanılarak yürütülen deneylerle değişken(ler)in mevcudiyeti ölçülerek ortaya koyulurken, bu ölçümlerin ifade ettiği mana (ve eğer birden fazla değişken var ise, bu değişkenlerin birbiriyle ilişkisi) matematiksel formüller eşliğinde gerçekleştirilen istatistiksel değerlendirmelerle açıklanarak sunulur. Bu bağlamda, Mead ve arkadaşları [4], deneylerin planlanması ve deneysel verilerin analizi ile yorumlanması sürecinde, hangi yöntem(ler)in neden ve ne zaman kullanılması gerektiğine açıklık getiren istatistik ilkeleri hakkında bilim insanlarının net bir anlayışa sahip olması gerektiğini vurgulayarak, belli bir amaç için toplanan verilerin matematiksel formülasyona dayalı istatistiksel yöntemlerle analiz edilmesi ve belirli kurallar nezdinde yorumlanarak takdim edilmesinde, irdelenen problemin veya konunun gerekçelendirilerek aydınlatılmasına imkan tanıyan içselliğiyle, istatistiksel düşüncenin derin ve kapsamlı düşünmeyi teşvik ettiğini belirtmiştir.

Bu açıklamalar ışığında gerçekleştirilen bu araştırmada, problemler demeti halinde örnek bir deneysel uygulama öncesinde öne çıkan işlemsel ve işletimsel konular, yapılan deneme çalışması nezdinde ölçümlerle elde edilen verilere ve gözlemlere dayalı bilgiye atfen, genelgeçer matematiksel formüller eşliğinde el yordamıyla yapılan hesaplamalarla istatistiksel yöntemle irdelenerek ortaya koyulmuş ve mevcut verilerin istatistiksel bakış açısıyla değerlendirilşi örneklenmiştir. Bu çalışma, içeriği itibarıyla sadece ahşap koruma alanında değil, numune hazırlama ve deney düzenleme süreçlerinde verilerin derlenmesi ve istatistiksel analizlerinin yapılarak anlamlandırılması ile uygulamaya aktarılması bağlamında, bir malzemenin belli özelliklerini belirlemeye yönelik kapsamlı incelemelerin söz konusu olduğu tüm disiplinler için de bir örnek teşkil etmektedir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, bir ahşap koruma (emprenye) deneyi öncesindeki numune hazırlama ve süreç düzenleme faaliyetlerinin kontrol ve muayene işlemleriyle gerçekleştirilen ölçümlere göre uygunluk durumu; normal dağılım, p-değerine göre hipotez(ler)i test etme, varyans çözümlemesi, regresyon (değişkenlerin bağlantısallığı) denklemi ve korelasyon (ilişkinlik) katsayısı ile gözden geçirilerek istatistiksel açıdan

değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirme, dört aşamalı bir hazırlığı içeren örnek problem çerçevesinde yapılmıştır.

## Örnek Problem

Lif doygunluğu noktası deneyi için orta yoğunluktaki bir ahşap malzemeden 20x20x20 mm boyutlarında hazırlanması öngörülen numunelerin enine kesitinin rendeleme makinesinde 20x20 mm ebadında kalibre edilmiş vaziyette hazırlanmış olduğu halde, kesme makinesindeki boy ayarlama cetveli arızası yüzünden uzunluğunun ise tam ölçüde kesilemediği anlaşılmıştır. Bu noktada, bakım-onarım için olası bekleme zamanı kısıtına atfen, boy kesiminin hassasiyeti için gerekli olan aparatın hemen temin edilmesinin güçlüğünden ötürü, söz konusu deneyin mevcut deneklerin halihazırdaki uzunluklarıyla gerçekleştirilebilirliği hakkında bir karar vermek amacıyla, yığın içerisinde rastgele seçilen yirmi adet numune örnekleştirilmesiyle parçaların boylarının farklılıklarının normal dağılım gösterip göstermediklerinin belirlenmesine karar verilmiştir. Buna göre, söz konusu numunelerin (milimetre olarak 19.09, 20.02, 19.71, 19.35, 18.68, 20.00, 19.24, 21.12, 18.75, 18.06, 21.07, 19.23, 21.69, 19.50, 18.03, 20.46, 19.07, 20.62, 19.31, 20.08 biçiminde verilen) uzunluk ölçülerinin normal dağılım durumunun tespit edilmesi gerekmektedir.

Metodik bir yaklaşım olarak ahşap malzemenin geçirgenliğinin liflere dik (radyal ve teğet yönlerde) ve liflere paralel (boy yönünde) akış düzeyi bağlamında tespit edilmesinde, koruyucu sıvının iç güzergahta akışına imkân vermek üzere, deney numunelerinin bazı yüzeylerinin orta derecede bir viskoziteye sahip örtücü gereçle (sağlam bir katman oluşturularak) kapatılması gerekir. Bu perspektifte, daha önce 25x25x50 mm boyutlarında hazırlanmış ahşap numunelerin yüzeylerinde belli bir cıvıklığa sahip örtücü maddenin zıt yönlerde dörder kez fırça ile ilgili yüzeylere sürülerek gerçekleştirilen yüzey örtme işleminde (ortalama 0.35 mm kalınlıkta bir katman oluşturmayı teminen) örtücü gerecin  $\pm 5.02$  standart sapma ile deneklere ortalama 14 gram olarak uygulandığı göz önüne alındığında, aynı boyutlara sahip deney parçaları için, dıştan içe geçirmezlik eşiği olan 0.30 mm katman kalınlığından az olmamak koşuluyla, yüzey hazırlama uygulamasının süresini kısaltmak ve örtücü gerecin toplam tüketim maliyetini düşürmek suretiyle, yüzeylerin üçer defalık fırça sürme işlemiyle kapatılabileceği konusu değerlendirilmiş ve 32 adet parça kullanılarak gerçekleştirilen deneme çalışmasıyla numunelerin gerekli yüzeylerinin örtülmesi için ortalama 12 gram örtücü maddenin harcandığı belirlenmiştir. Bu çerçevede, işlem süresini kısaltmaya yönelik olası yansımaları ve örtücü gereç tüketim maliyetini azaltmaya dönük muhtemel kazanımları bağlamında, yeni uygulamanın önceki uygulamaya göre gerçekten daha iyi olup olmadığının istatistiksel açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ahşap malzeme içerisinde, anatomik yapının kesit ara yüzleri itibarıyla, yönlere göre değişik normlarda gerçekleşen sıvı akışı farklılıklarının koruyucu maddenin derişim (konsantrasyon) miktarıyla ilişkilendirilmesine temellenmiş deneysel emprenye çalışmalarında, farklı konsantrasyonlarda bir çözelti olarak hazırlanmış koruyucunun kütleli olarak birim zamanda birim düzlem alanından geçen miktarına karşılık gelen difüzyon hızının (toplam sıvı içerilme miktarı itibarıyla) hem absorpsiyon ve nüfuz derinliği hem de gerçekleştirilen koruma uygulamasının süresi üzerindeki etkileri irdelenir. Bu bağlamda, gerçekleştirilecek olan emprenye işlemindeki deneysel çözelti konsantrasyonunun, tüm yüzeyleri açık olmak suretiyle, altışarlı gruplar halinde hazırlanan ahşap numunelerin suda çözünen bir emprenye maddesinin %2.0, %2.5, %3.0, %3.5 derişimlerde tedarik edilen çözeltisi içerisinde sekizer saat bekletildikten sonra içerdiği koruyucu sıvı miktarının belirlenmesi kararlaştırılmıştır. Laboratuvar ortamında bu amaçla yapılan deneme çalışmasına göre, her denek grubu nezdinde gram olarak ölçülen sıvı içerilme miktarı; %2.0'de 3.80, 4.50, 3.92, 4.28, 3.91, 3.78; %2.5'da 3.96, 3.73, 3.82, 4.20, 3.89, 4.16; %3.0'de 3.72, 3.85, 3.61, 3.84, 3.70, 3.93 ve %3.5'da 3.45, 3.34, 3.48, 3.63, 3.41, 3.49 biçiminde belirlenmiş olup burada verilen değerlerin birim zamanda gerçekleşen difüzyon hızının bir göstergesi olduğu göz önüne alındığında, planlanan deneyde kullanılacak olan deneysel çözelti konsantrasyonunun tespiti için bu verilerin varyans çözümlemesinin yapılarak çözelti konsantrasyon farklılığının difüzyon hızı üzerinde bir farklılığa neden olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir.

Ahşabın kullanım yeri itibarıyla kurgulanan olası değişkenler ve/veya koşullar çerçevesinde emprenye edilebilirliğinin değerlendirilmesi için, benzeşik yöntemler zemininde, işlem süresi önde gelmek üzere, koruyucu maddenin olabildiğince en yüksek miktarda ahşap malzemenin gözeneklerine yerleştirmek ve liflerine tutundurmak gayesiyle farklı operasyonel düzenlemelerle sağlanmış absorpsiyon sonuçlarının (uygulamanın ardından buharlaşan çözelti sıvısından sonra bir tortu olarak malzeme içinde kalan net koruyucu madde miktarı çerçevesinde) kıyaslanması genelgeçer bir ilkedir. Bu perspektifte, belli bir derişime sahip çözelti ile belli bir işlem süresi dahilinde gerçekleştirilen emprenye işlemi sonrasında, ahşap malzemenin öngörülen korunurluk düzeyinin uygunluğuna dayanak teşkil eden absorpsiyon miktarı ve net kuru koruyucu madde miktarı değişkenleri için bağlantısallık denkleminin oluşturulması ve ilişkinlik katsayısının hesaplanması amacıyla, (bir radyal, iki teğet, bir boyuna ve bir tripleks olmak üzere) farklı akış yönlerini ihtiva eden ahşap deney numuneleri 150 dakika süreli vakum (-0.85 bar veya 638 mmHg) işlemiyle üçer tekerrürlü beş gruptan oluşan deneme deseni uyarınca emprenye edilmiş ve işlem sonrasında numunelerin içerdiği koruyucu madde miktarı hem sıvı haldeki absorpsiyon miktarı (gr) olarak hem de çözelti tortusu hüviyetiyle ahşap malzemenin iç yapısında kalan

kuru madde miktarı ( $\text{kg m}^{-3}$ ) olarak tespit edilmiştir. Bu kapsamda, emprenye testiyle ahşap deney numunelerinin özümlediği sıvı absorpsiyon miktarı 2.2, 2.9, 3.3, 4.0, 4.4 gram ve bir metreküp malzeme içerisinde açığa çıkan kuru haldeki net koruyucu madde miktarı 2.8, 2.6, 3.1, 3.7, 4.9 kilogram olarak belirlenmiş olup bu veriler ışığında sıvı absorpsiyon miktarı ve net kuru koruyucu madde miktarı değişkenleri için regresyon denklemi ve korelasyon katsayısının (öngörülen uygulama süresi ve çözelti konsantrasyonu ile gerçekleştirilecek deneysel emprenye işleminin ahşabın geçirgenliğinin değerlendirilmesi açısından) hesaplanması zaruridir.

### Verilerin İstatistikî Açıdan Değerlendirilmesi

Örnek problemle bütünleşik halde dört aşamada ortaya koyulan deneysel verilerin istatistiksel yönden değerlendirilmesinde, Mead ve arkadaşları [4], Gülçür [5], Kobu [6], Turanlı ve Güriş [7], Demirhan ve Hamurkaroğlu [8] tarafından açıklanan hususlara göre, ilgili istatistik tabloları eşliğinde takdim edilen matematiksel formüller kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Verilerin bu şekilde değerlendirilerek yorumlanmasının, sonuçların şu tematik konular bakımından uygulamaya aktarılmasına altlık oluşturacağı göz önünde tutulmuştur; numune boyutlarının normallığı, yüzey örtme uygulaması için hipotez testi (hipotezin kurulması, istatistikî kıyas için p-değerinin hesaplanması,  $H_0$  hipotezinin değerlendirilmesi), çözelti konsantrasyonlarının varyans analizi, sıvı ve kuru madde absorpsiyonlarının regresyon denklemi ve korelasyon katsayısı.

Buna göre, istatistiksel verilere dayalı çıkarımlar yapmak üzere, mevcut veriler şu şekilde irdelenmiştir; a) numune boyutlarının (uzunluk farklılıklarıyla birlikte kullanılabilmesi için) normallığı; ortalama, standart sapma, varyans ve değişim katsayısı ile standart hata eşliğinde, %5 yanılma olasılığı zemininde, serbestlik derecesine göre t-dağılımı tablosu kullanılarak tespit edilen güven aralığı ile birlikte ki-kare tablosu yordamıyla elde edilen değişimin güven seviyesini gösteren kritik değerler çerçevesinde belirlenmiştir, b) işlemsel açıdan numune yüzeylerinin örtülmesinde yeni uygulama ile eskisi arasında bir farklılığın olup olmadığına yaslanmış hipotezler, %5 önem seviyesine göre normal dağılım eğrisi gözetilerek, önceki ve şimdiki uygulamaların ortalamalarıyla son uygulamanın numune sayısı ve ilk uygulamanın standart sapması nezdinde hesaplanan z-değeri uyarınca z tablosundan elde edilen p-değeri (olasılık düzeyi) ile sınımlanmıştır, c) deneme çalışmasıyla (birim zamanda farklı çözelti konsantrasyonlarının etkisiyle) ortaya çıkan koruyucu sıvı absorpsiyonu verilerinin varyans analizi, çözelti konsantrasyonları ile ahşap numuneler bağlamında, kareler toplamı ve kareler ortalamasını esas alan F deneme değerinin %95 güvenlikle serbestlik derecesine bağlı F-tablosu değeriyle kıyaslanarak yapılmıştır, ç) farklı geçirgenlik yönleri nezdinde sıvı halde ve kuru madde miktarı olarak belirlenen deneysel absorpsiyon

sonuçlarına dayalı regresyon denklemi, ortalamadan ayrılış kareler toplamını merkeze alan en küçük kareler yöntemine göre, değişkenlerin bağlantısallığı itibariyle farkın en küçük olmasını sağlayan doğru denkleminin hesaplanmasıyla oluşturulurken, korelasyon katsayısı ise, her iki absorpsiyon verisinin birbiriyle olan ilişkisinin matematiksel bir ifadesi olarak ortalamadan ayrılış kareler toplamı odağında belirlenmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Deneme çalışmasıyla ortaya koyulan numune hazırlama ve süreç düzenleme faaliyetlerine ilişkin veriler, örnek problemin sorunsallığının istatistiksel metodolojiye göre tahlil edilerek aydınlatılması ve öngörülen deneysel uygulamanın işlemsel içeriğinin gözden geçirilerek kurgusallık değerlendirmesinin yapılması bağlamında, ilgili formüllerin kullanılması suretiyle, el yordamıyla yapılan sıralı hesaplamalar ile aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

### Numune Boyutlarının Normalligi

Her biri u olmak üzere, veri kümesini oluşturan 20 adet ahşap malzeme numunesinin mevcut uzunluk değerlerinin yoğun olarak hangi değer etrafında biriktiğini tespit etmek için, toplam numune sayısı (n) dahilinde küme verisinin aritmetik ortalaması

$$ao = (u_1 + \dots + u_{20}) / n \quad (1)$$

eşitliğiyle 19.68 olarak belirlendi. Kümedeki değerlerin, serbestiyet derecesi (n-1) uyarınca bir çoğunluk teşkil etmek üzere, küme ortalamasına ne kadar yakın veya uzak olduğunun değerlendirilmesi için standart sapma

$$ss = \sqrt{((u_1^2 + \dots + u_{20}^2) - ((u_1 + \dots + u_{20})^2 / n) / (n-1))} \quad (2)$$

eşitliğiyle 0.987 olarak hesaplandı. Verilerin birbirlerine göre değişim miktarını gösteren varyans (v), standart sapmanın karesi alınmak suretiyle 0.974 olarak tespit edilirken, standart sapmanın ortalamaya göre gösterdiği değişimin yüzdesi olan değişim katsayısı

$$dk = (ss / ao) \times 100 \quad (3)$$

eşitliğiyle 5.02 olarak hesaplandı. Bu noktada, yüzdesel olarak 0 ile 30 aralığı itibariyle dağılımın yaygınlık göstergesi olarak addedilen değişim katsayısının, Doane ve Seward [9] tarafından bahsedildiği gibi, 10'dan küçük olmasının dağılımın homojenliğine yönelik bir saptama olduğu düşünüldüğünde, belirlenen 5.02 değişim katsayısına atfen, uzunluk farklılıkları bakımından numunelerin birbirleriyle benzeşik bir kurguda olduğu kanısına varılmış ve devamında mevcut verilerin değişkenlik ihtimalini betimleyen standart hatanın

$$sh = ss / \sqrt{n} \quad (4)$$

eşitliğiyle 0.221 olarak belirlenmesine binaen, Barde ve Barde [10] tarafından açıklandığı üzere, standart hatanın sifıra yaklaşmasının homojen dağılıma ve yüksek güvenilirliğe işaret ettiği göz önüne alındığında, hesaplanan 0.221 standart hata değerinden ötürü, numune uzunluklarının esasen normal dağılıma sahip olduğu değerlendirilmiştir.

Numune boyutlarının normallğine istinaden, verilerin ortalamasına göre, uzunluk farklılıkları odağında, üst ve alt sınırlara yönelik güven aralığı tespiti yapılmıştır. Bu maksatla, %5 yanılma olasılığının, ortalamanın  $\pm 2.5$  üstü ve altı için, güven aralığının yüzdelik noktasının (100-2.5 ile) %97.5 anlamına geldiği dikkate alındığında, t-dağılımı tablosundan serbestlik derecesinin 19 ve yüzdelik noktanın 97.5 olduğu yatay ve dikey uzantıların kesişme yerinde bulunan 2.093 değeri, üst ve alt sınırlar için güven aralığının ortaya koyulmasını sağlayacak t-değeri olarak tanımlanarak, üst sınır güven aralığı

$$gü = ao + ((t \times ss) / n) \quad (5)$$

eşitliğiyle 19.76 olarak tespit edilirken, alt sınır güven aralığı

$$ga = ao - ((t \times ss) / n) \quad (6)$$

eşitliğiyle 19.55 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, veri kümesinin varyansı için güven sınırı (öngörülen güven seviyesinin doğruluk olasılığı mahiyetinde) ki-kare testiyle irdelenmiştir. Buna göre, %5 yanılma olasılığı bağlamında varyansın güven sınırının, Yates [11] tarafından açıklandığı gibi, ortalamanın altı için (0.05/2 ile) 0.025 ve ortalamanın üstü için (1-0.025 ile) 0.975 olasılığıyla belirlenmesi gerektiği göz önünde bulundurularak ki-kare değerleri eşliğinde varyans güven sınırını tespit etmek üzere ki-kare tablosundan (serbestlik derecesi 19 olan satır zemininde) alt sınır (ka) için yüzdelik noktanın 0.025 olduğu sütun kesişmesindeki 32.852 değeri ve üst sınır (kü) için yüzdelik noktanın 0.975 olduğu sütun kesişmesindeki 8.906 değeri uyarınca, alt güven sınırı

$$va = (n-1) \times v / ka \quad (7)$$

eşitliğiyle 0.563 olarak belirlenirken, üst güven sınırı

$$vü = (n-1) \times v / kü \quad (8)$$

eşitliğiyle 2.078 olarak tespit edilmiştir. Ki-kare tablosu yordamıyla belirlenen bu sınır değerleri ile veri kümesinin varyansı karşılaştırıldığında, Walck [12] tarafından bahsedildiği gibi, kümeye ilişkin varyans değerinin tablo değerleriyle temin edilen alt ve üst güven sınırları arasında bulunmasının dağılımın normallğini teminen verilerin birbirlerine yakın oluşunu vurguladığı değerlendirildiğinde, numunelerin uzunluk farklılıklarının istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüş ve halihazırdaki numune ebatlarının

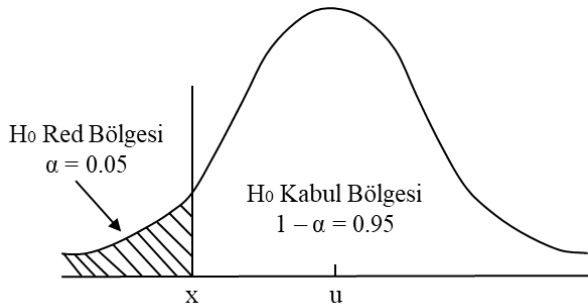
uzunluklar itibariyle birbirleriyle benzeşik ölçüde buldukları değerlendirilmiştir.

### Yüzey Örtme Uygulaması İçin Hipotez Testi

Verilerle ortaya koyulan bulguların istatistiksel anlamlılık durumunu ve ( $\leq 0.05$  ölçütüne göre) manidarlık düzeyini gösteren p-değeri [13], değişkenler arasında bir farklılık yoktur odağında kurulan sıfır hipotezinin güvenilirliğinin bir ölçüsü olup [14], ileri sürülen savların normal dağılım eğrisi nezdinde sınanarak makul önermenin açığa çıkarılmasını pekiştiren sayısal bir ifadelendirme biçimi olarak standart sapmanın bilinmesi ve numune sayısının 30'dan fazla olması halinde, z-tablosu yordamıyla tespit edildiği için [15], çalışmamızın ana teması gereği numune yüzeylerinin örtülmesi mahiyetinde takdim edilen yeni uygulamanın öncekine göre kıyaslanmasına yönelik hipotez testi, numune sayısının 32 adet olmasına atfen, z-tablosu eşliğinde (hipotezin kurulması, istatistiki kıyaslama için p-değerinin hesaplanması ve  $H_0$  olarak addedilen sıfır ya da yokluk hipotezinin kabul edilmesi veya reddedilmesi başlıkları altında yürütülen üç adımlı bir süreçle) gerçekleştirilmiştir.

### Hipotezin Kurulması

Önceki uygulamada örtücü gerecin 14 gram ortalama (u) ve 5.02 gram standart sapma (ss) ile tüketilmesine karşılık, bundan daha az bir miktarda harcanacağı öngörüsüyle 32 adet denekle takdim edilen yeni işlemle 12 gram ortalama (x) ile tüketildiğinin belirlenmesine istinaden, yeni uygulamanın eskisine kıyasen iyi oluşluğuna ilişkin değerlendirme,  $\alpha=0.05$  veya %5 önem seviyesi esas alınarak, ana kütle ortalamasından küçük olan değere göre gerçekleştirilmek üzere, verinin sınama alanı (Şekil 1'de görüldüğü gibi) normal dağılım eğrisinin tek kuyruğuna yerleştiği için, mukayese  $H_0$ :  $u \geq 14$  (yeni uygulama ile eskisi arasında bir farklılık yoktur) ve  $H_1$ :  $u < 14$  (yeni uygulama eskisinden daha iyidir) hipotezleri kurulmak suretiyle, kritik bölgesi sol tarafta bulunan tek kuyruklu hipotez testiyle yapılmıştır.



Şekil 1. İşleme ilişkin hipotezin kabul ve red bölgesi

### İstatistiki Kıyas İçin p-değerinin Hesaplanması

Kurulan hipotezin değerlendirilmesi için p-değeri kapsamında istatistiksel bir karşılaştırma yapılması

gerekmektedir. Bu bağlamda, Şekil 1'de gösterilen normal dağılım eğrisi çerçevesinde, standartlaştırma (standardizasyon) yapılmak suretiyle, z-değeri

$$z = (x - u) / (ss / \sqrt{n}) \quad (9)$$

eşitliği (veya standart hata [ $sh=ss/\sqrt{n}$ ] zemininde,  $z=(x-u)/sh$  eşitliği ile) -2.25 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, p-değeri tanımlanmasıyla, örneklenen olayın gerçekleşme olasılığı,  $p(x \leq 12) = p(z \geq -2.25)$  önermesi uyarınca, z-tablosundan (-2.20 satırı ile 0.05 sütunu kesişmesinden) 0.012 olarak belirlenmiştir.

### $H_0$ Hipotezinin Değerlendirilmesi

Burada 0.012 olarak belirlenen p-değeri, esasen yaklaşık %1.5 değerine tekabül ettiğinden, eğer sıfır hipotezi ( $H_0$ ) doğru ise, 12 gram olarak gözlemlenmiş örtücü gerecin gerçekleşme olasılığının %1.5 olacağını ve (mevcut sayısal haliyle 0.05'den küçük olduğu için)  $H_0$  hipotezinin mantıksız veya anlamsız olduğu sonucuna varılarak  $H_1$  hipotezinin kabul edilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu perspektifte, tespit edilen 0.012 değeriyle %5 anlamlılık seviyesinin altında kalan bu p-değerinden ötürü,  $H_0$  hipotezi reddedilerek  $H_1$  hipotezi kabul edilmiş ve numune yüzeylerinin örtücü gerekle örtülmesi maksadıyla gerçekleştirilen yeni uygulamanın eskisinden daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### Çözeltili Konsantrasyonlarının Varyans Analizi

Varyans, bir grubu oluşturan öğelerin grubun ortalamasından sapması mahiyetinde gösterdikleri değişim veya değişiklik durumu olduğuna göre, Larson [16] tarafından açıklandığı gibi, nominal sınıflandırma değişkenleri hüviyetiyle ayrı faktörler tarafından belirlenen koşullar altında ölçülen bir rastgele değişken için olası değişikliği analiz etmek gayesiyle başvuru istatistiksel bir yöntem olan varyans analizi (ANOVA), gruplar arasındaki değişimi (tesadüfi hata öngörüsüyle) gruplar içindeki değişime göre karşılaştırarak mevcut unsurlar arasındaki eşitliğin test edilmesine imkan tanır. Bu çerçevede, çözeltili konsantrasyonuna yönelik ANOVA değerlendirmesi, Tablo 1'deki veriler uyarınca gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Koruyucu sıvı içerilme miktarı (gr)

No	Çözeltili Konsantrasyonu (%)				
	2.0	2.5	3.0	3.5	Ti
1	3.80	3.96	3.72	3.45	14.93
2	4.50	3.73	3.85	3.34	15.42
3	3.92	3.82	3.61	3.48	14.83
4	4.28	4.20	3.84	3.63	15.95
5	3.91	3.89	3.70	3.41	14.91
6	3.78	4.16	3.93	3.49	15.36
Tj	24.19	23.76	22.65	20.80	91.40

Ti; ahşap denek grubu verilerinin toplamı

Tj; çözeltili konsantrasyonu verilerinin toplamı



Mevcut deneysel verilere göre öngörülen emprenye uygulamasında koruyucu sıvının birim zaman itibariyle ahşap malzeme tarafından içerilmesinin dört çözelti konsantrasyonundan hangisine yüksek seviyede sağlanabileceği, (Tablo 1'de gösterildiği gibi) altı numune kümesi ile 6x4 deneme deseni bağlamında toplam 24 adet denemeyle elde edilen sonuçların varyans çözümlemesi yapılarak tespit edilmiştir.

Bu kapsamda, 4 adet çözelti konsantrasyonu ( $n_j$ ) ve 6 adet numune kümesi ( $n_i$ ) ile 24 adet deneme ( $n$ ) zemininde, kareler toplamı (KT) ve kareler ortalaması (KO) hesaplanarak Tablo 2'de gösterilen varyans çözümleme tablosu oluşturularak, verilerle hesaplanan F değeri (F-deneme) ile F dağılım tablosundan elde edilen kritik değer (F-tablo) karşılaştırmasına göre (F-deneme < F-tablo ise farklılık yoktur ve F-deneme > F-tablo ise fark vardır/önemlidir hipotezlerine dayalı irdelemeyle) değerlendirmeler yapılmıştır. Buna göre, kareler toplamı, çözelti konsantrasyonu için

$$KT = ((Tj1^2 + \dots + Tjn^2) / ni) - ((Ti + Tj)^2 / n) \quad (10)$$

eşitliğiyle tespit edilirken, ahşap denekler için

$$KT = ((Ti1^2 + \dots + Tin^2) / ni) - ((Ti + Tj)^2 / n) \quad (11)$$

eşitliğiyle belirlenmiş ve tüm denemeyi kapsayan genel toplam için

$$KT = (Tj1^2 + Ti1^2 + \dots + Tjn^2 + Tin^2) - ((Ti + Tj)^2 / n) \quad (12)$$

eşitliğiyle hesaplanırken, hata kareler toplamı ise

$$KThata = KTgenel - KTçözeltiler - KTdenekler \quad (13)$$

eşitliğiyle belirlenmiştir. Ardından, kareler ortalaması ise, serbestlik derecesine bağlı bir değer olarak, mevcut her kaynak için

$$KO = KT / sd \quad (14)$$

eşitliğiyle tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** Varyans çözümleme tablosu

Kaynaklar	sd	KT	KO	Fdh	Ftk
Çözeltiler	3	1.1444	0.3815	11.77	3.29
Denekler	5	0.2309	0.0462	1.43	2.90
Hata	15	0.4860	0.0324		
Genel	23	1.8613	0.4600		

Tablo 2'deki kısaltmaların anlamları şöyledir; sd; serbestlik derecesi ( $n-1$ ) olup hata için sd değeri çözeltiler ve denekler serbestlik derecesi çarpımıyla belirlenmiştir, Fdh; hesaplamayla elde edilen F değeri (F-deneme), Ft; F dağılım tablosundan alınan kritik değer (F-tablo). Ayrıca, tablodaki kaynakların açılımları şu şekildedir; çözeltiler için dört adet çözelti konsantrasyonu ve denekler için altı adet ahşap numune kümesi söz konusudur.

Deneme çalışmasıyla ortaya koyulan verilere ilişkin varyans çözümlemesi için gerekli olan kritik değer belirlenmesinde, F dağılım tablosundan yararlanılarak, %95 güvenlik öngörüsü önde gelmek üzere, serbestlik derecesi 15 olan satır ile çözeltiler için 3 sütunu ve denekler için 5 sütunu kesişiminde konuşlanan değerler F tablo değeri olarak alınmıştır. Buna göre, (Tablo 2 incelenecek olursa) çözelti konsantrasyonu için, F-deneme > F-tablo olduğundan, fark vardır hipotezi kabul edilirken, ahşap denek kümesi için, F-deneme < F-tablo olduğundan, farklılık yoktur hipotezi kabul edilmiştir. Dolayısıyla, eğer çözelti konsantrasyonu için Tablo 1'de verilen değerler birim zamandaki difüzyon hızı ile absorpsiyon miktarını gösteriyorsa; mevcut Tj verileri bağlamında, %3.5'lük konsantrasyonun deneysel uygulamada kullanılmasının ötelenmesinin fakat %3.0'lük konsantrasyonun kullanılabilirliğinin irdelenmesinin, %2.5'lük konsantrasyona kıyasla %2.0'lik konsantrasyonun ise öncelikli olarak kullanılmasının faydalı olacağı anlaşılmıştır. Diğer taraftan, Ti verilerine göre, ahşap denek kümesinin örneklenen çözelti konsantrasyonlarının verisel değişikliklerine hiç etki etmediği belirlendiğinden, ahşap numuneler için ayrı bir değerlendirme yapılmasının gerekmediği değerlendirilmiştir.

#### Sıvı ve Kuru Madde Absorpsiyonlarının Regresyon Denklemi ve Korelasyon Katsayısı

Şahinler [17] tarafından bahsedildiği gibi, en az iki değişken ihtiva eden bir konu hakkında istatistiki zeminde bir tahminde bulunmak amacıyla kurgulanan bir matematiksel model olan regresyon denklemi ile mevcut değişkenler arasında, pozitif (değişkenlerden birinin artmasıyla diğerinin artması) veya negatif (değişkenlerden birinin azalmasıyla diğerinin azalması) bağlamında, neden-sonuç bağdaştırması yapılarak konunun açıklığa kavuşturulması sağlanırken, öngörülen modelin değişkenlerin edilgenliğine yaslanan yetkinliğinin 0 ile [pozitif (+) veya negatif (-) olmak üzere] 1 arasında değişen (ve +1 ile -1 ölçeğinde 1 değerine yaklaştıkça değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvetli olduğunu gösteren) bir değer olarak en küçük kareler yöntemiyle tespit edilen korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) ile ortaya koyulduğu göz önüne alındığında, 5 denek grubu ( $n$ ) vasıtasıyla gerçekleştirilen deneme çalışmasıyla tedarik edilen sıvı haldeki koruyucu madde absorpsiyon miktarı ( $x$ ) ile kuru haldeki net koruyucu madde miktarı ( $y$ ) için ( $x$ 'in  $y$ 'ye göre ve  $y$ 'nin  $x$ 'e göre) regresyon (değişkenlerin bağlantısallığı) denklemi oluşturulmuş ve  $x$  ile  $y$  arasındaki korelasyon (ilişkinlik) katsayısı belirlenerek, Şekil 2'de gösterilen saçılma diyagramı çizilmek suretiyle değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu çerçevede, değişkenlerin bağlantısallığına yönelik verilerle yapılan hesaplamalarla Tablo 3 oluşturulmuş ve bu aynı zamanda hem regresyon denkleminin açığa çıkarılmasına hem de korelasyon katsayısının belirlenmesine altlık oluşturmuştur. Buna göre,  $x$  ve  $y$  sütunlarının yanına  $xy$  çarpım sütunu

konuşlandırıldıktan sonra bunların yanına sırasıyla  $x^2$  ve  $y^2$  sütunları getirilmiş ve devamında her sütun için değerler toplamı belirlenirken, özellikle  $x$ ,  $y$  ve  $xy$  sütunu için ortalamadan ayrılış kareler toplamı (OAKT) hesaplanmış olup sadece  $x$  ve  $y$  değerlerinin ortalaması tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** Değişkenlerin bağıntısallığına yönelik veriler

No	x	y	xy	$x^2$	$y^2$
1	2.2	2.8	6.2	4.8	7.8
2	2.9	2.6	7.5	8.4	6.8
3	3.3	3.1	10.2	10.9	9.6
4	4.0	3.7	14.8	16.0	13.7
5	4.4	4.9	21.6	19.4	24.0
Toplam	16.8	17.1	60.3	59.5	61.9
OAKT	3.1	3.4	2.8		
ort	3.4	3.4			

ort; ortalama

x; sıvı haldeki absorpsiyon miktarı (gr)

y; kuru haldeki net koruyucu madde miktarı ( $\text{kg m}^{-3}$ )

Hesaplanış farklılığından ötürü, ortalamadan ayrılış kareler toplamı, x için

$$\text{OAKT} = x^2 - ((x)^2 / n) \quad (15)$$

eşitliğiyle belirlenirken, y için

$$\text{OAKT} = y^2 - ((y)^2 / n) \quad (16)$$

eşitliğiyle tespit edilmiş ve xy için

$$\text{OAKT} = xy - ((x \times y) / n) \quad (17)$$

eşitliğiyle hesaplanmıştır. Regresyon denklemini (x ve y veri çifti için) veri noktalarına en iyi uyan doğru bağlamında belirleyebilmek için, en küçük kareler yöntemi ile hesaplamalar yapılmıştır. Bu çerçevede, x'in y'ye göre regresyon denklemi için  $y = a + bx$  eşitliğinde yer alan b değeri

$$b = xy\text{OAKT} / y\text{OAKT} \quad (18)$$

eşitliğiyle 0.83 olarak hesaplanırken, a değeri [ $a = x - by$ ] eşitliğiyle 0.53 olarak bulunmuş olup a ve b değerlerinin ( $x = a + by$  eşitliğine yerleştirilmesiyle) y'ye göre x regresyon denklemi  $x = 0.53 + 0.83y$  şeklinde oluşturulmuş ve (y = 1 birim için) x değeri 1.36 olarak belirlenmiştir. Sonrasında, y'nin x'e göre regresyon denklemi için  $y = a + bx$  eşitliğinde yer alan b değeri

$$b = xy\text{OAKT} / x\text{OAKT} \quad (19)$$

eşitliğiyle 0.93 olarak hesaplanırken, a değeri [ $a = y - bx$ ] eşitliğiyle 0.30 olarak bulunmuş olup a ve b değerlerinin ( $y = a + bx$  eşitliğine yerleştirilmesiyle) x'e göre y regresyon denklemi  $y = 0.30 + 0.93x$  şeklinde oluşturulmuş ve (x = 1 birim için) y değeri 1.23 olarak

belirlenmiştir. Bu hesaplamalar, (farkın en küçük olmasını sağlayan) en iyi uyan doğru denkleminin  $y = 1.23x$  eşitliği ile sağlandığını göstermiş olup korelasyon katsayısı y regresyon denklemi esas alınarak tespit edilmiştir. Buna göre, y regresyon denklemine göre her y verisi için y ortalaması farkının karesi alınarak sapmaların hatası

$$Q = (y_i - y)^2 \quad (20)$$

eşitliğiyle 3.43 olarak tespit edilirken, sapmaların varyansı serbestlik derecesi (n-2) alınmak suretiyle

$$S^2xy = Q / (n-2) \quad (21)$$

eşitliğiyle 1.14 olarak hesaplanmış ve sapmaların standart hatası

$$sH = \sqrt{S^2xy} \quad (22)$$

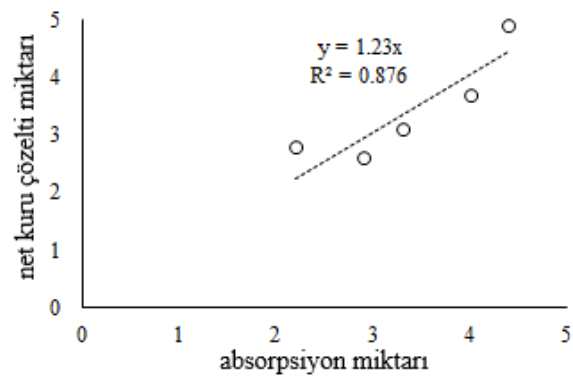
eşitliği ile (sapmaların varyansının karekökü alınarak) 1.07 olarak belirlenmiş ve devamında korelasyon katsayısı

$$R^2 = xy\text{OAKT} / \sqrt{(x\text{OAKT} \times y\text{OAKT})} \quad (23)$$

eşitliğiyle 0.876 olarak elde edilmiştir. Bu değer,

$$R^2 = (n \times xy) - (x \times y) / \sqrt{((n \times x^2) - (x^2)) \times ((n \times y^2) - (y^2))} \quad (24)$$

eşitliği ile Pearson çarpım işlemiyle kontrol edilerek doğrulanmıştır. Elde edilen regresyon denklemi ile korelasyon katsayısı, sıvı halinde çözelti absorpsiyon miktarı ve kuru haldeki net çözelti miktarı itibarıyla deneme çalışması verilerinin dağılımını ihtiva eden saçılma diyagramında gösterilmiştir (Şekil 2).



**Şekil 2.** Saçılma diyagramı ve regresyon doğrusu

Şekil 2'de verisel konumlandırılmayla takdim edilen saçılma diyagramı,  $y = 1.23x$  regresyon denklemi odağında 0.876 olarak hesaplanan korelasyon katsayısının +1'e yaklaşım durumu değerlendirildiğinde, x ve y arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Bu meyanda, (x arttıkça y değeri arttığı için) sıvı haldeki koruyucu maddenin

ahşap malzeme tarafından içerilmesi miktarının ( $x$ ) artışının emprenye işlemi sonunda ahşabın gözeneklerine yerleşen ve liflerine tutunan kuru haldeki net çözelti miktarını ( $y$ ) doğrudan arttırdığı aşıkardır.

## SONUÇ

Bütüncül bir bakış açısıyla bakılacak olursa, “deneysel ahşap koruma uygulamasında numune hazırlama işlemleri ve metodik düzenlemelerin istatistiki yönden değerlendirilmesi” başlığıyla gerçekleştirilen bu çalışma, örnek problem odağında, bir araştırma sürecinde temin edilen deneysel verilerin, konu ve kavram ile bütünleşik formüller (veya eşitlikler) kullanılmak suretiyle, elle yapılan hesaplamalarla neden-sonuç örgüsüyle istatistiksel düzlemde değerlendirilişini örneklemiştir.

Çalışmanın özünü oluşturan tüm veriler, ontoloji-epistemoloji-metodoloji üçlemesiyle kıyasa dayalı bir içsellikle, bilgisayar ortamında Excel programında harmanlanıp işlenerek Minitab paket programıyla istatistiksel analizlere tabi tutulmuş ve el yordamıyla gerçekleştirilen bütün hesaplamaların bilgisayarla ortaya koyulan sonuçlarla birebir aynı olduğu görülmüştür. Bu sonuç, bir araştırmanın planlanması ve yürütülmesi ile raporlanması aşamalarında, sıralı ve sürekli bir süreç olarak öne çıkan istatistiksel incelemenin, hedefi merkeze alan bakış açısıyla, her türlü yapılabileceğini göstermiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Wilson, E.B. An introduction to scientific research. McGraw-Hill Book Company, 1952.
- [2] Neuman, W.L. Toplumsal araştırma yöntemleri: Nitel ve nicel yaklaşımlar 2, Çeviren: Sedef Özge. Yayın Odası, 2006.
- [3] Yıldırım, A., Şimşek, H. Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık, 2013.
- [4] Mead, R. Cumow, R.D., Hasted, A.M. Statistical methods in agriculture and experimental biology. Chapman and Hall, 1993.
- [5] Gülçür, F.K. İstatistik araştırma metodları. İstanbul İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayını, Yayın No: 55, 1973.
- [6] Kobu, B. Endüstriyel kalite kontrolü. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3425/182, 1987.
- [7] Turanlı, M., Güriş, S. Temel istatistik. Der Yayınları, 2000.
- [8] Demirhan, H., Hamurkaroğlu, C. İstatistiksel yöntemlere giriş. Hacettepe Üniversitesi Basımevi, 2016.
- [9] Doane, D.P., Seward, L.E. Measuring skewness: A forgotten statistic? Journal of Statistics Education, 19:2 1-18, 2011.
- [10] Barde, M.P., Barde, P.J. What to use to express the variability of data: Standard deviation or standard error of mean? Perspectives in Clinical Research, 3:3 113-116, 2012.
- [11] Yates, F. Contingency tables involving small numbers and the  $\chi^2$  test. Supplement to the Journal of the Royal Statistical Society, 1:2 217-235, 1934.



- [12] Walck, C. Hand-book on statistical distributions for experimentalists. University of Stockholm, Internal Report: SUF-PFY/96-01, 2007.
- [13] Kul, S. İstatistik sonuçlarının yorumu: P değeri ve güven aralığı nedir? Bulletin of Pleura / Plevra Bülteni, 8:1 11-13, 2014.
- [14] Bhattacharya, B., Habtzghi, D. Median of the p value under the alternative hypothesis. The American Statistician, 56:3 202-206, 2002.
- [15] Meier, K.J., Brudney, J.L., Bohte, J. Applied statistics for public and nonprofit administration. Cengage Learning, 2014.
- [16] Larson, M.G. Analysis of variance. Circulation, 117:1 115-121, 2008.
- [17] Şahinler, S. En küçük kareler yöntemi ile doğrusal regresyon modeli oluşturmanın temel prensipleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5:1-2 57-73, 2000.

## Kerpiç Yapılarda Koruma Sorunu Olarak Deprem Etkileri

Tuba Nur OLGUN<sup>1</sup>, Müjgan KARATOSUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

<sup>2</sup> Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye

✉: [tnbaz@firat.edu.tr](mailto:tnbaz@firat.edu.tr)  10000000156540020,  2000000025120077X

Geliş (Received): 23.03.2023

Düzeltilme (Revision): 15.04.2023

Kabul (Accepted): 19.05.2023

### ÖZ

Mimarlık yapı üretmeye yönelik eylemlerle birlikte, üretilmiş olanı korumaya dair çalışmaları da bünyesinde barındırmaktadır. Bu bağlamda mimarlıkta koruma uygulamaları, tarihi yapıları ve dokuları; doğal, sosyal ve kültürel pek çok değeri koruyabilmek adına yapılan etkinliklerle günümüzdeki hâlini almıştır. Bu değerler, aynı zamanda özgün ve doğal yapı malzemelerini de içine almaktadır. Bu malzemelerden biri de kerpiçtir. Yapı üretme eyleminin başladığı zamandan bugüne kadar en sık kullanılan ve en kolay ulaşılabilen malzemelerin başında kerpiç gelmektedir. Ancak kerpiç malzemenin kullanımı günümüze ulaşan süreçte giderek azalmış ve yıkıcı etkileriyle öne çıkan depremler, son yıllarda kerpiç mimari mirasa en fazla zarar veren afetlerden biri olmuştur. Bu bağlamda çalışmanın amacı, kerpiç malzemeli yapıların korunmasının önemini ortaya koymak ve buna engel teşkil eden bir koruma sorunu olarak depremin etkilerini irdelemektir. Bu kapsamda koruma kavramı-deprem ilişkisi araştırılmış; ardından Anadolu'da kerpiç yapı yoğunluğunun en fazla olduğu yerleşimlerden biri olan Malatya'daki kerpiç yapılardan çeşitli örnekler aktararak depremin bu yapılar üzerindeki etkileri koruma bağlamında değerlendirilmiştir. Çalışma yöntemi, ilgili kaynakların incelenmesi ve alan çalışmalarından oluşmaktadır. Çalışma sonucunda kerpiç yapıların depreme karşı dayanımının artırılmasına yönelik çeşitli öneriler getirilmiş ve bu anlamda kerpiç mimari mirasın korunmasına katkı sağlamak hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Anadolu, Deprem, Kerpiç, Koruma, Malatya

## Earthquake Effects as a Conservation Problem In Adobe Buildings

### ABSTRACT

Architecture includes actions to produce buildings, as well as works to conserve what has been produced. In this context, conservation practices in architecture, historical structures, and textures; it has taken its present form with the activities carried out in order to protect many natural, social and cultural values. These values also include original and natural building materials. One of these materials is adobe.

Since the beginning of the building production action, adobe is one of the most frequently used and easily accessible materials. However, the use of adobe materials has gradually decreased in the process that has reached the present day, and earthquakes, which have come to the fore with their destructive effects, have been one of the most damaging disasters to the adobe architectural heritage in recent years. In this context, the aim of the study is to reveal the importance of the conservation of adobe structures and to examine the effects of the earthquake as a conservation problem that prevents this. In this context, the relationship between the concept of conservation and earthquake was investigated; then, various examples of adobe structures in Malatya, one of the settlements with the highest density of adobe buildings in Anatolia, were transferred and the effects of the earthquake on these structures were evaluated in the context of conservation. The study method consists of examining the relevant sources and field studies. As a result of the study, various suggestions were made to increase the earthquake resistance of adobe structures and in this sense, it was aimed to contribute to the conservation of the adobe architectural heritage.

**Keywords:** Adobe, Conservation, Earthquake, Anatolia, Malatya

### GİRİŞ

Yapı üretimi, insanlığın en önemli ihtiyaçlarından biri olagelmıştır. Bu eylemin tarih boyunca ilerleme sürecinde, öncelikle zararlı dış etkilerden korunmak ve

güvende olmak için barınma mekânı ihtiyacı giderilmiştir. Zamanla artan ihtiyaçlar, mekânların da değişmesini ve çeşitlenmesini sağlayarak üretim, ibadet, toplanma, ticaret gibi işlevlerle birlikte yapılaşma, farklı bir boyut kazanmıştır. Aynı süreçte yapı üretimi

genellikle ulaşılabilir mesafelerdeki malzemelerle ve uygulamanın yapıldığı döneme özgü yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Bu durum, geçmişten günümüze ulaşabilen ve mimari miras olarak ele alınan doğal malzemeli ve geleneksel yapım yöntemleriyle inşa edilmiş olan yapılar incelendiğinde de göze çarpmaktadır. Bu anlamda mimari miras, yerel, yerli, kırsal, anonim, ya da mimarsız mimarlık gibi isimlerle anılan mimarlık çalışmalarının bir ürünü olarak; barınmaya yönelik mekânlarla birlikte doğal malzemelerle geleneksel yöntemlerle inşa edilen farklı işlevlere sahip tüm yapıları da kapsamaktadır [1].

Geleneksel yapı üretimi geçmişte tüm dünyada yaygınken; gelişen teknolojinin etkisiyle pek çok malzeme, istenilen en uzak noktaya ulaştırılabilmiş ve yeni malzemelerle yapım sistemleri ortaya koyulmuştur. Bu durum, yerel faktörlerin yapılaşma üzerindeki etkisini giderek azaltmıştır. Buna bağlı olarak gerek dünyada gerekse Türkiye’de, yerel malzeme ve geleneksel yapım teknikleriyle inşa edilen ve özgün mekân üretimini yansıtan; farklı işlevlere sahip pek çok yapı ve bu yapılardan oluşan yerleşimler, yok olmaya yüz tutmuştur. Bu olumsuz gelişme, mimarlıkta koruma kavramını gündeme getirmiştir.

Mimarlıkta koruma uygulamaları, yapı sanatının başlangıcına kadar dayandırılabilir. İçinde yaşanan mekânların onarılması, değişen koşullara göre yeniden düzenlenmesi ve sonraki nesillere aktarılması çabası, koruma uygulamalarının temelini oluşturmuştur. Bununla birlikte toplumların değer verdiği ve anıtsal niteliği bulunan yapıların da özenle korunduğu, geçmişten günümüze ulaşan pek çok örnekte görülmektedir. Bu anlamda mimari koruma, geçmişte oldukça eskiye dayanan, köklü bir çalışma alanıdır. Fakat günümüzdeki koruma anlayışının geçmişe göre farklı noktalara dayandığı belirtilebilir. Öncelikle toplumlara mâl olmuş, anıtsal nitelikli mimari eserlerin korunmasının uygun bulunduğu görülmektedir. Ancak zamanla yalnızca bunların değil; pek çok mütevazı yapının da korunmasının gerektiği anlaşılmış ve buna yönelik hem yasal bağlamda hem de uygulamada düzeyinde adımlar atılmaya başlanmıştır. Tüm bu süreç boyunca kaybedilen özgün mimari veriler oldukça önemli olsa da günümüzde değeri henüz anlaşılan yapılar da bulunmaktadır. Bunların başında, kerpiç malzeme ile inşa edilen geleneksel yapılar gelmektedir.

Kerpiç malzemenin ana bileşenini oluşturan toprak, dünyanın hemen her yerinde eski çağlardan bu yana, insanların özellikle barınma amaçlı inşa ettikleri yapıların temel yapı malzemesi olmuştur. Afrika’dan Avrupa’ya ve Amerika’ya kadar dünyanın pek çok noktasında yoğun olarak kullanılan kerpiç, ülkemizin köklü geçmişini oluşturan Anadolu ve Mezopotamya bölgesinde de önemli bir yapı malzemesi olarak öne çıkmıştır. Ancak gelişen teknoloji ile yeni malzemelerin ve yapım sistemlerinin keşfedilmesiyle, pek çok doğal yapı malzemesi gibi kerpiç de geri planda kalmıştır. Bu durum, kerpiç yapıların bakımsız kalmasının yanı sıra; bu yapıları üreten ustaların da azalmasına ve yanlış uygulamalara da sebep olmuştur. Sonuç olarak bakımsız

kalan ya da yanlış yöntemlerle inşa edilen pek çok kerpiç malzemeli yapı, yıkıcı doğal afetlerin başında gelen depremlerin etkisiyle ağır hasar almış veya tamamen yıkılmıştır.

Çalışmanın amacı, kerpiç malzemeli geleneksel yapıların korunmasına katkı sağlamak ve bu kapsamda önemli koruma sorunlarından biri olan depremin etkilerini tespit ederek buna yönelik öneriler ortaya koymaktır. Bu amaçla öncelikle bir kavramsal çerçeve oluşturulmuş ve bu çerçeve içinde, koruma kavramı ile depremlerin bu kavramla ilişkisi genel olarak araştırılmıştır. Yine aynı çerçevede kerpiç yapıların genel özellikleri incelenmiş ve Anadolu’da kerpiç yapı yoğunluğunun en fazla olduğu yerleşimlerden biri olan Malatya’daki kırsal ve kentsel alanlarda bulunan kerpiç yapılardan çeşitli örnekler aktarılmıştır. Yıkıcı düzeydeki depremlerin bu yapılar üzerindeki etkileri koruma bağlamında değerlendirilmiştir. Konu ile ilgili kaynaklar detaylı olarak incelendikten ve yerinde gözlemler yapıldıktan sonra, kerpiç yapıların depreme karşı dayanımının artırılmasına yönelik çeşitli öneriler getirilmiş ve bu bağlamda, son yıllarda pek çok yönden önemi daha iyi anlaşılan kerpiç yapıların korunmasına katkı sağlamak hedeflenmiştir.

## KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmada kerpiç yapıların depremler karşısında geçirdiği yıkıcı süreçler ve buna yönelik öneriler, koruma bağlamında ele alınmıştır. Bu anlamda öncelikle genel olarak koruma kavramı hakkındaki bilgilerin irdelenmesinin ve bunların depreme ilişkisinin incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte kerpiç yapıların genel özellikleri de çalışmanın kavramsal arka planını oluşturan ana konu olarak değerlendirilebilir.

## Koruma Kavramı ve Koruma Sorunu Olarak Deprem

Günümüze özgün hâliyle ulaşan mimari eserlerin az sayıda olduğu göz önünde bulundurularak, koruma kavramının tarihini yapı sanatının başlangıcına kadar götürmek mümkündür [1]. Bu anlamda tarih boyunca gerçekleştirilen koruma çalışmaları incelendiğinde, mimari koruma eyleminin temel sorusu, hangi yapının neden korunacağı olarak ifade edilebilir [2]. Fiziksel ve kültürel mirasın, hızla değişen toplumların kimliklerini belirleyen unsurlara sahip olması nedeniyle korunmasının gerektiği, bu temel sorunun yanıtı olarak değerlendirilebilir [3]. Bu bağlamda, yok olma tehlikesi altında olan mimari mirasın varlığını devam ettirebilmesi için çeşitli onarımlardan geçtiğini ve korunduğunu belirtmek mümkündür. Ancak korumaya dair yaklaşımlar süreç boyunca gelişmiş ve geçmişte tek yapı ölçeğinde/anıt yapı düzeyinde koruma ön plana çıkarken; zamanla daha mütevazı yapılar ve tarihi çevreler de korumanın kapsamı içine alınmıştır.

Koruma düşüncesinin günümüzde olduğu gibi bilimsel yöntemlerle ilerleme süreci, 18. yüzyılda başlamıştır. Üslup birliğine ulaşma kaygısı, romantik görüş, tarihi restorasyon kuramı ve çağdaş restorasyon kuramı olarak

isimlendirilen yaklaşımlarla koruma kavramı giderek geliştirilmiş ve etkin hâle getirilmiştir [4]. Bununla birlikte koruma kavramı üzerine 1931 yılında Carta del Restauro isimli ilke kararlarıyla başlayan yasal süreç, 1964 yılında Venedik Tüzüğü ile detaylandırılmış ve 1975 yılında yayınlanan Amsterdam Bildirgesi ile devam etmiştir [5]. Koruma uygulamalarının doğru bir biçimde yönlendirilmesi açısından önemli açıklamalar içeren bu çalışmalar, günümüze uzanan süreçte daha detaylı ve kapsayıcı olan pek çok yasa ve tüzükle desteklenmiştir.

Dünyada koruma kavramının evrilmeye süreci ile, Türkiye’de söz konusu alandaki uygulamaların gelişimi incelendiğinde; Cumhuriyet Dönemi öncesinde, özellikle Osmanlı Dönemi’nde günümüz koruma anlayışından farklı olsa da yapıların onarılmasına ve geleceğe aktarılmasına yönelik çalışmaların bulunduğu belirtilmektedir. 1858 yılına ait Ceza Kanunu öncesinde koruma alanında yapılan çalışmalarla ilgili yasal bir düzenlemeye rastlanmamaktadır. Ancak bu tarihten önce de yapıların korunmasına ve onarımına dair pek çok uygulamanın varlığından söz edilebilir. Özellikle Mimar Sinan’ın Ayasofya’yı korumak adına gerçekleştirdiği onarımlar, bu uygulamaların en bilinenleridir. 1858 yılında belirlenen Ceza Kanunu ilkelerinde, kamu ve kutsal hayır yapılarını, konutları yıkan, yok eden ya da bu yapılara zarar verenlere uygulanacak cezaların bulunması, söz konusu kanunu koruma alanında yapılan ilk yasal çalışmalardan biri olarak değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır [6]. Bu kanunun ardından Cumhuriyet Dönemi’ne kadar çeşitli yasal düzenlemelerde, günümüz koruma anlayışı ile birebir örtüşmemekle birlikte korumaya dair çeşitli yaklaşımların bulunduğu belirtilebilir.

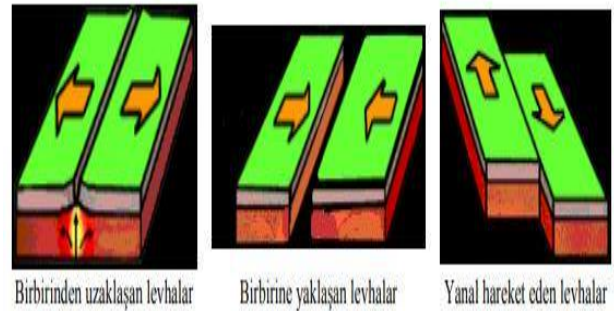
Cumhuriyet Dönemi’nden itibaren koruma alanında artan çalışmalar, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ile devam etmiştir. 1983 yılında kabul edilen bu kanunda kültür varlığı, tabiat varlığı, sit, koruma alanı gibi pek çok kavramın tanımları yapılmıştır. Bu tanımlar ışığında, korunması gereken taşınmaz kültür ve tabiat varlıkları hakkında bilgiler verilerek; karar alma yetkisi olan kurum ve kuruluşlara dair detaylar aktarılmıştır. Bununla birlikte, korumaya dair süreçler hakkında da çeşitli bilgiler, ilgili kanun çerçevesinde detaylandırılmıştır [7]. Bu kanun, günümüzde 5226 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ile güncel hâle getirilmiştir [7]. Buna ek olarak, dünyada koruma alanında yapılan pek çok yasal çalışma ülkemizde de takip edilmekte ve değerlendirilmeye alınmaktadır.

Mimari koruma ne ölçekte olursa olsun asıl korunacak olan, kültürü yaşayabilmenin, onu yaşatabilmenin ve çağdaşını yaratabilmenin yolu olmalıdır. Bunu olanaklı kılmak, geçmişle bugünün, bugünle geleceğin ilişkilerinin sağlıklı, canlı ve alışveriş içinde; katkılarla ve yeni üretimlerle açık tutulmasıyla sağlanabilir [6]. Bu bağlamda korumanın, çok yönlü ve dinamik bir kavram olarak hem geçmişin hem de günümüzün mimari anlayışının temel parçalarından biri olduğunu ifade

etmek mümkündür.

Koruma anlayışının ve buna yönelik çalışmaların günümüze ulaşan süreçte hızla gelişmesiyle birlikte, pek çok koruma sorunu da tespit edilmiştir. Bu sorunlardan bazıları insan kaynaklı olabilirken, bazıları ise doğal afetlerden kaynaklanmaktadır. Bu anlamda korunması gereken yapılar için yıkıcı düzeyde etkisi olan doğal afetlerden biri de depremdir.

Depremler, yerkürenin oluşumundan beri devam eden levha hareketlerinden kaynaklanan doğa olaylarıdır. Bu levhalar, kıtaların üzerinde bulunduğu ve birbirlerine göre hareket hâlinde olan, büyük tektonik parçalardır. Söz konusu hareketler birbirinden uzaklaşma, birbirine yaklaşma ya da yanıl hareket olarak gerçekleşebilmektedir (Şekil 1). Gerçekleşen hareketlenme sonrasında levhaların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler, büyük enerji birikimleri oluşturur ve bu enerji aniden boşaldığında depremler ortaya çıkar [8]. Bununla birlikte volkanik patlamalara bağlı olarak ortaya çıkan ya da yer kabuğu içindeki boşlukların çökmesinden dolayı gerçekleşen depremler de görülebilmektedir. Ancak ‘tektonik depremler’ olarak adlandırılan ve levha hareketlerinden kaynaklanan depremler, yeryüzünde meydana gelen depremlerin yaklaşık %90’ını oluşturmaktadır [9].



**Şekil 1.** Tektonik levhaların depreme neden olan hareketleri [8]

Depremin odak noktası, yerin içinde enerjisinin ortaya çıktığı alandır. Merkez üssü (hiposantr) ise bu odağın yeryüzündeki izdüşümüne verilen addır [10]. Odak derinliği, depremde enerjinin ortaya çıktığı noktanın en kısa uzaklığıdır ve bu uzaklık azaldıkça, sığ depremler meydana gelerek yıkıcı etkilerin artmasına neden olabilir [8]. Bu durum, deprem şiddetinin belirlenmesinde de etkili olmaktadır. Depremin şiddeti, yeryüzünde meydana gelen can kaybı ve yapılarda/tesislerde oluşan hasara göre 12 aşamalı Mercalli ölçeklenmesi ile sınıflandırılır. Ancak depremin büyüklüğü, şiddetinden farklı olarak ‘sismograf’ adı verilen araçlarla ölçülür ve Richter ölçeğine göre hesaplanır [8, 9].

Dünyanın pek çok yerinde bulunan deprem kuşakları, Türkiye coğrafyasında da etkilidir. Dünyanın en önemli deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer alan Türkiye’de Anadolu plakasının tektonik konumu, neredeyse tüm ülke topraklarını deprem konusunda risk altına girmesine neden olmaktadır. Bölgede geçmişte yaşanan depremler de

incelendiğinde, oldukça yıkıcı düzeyde gerçekleşen ve mimari mirası da büyük oranda etkileyen afetler olduğu daha iyi anlaşılabilir [11].

Türkiye’de koruma bağlamında yıkıcı etki bırakan ve koruma altındaki pek çok yapı üzerinde büyük hasara neden olan çok sayıda deprem olsa da bunların en büyüklerinden biri, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli olarak gerçekleşmiştir. Bu tarihte yaklaşık 9 saat arayla gerçekleşen 7.7 ve 7.6 şiddetindeki depremler sonucunda 11 ilde bulunan tüm yapı stoku büyük oranda olumsuz etkilenmiştir. Bu nedenle Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman ve Malatya başta olmak üzere bölgedeki yerleşimlerin çoğunda bulunan tescilli eserler yıkılmış ya da ağır hasar almıştır [12] (Şekil 2).



(a)



(b)

**Şekil 2.** Tescilli Hatay Habib-i Neccar Camii (a) ve Kahramanmaraş Ulu Camii (b)'nin 6 Şubat 2023 depremleri sonrası durumu [13]

Depremler, koruma altındaki çeşitli yapıları olumsuz etkiledikleri gibi, kerpiç malzemeli mimari miras üzerinde de yıkıcı etkiler oluşturabilmektedir. Bu bağlamda kerpiç yapıların genel özelliklerinin derinlemesine irdelenmesi, malzeme ve yapım tekniklerinin detaylı olarak analiz edilmesi, depremlerden olumsuz etkilenen ve herhangi bir zarar görmeyen örneklerin incelenmesi ve bunlardan

korumaya yönelik doğru çıkarımlar yapılması, bu yapıların gelecek nesillere aktarılması bakımından büyük önem taşımaktadır.

### Kerpiç Yapıların Genel Özellikleri

Dünya üzerinde kerpiç malzemenin kullanımı, oldukça eski tarihlere kadar uzanmaktadır. Neolitik Çağ'dan itibaren Antik Yakın Doğu mimarisinde kullanılan ana yapı malzemesi olarak bilinen kerpiç, Mezopotamya mimarisinde duvarların, zeminlerin, çatıların ve drenaj sistemlerinin oluşturulmasını sağlamıştır. Ayrıca Mezopotamya'da erken dönemlerde duvarlar, toprak herhangi bir biçimde şekillendirilmeden oluşturulurken; zamanla kalıplanmış veya blok formasyonları olarak elle şekillendirilmiştir [14]. Bu bağlamda Mezopotamya mimarisinin kimliğinde önemli izleri olan düz, kare bloklar; düz, dikdörtgen bloklar; kare kesitli uzun, dar bloklar ve plano-konveks bloklar, kerpiç malzeme ile oluşturulan temel yapı öğeleri olarak öne çıkmıştır [15]. Bunlar arasında özellikle plano-konveks kerpiç bloklar, Mezopotamya mimarlığındaki pek çok özgün eserin şekillenmesinde önemli rol oynamıştır [14, 16]. (Şekil 3).



**Şekil 3.** Plano-konveks kerpiç bloğun görünümü [11, 13]

Kerpiç malzemenin Mezopotamya dışında, diğer bölgelerdeki Antik medeniyetlerde; özellikle Antik Mısır'da ve Antik Hindistan'da da kullanıldığına dair arkeolojik veriler bulunmaktadır [17]. Bu anlamda Antik Mısır'da pek çok piramidin ve tapınağın yapımında öncelikle kerpiç duvarların inşa edildiği; bu duvarların yardımıyla piramid ve tapınak yapımında kullanılan ağır taşların yüksek kotlara çıkarıldığı bilinmektedir (Şekil 4). Bununla birlikte tapınak inşa ettiren firavunların, bu tapınakların yakınına kerpiç barınma birimleri de yaptırarak zaman zaman bu birimlerde yaşadıkları bilgisi de bulunmaktadır [18].



**Şekil 4.** Antik Mısır'da, Luksor kentinde tapınak duvarının yapımı için inşa edilen kerpiç duvarın kalıntısı, 2018

Günümüzde yapı alanında yaşanan tüm gelişmelere rağmen, 21. yüzyılda dünya üzerinde pek çok alanda insanların büyük bir kısmı hâlâ kerpiç yapılarda yaşamaktadır. Bu yapılar bir yandan düşük gelirli insanlara barınma imkânı sağlarken; bir yandan da çevre koruma, enerji tasarrufu, sürdürülebilirlik gibi kavramların giderek daha fazla gündeme gelmesiyle birlikte gelir düzeyi yüksek kesimler tarafından da tercih edilir hâle gelmiştir [19].

Dünyada pek çok yapı malzemesi bulunmasına karşın, eski çağlardan bu yana kerpiç malzemenin sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Bu tercihin nedenleri olarak;

- Ekonomik etkenler,
- İklim etkeni,
- Teknolojik etkenler,
- İşlevsel etkenler,
- Geleneksel etkenler,
- Malzemenin nitelikleri ifade edilebilir.

Bununla birlikte;

- Özellikle gelir düzeylerinin düşük olduğu alanlarda, kerpicin kolay ulaşılabilir ve ucuz olması,
- Kerpicin yoğun olarak kullanıldığı alanlarda, geçmişten gelen yapı üretme davranışının kerpiç malzeme ağırlıklı olması; bu durumun bir gelenek hâlini alması,
- Özellikle ülkemizde, Anadolu insanının kerpiç yapı malzemesini diğer malzemelere göre daha sağlıklı bulması,
- Yapım kolaylığı açısından, kerpiç malzemenin herkesin kendi barınma mekânını kendisinin inşa etmesine olanak tanınması,
- İklimsel etmenlere en iyi yanıt veren malzemelerden birinin de kerpiç olması,
- Doğal iklimlendirme sağlayarak ısıtma-soğutma giderlerini en aza indirmesi de kerpicin yapı malzemesi olarak tercih edilmesinin nedenleri olarak sıralanabilir [20].

Kerpiç hem kentsel hem de kırsal alanlarda, yukarıda ifade edilen nedenlerden dolayı tercih edilmektedir. Ancak gerek ekonomik faaliyetlerin doğa ile iç içe olması ve buna bağlı olarak işlevsel niteliklerin doğal verilerden doğrudan etkilenmesi; gerek geleneksel etkenlerin daha fazla önemsinmesi, gerekse teknolojik verilerin daha az etkili olması gibi nedenlerle kırsal alanlarda kerpiç

kullanımının kentsel alanlara göre daha yoğun olduğu ifade edilebilir. Bu bağlamda hem dünyanın pek çok yerinde hem de ülkemizde özellikle Anadolu'da yer alan kırsal alanlarda kerpiç malzemeli yapı üretimine sıkça rastlanmaktadır.

### Malzeme Özelliği

Toprak yapı kavramı, pişirilmeden kullanılan tüm yapı türlerini ve bileşenlerini ifade eder [19]. Kerpiç yapı ise balçığın, yani killi toprağın saman, ot, çalı gibi bitkisel artıklarla karıştırılmasıyla elde edilen malzemenin kullanılmasıyla inşa edilmektedir [20]. Bununla birlikte kimi yerleşimlerde kumlu, marnlı ve puzolanlı toprakla da kerpiç yapı inşa edilebilirken; bazı yerleşimlerde ise yöreye özgü, özel nitelikli toprakların kerpiç yapımında kullanıldığı belirtilebilir [19]. Bu anlamda farklı niteliklerdeki topraklarla oluşturulabilen kerpiç malzeme, çeşitli kaynaklarda şu şekillerde tanımlanmıştır:

- “*Su ile balçık hâline konulmuş toprağın samanla karışık olarak tahta kalıplara dökülmesi ve güneşte kurutulmasından hasil olan çiğ tuğlalardır.*” [21].
- “*Duvar örmekte kullanılmak için kalıplara dökülüp güneşte kurutulmuş balçık.*” [22].
- “*Saman ve balçık karışımı, ilkel ve pişmemiş tuğla.*” [23].

### Yapım Sistemi

Kerpiç yapı üretiminde kullanılan sistemlerin çoğunda, temel malzemesi olarak taş tercih edilmektedir. Temelin derinliği de genellikle taş malzemenin kolay ulaşılabilir olması ile doğru orantılı olarak değişebilmektedir. Bu anlamda özellikle kırsal alanlarda bulunan mütevazı yapılarda yaygın olarak, ortalama 100 cm temel derinliği olduğu belirtilebilir. Genellikle işlenmeden kullanılan taşlarla oluşturulan temelin ardından, yaklaşık 30-100 cm aralığındaki yüksekliklerde, yine taş malzeme kullanılarak subasman oluşturulmaktadır. Bunun nedeni yapıyı su ve nem gibi doğal etkenlerin zararlarından korumaktır. Ayrıca temelde ve subasmanda kullanılan taşların arasında genellikle toprak harç bulunmaktadır [24].

Anadolu'da kerpiç malzemenin yoğun olduğu alanlar incelendiğinde, bu alanların diğer doğal yapı malzemeleri bakımından fakir olduğu görülmektedir. Bu anlamda söz konusu alanlarda ana yapı malzemesinin kerpiç olması nedeniyle, seçilen toprakların yapı üretimine uygun olup olmadığı, usta-çırak ilişkisi ile yetiştirilmiş olan kişiler tarafından mutlaka kontrol edilmektedir. Buna ek olarak toprağa eklenecek olan iki tür katkı maddesi, bitkisel artıklar (saman, ot, kamış artığı, bitki sapları, çam yaprakları, ağaç dalları, kuru fundalar vb.) ve taş cinsinden katkılar (kum, çakıl vb.) da yine yapıyı inşa eden ustalarca kontrol edilerek, su ile harç hâline getirilmektedir. Hazırlanan harç, iki farklı yapım sistemi ile kullanılmaktadır. Bu sistemler;

- Masif kerpiç yapım sistemi
  - Kerpiç bloklarla (Şekil 5),
  - Dövme kerpiçle,
  - Yiğme kerpiçle,



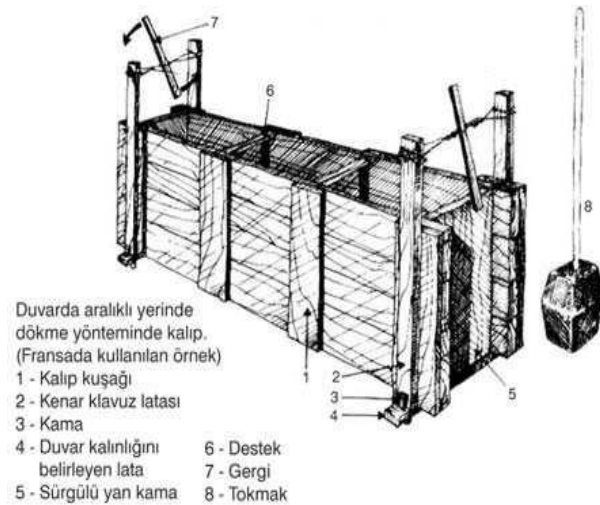
- Karma kerpiçle.
- Hafif kerpiç yapım sistemi
- Kerpiç blok dolguyla,
- Dökme kerpiç dolguyla olarak sıralanabilir [25].



Şekil 5. Ahşap kalıplarla kerpiç blok yapımı, 2019

Yukarıda ifade edilen sistemlere adını veren ana öge, duvardır. Kerpicing ana yapı malzemesi olarak kullanıldığı sistemlerin ise masif kerpiç yapım sistemleri olduğunu belirtmek mümkündür. Bu sistemler içinde, yapı üretiminde en yaygın kullanılan kerpiç bloklarla masif kerpiç yapım sistemi olduğu ifade edilebilir. Diğer masif kerpiç yapım sistemleri ise daha çok bahçe duvarı gibi elemanların inşasında ya da geçici yapı üretimlerinde öne çıkmaktadır [25].

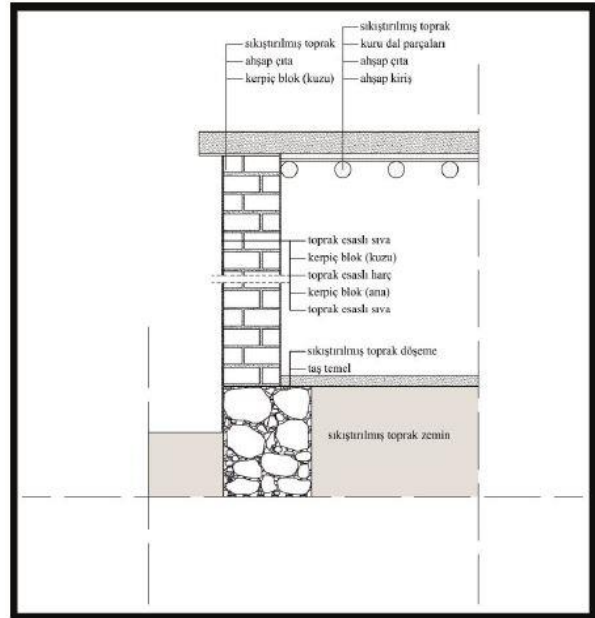
Kerpiç bloklarla hazırlanan masif kerpiç sistemde, kalıplarla oluşturulan ve yöreye göre değişiklik göstermekle birlikte genellikle 30x30x15 cm boyutlarındaki ana bloklar ile 30x15x15 cm boyutlarındaki kuzu bloklar sistemin temel malzemelerini oluşturmaktadır. Hazırlanan bu blokların üst üste ve yan yana dizilmesiyle yapı elemanları üretilmektedir. Dövmeye ve yığma kerpiç sistemlerde ise genellikle duvar oluşturacak biçimde hazırlanan büyük ve geniş kalıplar içine rastgele ya da belli bir düzene göre yerleştirilen kerpiç karışımının dökülmesi söz konusudur (Şekil 6). Karma kerpiç sistemler, bahsi geçen tüm masif kerpiç sistemlerin yapıda bir arada kullanılmasıyla ortaya çıkmaktadır [25].



Şekil 6. Dökme ve yığma kerpiç sistemlerinde kullanılan duvar kalıbı ve kalıbı oluşturan elemanlar [25]

Hafif kerpiç yapım sistemlerinde ana öge, ahşap karkastır. Oluşturulan bu karkasın içine doldurulan kerpiç bloklarla ya da blok haline getirilmemiş olan kerpiç harçla yapı elemanları oluşturulmaktadır.

Geleneksel yöntemlerle inşa edilen kerpiç yapıların üst örtüsü, genellikle ahşap kirişlerin üzerine koyulan bir döşeme ve bunun üzerine yerleştirilen sıkıştırılmış toprakla oluşturulmaktadır. Kullanılan ahşabın elde edildiği ağaçlar, yöreye göre değişiklik gösterebilmektedir. Ancak özellikle kavak ve söğüt ağaçlarının tercih edildiği bilinmektedir. Kirişlerin çapları 15-25 cm arasında değişirken; aralıkları ise 30-60 cm olarak düzenlenebilmektedir. Kirişin üzerine koyulan döşeme ise genellikle ince dallardan ya da saz demetlerinden oluşmaktadır. Ardından sıkıştırılmış toprakla üst örtü tamamlanmaktadır [25] (Şekil 7).



Şekil 7. Tek katlı kerpiç bir yapının strüktürel kesit krokisi

Kerpiç malzemenin geleneksel yöntemlerle kullanımı dışında, günümüzde farklı katkı malzemeleriyle birleştirilerek modern kullanımına yönelik çeşitli denemeler ve uygulamalar da yapılmaktadır. Bu anlamda gerek literatürde gerekse yapılan uygulamalarda en fazla rastlanan örnekler çimento ya da alçı katkı ile kerpiç harcın karıştırılması sonucunda elde edilen malzemelerin kullanımına yöneliktir [26, 27].

### Kerpiç Yapı Örnekleri

Kerpiç, eski çağlardan itibaren dünyanın pek çok yerinde, kentsel ve kırsal alanlarda yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Hemen her kıtada örneklerine rastlanan kerpiç yapılar, yalnızca geleneksel yerleşimlerde değil, modern kentlerde de karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde kerpiç yapı örneklerinin yoğun olarak görüldüğü yerler Orta Asya, Afrika, Orta ve Güney Amerika ile Anadolu olarak belirtilebilir. Özellikle

kerpiç yapımında kullanılan toprak malzemenin çok olduğu, güneş etkisinin fazla hissedildiği ve düz alanların yoğun olduğu coğrafyalarda da kerpiç yapılara sıkça rastlandığını belirtmek mümkündür. Ancak bu alanlar dışında farklı ülke ve bölgelerde de kerpiç yapı örneklerine sıkça rastlanmaktadır. Örneğin; İngiltere’de çoğu 20. yüzyılda inşa edilmiş olan yaklaşık 500.000 kerpiç yapı bulunmaktadır. Bununla birlikte hâlihazırda dünya nüfusunun %30’unun kerpiç yapılarda barındığı bilinmektedir [25].

Dünyada kerpiç yapı yoğunluğu bağlamında öne çıkan kentlerin başında Amerika’da bulunan Santa Fe gelmektedir. Farklı kültürlerin etkisi altında gelişen Santa Fe kerpiç mimarisi; 20. yüzyılın başında bir grup aydın ve sanatçının romantik koruma hareketiyle, yerel mimariyi hızlı yapılaşmanın etkisinden korumak amacıyla yaptıkları çalışmalar sonucunda günümüze ulaştırılmış ve “Santa Fe Tarzı” denilen tasarımla yeni yapılara da yansıtılmıştır [28, 29]. Buradan hareketle Santa Fe’de yer alan kerpiç yapı stoğunun geleneksel ve modern yaklaşımların bütüncül bir şekilde kullanımıyla elde edildiğini belirtmek mümkündür (Şekil 8).



Şekil 8. Santa Fe’de kerpiç yapılar [30]

Kerpiç yapı yoğunluğuyla bilinen kentlerden biri de Yemen’de yer almaktadır. Özellikle yüksek katlı kerpiç yapılarıyla ön plana çıkan Şibam kentinde yer alan bu yapılar, 16. yüzyıldan itibaren inşa edilmeye başlanmış ve düzenli bakımlar sayesinde pek çoğu günümüze ulaşabilmiştir [31]. Şibam’da yer alan kerpiç yapılar incelendiğinde, malzeme bağlamında geleneksel kullanım öne çıkmakla birlikte yapıların çok katlı barınma birimleri olarak inşa edilmesi, işlev anlamında modern kullanımın tercih edildiğini düşündürmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Şibam’da çok katlı kerpiç yapılar [32]

Dünyanın farklı noktalarında olduğu gibi Anadolu’nun hemen her bölgesinde de kerpiç malzemeli yapı örneklerine rastlamak mümkündür. Kerpiç malzeme, özellikle kırsal alanlarda diğer doğal malzemelerle birlikte yapı üretiminde kullanılırken; özellikle bazı yörelerde ana yapı malzemesi olarak öne çıkmaktadır. Bu yöreler Kırşehir, Malatya, Elâzığ ve Van olarak sıralanabilir. Söz konusu yörelerde toprağın ana yapı malzemesi olarak kullanımının başlıca sebebi, kerpiç yapı inşasında kullanılabilir nitelikteki toprağa ulaşmanın kolay olmasıdır. Bununla birlikte söz konusu yörelerde ova yerleşimlerinin de yoğun olması, kerpiç kullanımına sıkça rastlanmasında önemli bir etkidir [20]. Bu yöreler dışında da Anadolu’daki pek çok yerleşimde, örneğin; Konya, Şanlıurfa, Karaman ve Balıkesir’de de kerpiç yapı örneklerine rastlamak mümkündür. Bu yerleşimlerde özellikle, dağlık alanlarda değil; ova niteliği taşıyan düz alanlarda kerpiç yapıların yoğun olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bahsi geçen yörelerde yaşayan kullanıcıların ekonomik düzeyinin düşük olması ve toprak malzemenin kolay ulaşılabilirliği nedeniyle ekonomik anlamda kullanıcıya olumlu katkı sağlaması, kerpiç yapıların tercih edilmesinde önemli bir etken olmuştur [6] (Şekil 10).



(a) (b)  
Şekil 10. Balıkesir/Havran (a) ve Malatya/Balaban (b)’da kerpiç yapı örnekleri, 2016

Anadolu’da bulunan kerpiç yapılar, yeni üretimlere de ilham kaynağı olmaktadır. Bu duruma örnek olarak Konya’da bulunan Sonsuz Şükran Köyü gösterilebilir. Köy, kültürel etkinlikler yapmak amacıyla, bir grup sanatçı tarafından kurulmuştur. Yeni inşa edilen yapılarda ise yoğun olarak kerpiç malzeme kullanılmıştır [33] (Şekil 11).



Şekil 11. Sonsuz Şükran Köyü’nde yeni kerpiç yapılar [33]

## KERPiÇ YAPILARIN KORUNMASINDA DEPREM ETKİSİ

Kerpiç yapıların korunmasında depremin etkilerinin en açık şekilde görülebildiği yerleşimlerden biri Malatya'dır. Anadolu'da kerpiç yapı yoğunluğunun en fazla olduğu iller arasında yer alan Malatya'da, komşusu olan illerde son yıllarda sıklıkla meydana gelen depremlerle birlikte kerpiç yapıların mevcut durumu daha fazla tartışılır hâle gelmiştir. 2020 yılında Malatya'nın doğu komşusu olan Elâzığ'da meydana gelen 6.8 ve 2023'te batı komşusu olan Kahramanmaraş'ta gerçekleşen 7.7 ile 7.6 büyüklüğündeki depremler, kentin kerpiç yapı stokunu da olumsuz etkilemiştir. Bununla birlikte 2023 yılında Kahramanmaraş merkezli gerçekleşen şiddetli depremler, Malatya merkezli yüzlerce artçı ve çok sayıda ana depremi de tetiklemiştir. Ancak buna rağmen yerleşimdeki kerpiç yapıların deprem yönünden yeterince incelenmediği ve bu kapsamda gerek akademik düzeyde gerekse uygulama bağlamında yeterli çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında daha önce depremlerle ilgili herhangi bir uygulamada ele alınmamış olan ancak özgün nitelikleriyle korunmaya değer özellikler taşıyan, Malatya kırsalında yer alan kerpiç yapılar örnek olarak incelenmiştir.

Kerpiç yapıların malzeme nitelikleri ve uygulanmasına yönelik problemler; bununla birlikte periyodik bakım gerektirmesi gibi durumlar neticesinde depremlerden doğrudan olumsuz etkilenmeleri söz konusu olabilmektedir. Toprak, su ve saman karışımından oluşan kerpicing organik yapısı nedeniyle, bakımsız kalması doğaya hızla karışmasına neden olmakta; bu nedenle bakım ve onarımı düzenli olarak yapılmayan kerpiç malzemeli yapıların yıpranarak zarar görmesi kaçınılmaz hâle gelmektedir. Bu durum, kerpiç yapıları deprem etkilerine karşı da dayanıksız kılmaktadır.

Kerpiç malzemeli yapıların bakımı, iç mekândan üst örtüye kadar hemen hemen her eleman için periyodik olarak tekrarlanması gereken uygulamalarla yapılmaktadır. Bunların başında kerpiç duvarların sıvanması gelmektedir. Özellikle dış yüzeyi düzenli olarak toprak esaslı malzeme ile sıvanmayan kerpiç duvarlar, zamanla su ve rüzgâr etkisiyle aşınmaktadır. Taşıyıcı nitelikte olan bu duvarların zarar görmesi, yapının depreme karşı dayanımını da azaltmaktadır. Buna dair çok sayıda örneğe, Malatya'da çeşitli artçı depremlerin merkez üssü olan Seyituşağı köyünde bulunan kerpiç yapılarda rastlanmaktadır (Şekil 12).

Kerpiç malzemeli yapıların bakımında "perdahlama" da oldukça önemlidir. Yapının iç mekânında bulunan döşemelerin bakımına dayanan bu işlemde yüzey, ince bir tabaka olacak şekilde toprak esaslı harçla sıvanmakta ve sıkıştırılmaktadır [20]. Perdahlama işleminin düzenli olarak yapılmaması durumunda bozulmaya başlayan döşeme, mekân içinde yoğun tozlanmaya neden olarak kullanım konforunu olumsuz etkilemektedir. Benzer şekilde kerpiç duvarların iç yüzeylerinin de periyodik

olarak sıvanmaması durumunda, yüzeyde aşınma ve iç mekânda tozlanma olmaktadır. Uzun süre boyunca perdahlama yapılmaması durumunda döşemeler deprem yüklerine karşı da dayanıksız hâle gelmektedir.



Şekil 12. Malatya Seyituşağı köyünde sıvanmayan bir kerpiç duvardaki aşınma ve dökülme, 2021

Kerpiç malzemeli yapıların periyodik olarak ihtiyaç duyduğu bakımlardan biri de düz üst örtüler için uygulanmaktadır. Loğ taşı denilen silindirik biçimli ve ağır bir taşla yapılan bu bakım işleminin düzenli olarak yapılmaması durumunda üst örtü aşınmakta ve dayanımını kaybetmektedir.

Killi toprak, su ve saman karışımından oluşan kerpicing nitelikleri; bu malzemelerin özelliklerine, oranına, karıştırılma süresine, homojenlik durumuna ve kurutma yöntemi ile süresine bağlı olarak değişmektedir. Bu bağlamda ortalama olarak kerpicing birim hacim ağırlığının 1,2-1,6 gr/cm<sup>3</sup>, basınç mukavemetinin 3-20 kg/cm<sup>2</sup>, ısı geçirgenlik katsayısının 0,40 kcal/m.h.C. ve suda çözülme hızının ise 25-40 dk olduğu belirtilebilir. Belirtilen nitelikler içinde, malzemenin özellikle suya dayanımının az olması göze çarpmaktadır [34]. Atmosferden yağışla gelen ve zeminden kapilarite ile yükselen sular; çatı, saçak ve oluklarda su ve nemle ilgili detayların doğru bir şekilde çözülmemesi, ıslanmaya karşı gerekli ve yeterli önlemlerin alınmaması, donma-çözülme etkisi, bakımsızlık ve kötü kullanım gibi nedenlerle su ve nem hasarlarına kerpiç malzemeli yapılarda sıklıkla rastlanmaktadır [35]. Bu anlamda kerpice doğrudan zarar veren etmenlerin başında suyun ve nemin geldiği ifade edilebilir. Bu durum, kerpiç yapının depreme karşı dayanımını da azaltmaktadır.

Kerpiç yapılarda görülen niteliksiz ve özgüne aykırı müdahaleler, depreme dayanıklılık konusunda en büyük koruma sorunlarından birini oluşturmaktadır. Bunlardan bazıları düz toprak damın üzerine metal sac vb. malzemelerle ya da ahşap kullanılarak kırma çatı inşa etmek ve bu şekilde dama binen yükü kontrolsüz bir şekilde arttırmak, kapı ve pencere boşluklarını büyüterek taşıyıcı nitelikteki kerpiç duvarların dayanımını azaltmak, döşemeyi taşıyan ahşap kirişlemelerin üzerini çeşitli malzemelerle kaplayarak bakımlarının yapılmasını engellemek ve nem etkisinde kalmalarına neden olarak dayanımlarını azaltmak, yapıların taş malzemeli subasmanlarının zamanla yol kotunun altında kalması ve kerpiç duvarın direkt zemin suyuna maruz

kalmayı, yeterince kerpiç ustası yetişmemesi nedeniyle yapılarda herhangi bir hasar oluşması durumunda doğru şekilde müdahale edilememesi olarak sıralanabilir. Malatya’da bulunan ve kerpiç yapı yoğunluğu bakımından öne çıkan Beybağı ve Karaca köylerinde bu konulara dair örneklere sıkça rastlanmaktadır (Şekil 13, 14). Tüm bu müdahaleler eksiklikler, kerpiç yapıların strüktürel dayanımını azaltarak depreme dayanıksız hale gelmelerine neden olmaktadır.



**Şekil 13.** Malatya Beybağı köyünde sonradan eklenen metal sac üst örtü, 2021



**Şekil 14.** Malatya Karaca köyünde subasmanın toprak altında kalması nedeniyle zarar gören kerpiç duvar, 2021

Kerpiç yapıların deprem etkisinde aldığı hasarlara genel olarak bakıldığında, duvarların düşey narinliğinin (yükseklik/kalınlık oranının) ve yatay narinliğinin (uzunluk/kalınlık oranının) fazla olması, mesnetlenmemiş duvar uzunluğunun çok olması, duvardaki boşlukların birbirlerine ve köşelere çok yakın olması, kesişen duvarların aralarındaki bağlantının zayıf olması, döşeme veya çatı kirişlerinin duvara iyi bağlanmaması, çatı ya da döşemeyi oluşturan yapı elemanlarının birbirlerine iyi bağlanmamış olması, çatının ağır olması ve genel olarak işçiliğin zayıf olması, oldukça etkili sorunlardır. Ayrıca depreme karşı dayanımı iyi olmayan kerpiç yapılara su ve nemin verdiği hasarlar da eklenince hem bina ömrü kısaltılmakta hem de depremlerde can kayıpları artmaktadır [36].

Kerpiç malzemeli yapıların depreme dayanıklı hale gelebilmesi için, malzemenin iyileştirilmesi ve bakım

ihtiyacının azaltılması önemli uygulamalardan bazılarıdır. Bu bağlamda Tablo 1’de ifade edilen iyileştirme yöntemleri, bu yapıların korunması ve gelecek nesillere aktarılması bakımından faydalı olacaktır (Tablo 1).

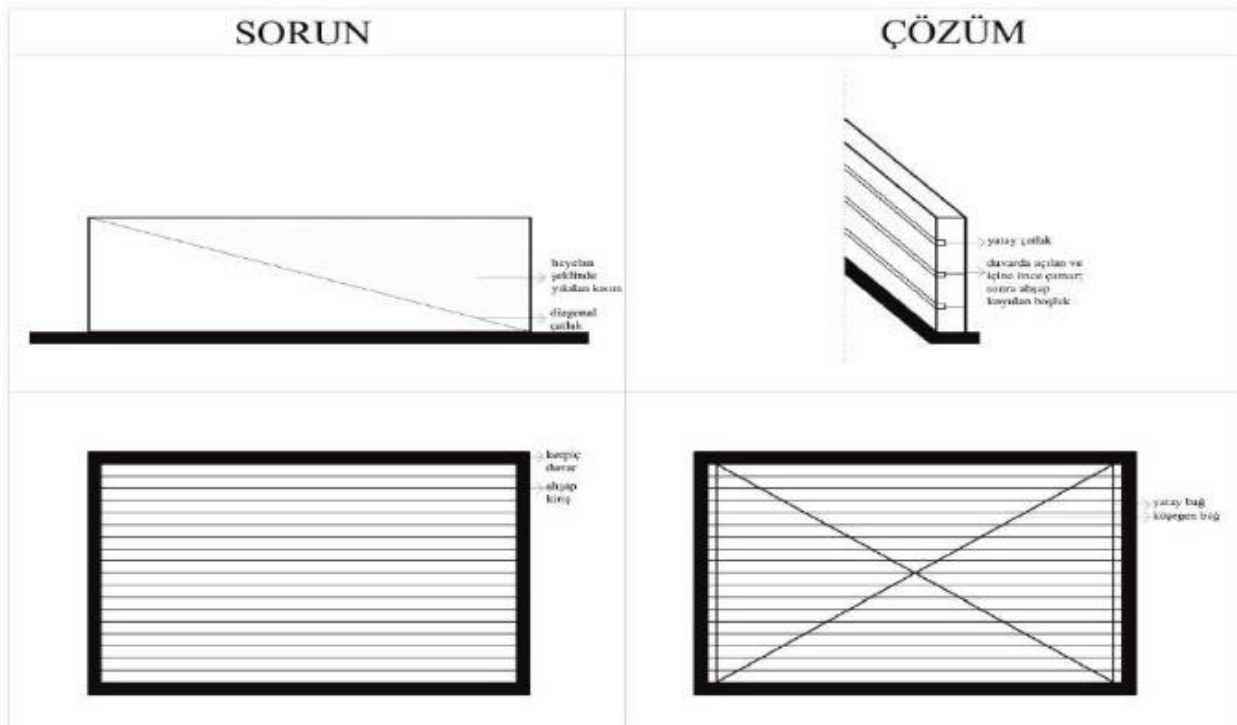
Kerpiç malzemeli yapılarda ahşap kullanımı da oldukça yaygındır. Biyolojik esaslı bir yapı malzemesi olarak ahşap; anizotropik, higroskopik, gözeneklilik, viskoelastiklik, ağırlık-direnç oranı, ses, ısı ve elektrik iletkenliği gibi özellikleriyle eşsiz niteliklere sahiptir. Ayrıca renk, yoğunluk, direnç ve boyut bakımından da geniş bir çeşitliliğe sahip olmasının yanı sıra estetik nitelikleri, ahşabı üstün bir malzeme hâline getirmektedir [40]. Bu nedenle kerpiç mimari mirasta sıklıkla kullanılan ahşap malzemeli elemanların korunması, yapıların depreme dayanımının artması ve geleceğe aktarılması bakımından önemlidir.

Kerpiç yapıların içindeki ahşap malzemenin korunması ve bakımı amacıyla dört strateji geliştirilmiştir. Bunlar empenye ile koruma, rehabilitasyon, restorasyon ve rekonstrüksiyondur [43]. Emprenye, ahşabın kullanım ömrünü arttırmak amacıyla içerisine koruyucu özellikteki kimyasal maddelerin çeşitli yollarla uygulanmasıdır [44]. Rehabilitasyon, restorasyon ve rekonstrüksiyon ise hem ana malzemesi ahşap olan yapılarda hem de ahşap yapı elemanlarında yerinde ya da üretim ortamında uygulanabilen yöntemlerdir [45]. Bu anlamda kerpiç yapılarıdaki ahşap kırılemelerin ve doğramaların hasar analizlerinin yapılarak bu yöntemlerden gerekli olanların, uzman kişiler tarafından uygulanmasının, yapıların depreme dayanımlarının artırılması ve korunması açısından olumlu katkı sağlayacağı belirtilebilir.

Yukarıda ifade edilen tüm koruma sorunları genel olarak ele alındığında, kerpiç malzemeli yapıların deprem nedeniyle yıkılmasına neden olan iki yapısal ana etken; taşıyıcı nitelikteki duvarlarda oluşan diyagonal çatlaklar ve bu çatlağın üstünde kalan kısmın heyelan şeklinde yıkılması ile üst örtüyü taşıyan kırılemelerin deprem sırasında serbest hareket ederek birbirlerine çarpmalarıdır. Mevcut yapılarda bu etkenlerin oluşmasını engellemek mümkündür. Diyagonal çatlakların oluşmasını önlemek için taşıyıcı duvarların yüzeye yakın olan noktalarında oyuklar açılarak; önce çamurla, ardından uygun boyuttaki ahşap elemanla doldurulur. Böylece duvarın enkesitinde bazı noktaların genişliği azaltılmış olur. Bu noktalar zayıf bölgeler olarak, deprem sırasında diyagonal çatlakların oluşmasına neden olan yan yüklerin tükenmesini sağlamakta ve yatay; ancak yıkıcı nitelikte olmayan çatlaklar oluşturmaktadır. Böylece depremin ardından ortaya çıkan hasar, yapının yıkılmasına değil yalnızca onarım gerektirmesine neden olmaktadır. Kırılemelerin ortaya çıkardığı yıkıcı etkinin önlenmesi için de öncelikle üst örtüdeki toprak kaldırılmalı; kirişler yatay olarak birbirlerine bağlandıktan sonra köşegen noktalardan da bağlar oluşturulmalı ve üst örtü, toprakla yeniden oluşturularak kapatılmalıdır [46] (Şekil 15, 16, 17).

**Tablo 1.** Kerpiç malzemenin iyileştirilmesinde kullanılan yöntemler [37, 38, 39, 40, 41, 42]

Mekanik İyileştirme	Fiziksel İyileştirme	Kimyasal İyileştirme
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Granülometrenin iyileştirilmesi</b> Toprağın içindeki dane boyutlarına göre granülometresinde değişiklik oluşabilmekte ve kerpicing porozitesi ile dayanımı etkilenmektedir. Bu yöntemde toprakta bulunan danelerin büyüklük oranlarının ayarlanmasıyla basınç dayanımı yükseltilmektedir.</li><li>• <b>Kompaksiyon (sıkıştırma) ile sağlamlaştırma</b> Blokların üretimi sırasında basınç uygulanarak malzemenin bünyesi daha kompakt hâle getirilir. Kalıp içine döküm yönteminde ise bu işlem tokmak ya da kompaktör kullanılarak yapılır. Amaç basınç dayanımını ve suya direnci arttırmaktır.</li><li>• <b>Toprağın dinlendirilmesi ve kendi bünyesinde iyileştirilmesi</b> Bu yöntemle daha iyi kalitede toprak elde edilebilmektedir. İçinde demir bileşenleri bulunan toprak, organik toprakla karıştırılarak uzun süre nemli ortamda bekletildiği zaman, bağlayıcılık özelliği artmaktadır.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Lif donatı ile sağlamlaştırma</b> Kerpicing içine organik lifsel bitki atıklarının katılmasıyla dengeli ve homojen kuruma sağlanır, büzülme ve çatlamlar azalırken daha dayanıklı bir malzeme elde edilir. Bu atıklar saman, her türlü ot, saz, kamış artığı, bitki sapları, ahşap elyafı, testere talaşı olabilmektedir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Çimento katkısı</b> Çimento, toprak içinde bir iskelet oluşturarak bağlayıcı rol oynamaktadır. Hidratasyon sonucunda oluşan bu iskelet, malzemenin dayanımını artırırken boşluğu azaltmaktadır. Kil miktarı düşük olan topraklar çimento ile karıştırıldığında daha dayanıklı bir malzeme elde edilmektedir.</li><li>• <b>Kireç katkısı</b> Kireç, yüksek kil oranına sahip olan toprakların stabilizasyonu için uygun bir malzemedir. Toprakla birlikte kullanımında emilecek su düşürür ve toprağı kompaktlaştırır.</li><li>• <b>Bitüm emülzeri katkısı</b> Bitüm emülzeri, kerpicing suya dayanımını arttırmak için kullanılan kimyasal bir maddedir. Toprağı çözücü şeklinde eklenip karıştırıldıktan sonra çözücü madde buharlaştırılır. Bitüm damlaları ince ve kuvvetli bir tabaka şeklinde toprağı kaplayarak yapışır ve su geçirimini azaltır.</li><li>• <b>Çeşitli endüstri atıkları katkısı</b> Toprağın içindeki kil granüllerinin suya dayanımını arttırmak amacıyla çeşitli kimyasal malzemeler kullanılarak stabilizasyon yapılmaktadır. Bunun için organik kanyonlar, elektrolitler ve reçine gibi kimyasal maddeler kullanılabilir.</li><li>• <b>Alçı katkısı</b> Uygun granülometreye sahip olan toprağı belli oranlarda kireç ve alçı eklenerek su ile yoğurma sonucunda ortaya çıkan malzeme alkerdir (alçılı kerpiç). Alker kürekle ya da betoniyer ile su eklenerek karıştırılır. Böylece malzemenin suya dayanımı ve mukavemeti artırılır.</li></ul>



**Şekil 15.** Kerpiç malzemeli yapılarda deprem nedeniyle görülen sorunlar ve çözümler



**Şekil 16.** Malatya Battalgazi’de hatıl eksikliğine ve bakımsızlığa bağlı olarak deprem etkisiyle yıkılan bir kerpiç duvar [48]



**Şekil 17.** Malatya Doğanyol’da deprem etkisiyle yıkılan bir kerpiç yapı [49]

Kerpiç yapılar için geçerli olan bakımsızlık, niteliksiz müdahale ve nem gibi sorunlar, depreme dayanıklılığı da azaltan faktörlerdir. Bu nedenle gerek malzemenin gerekse yapım sisteminden kaynaklanan sorunların giderilmemesi, kerpiç yapıların depreme dayanıksız olduğu algısı oluşturabilmekte ve korunmalarına engel teşkil etmektedir.

## SONUÇ

Mimarlıkta korumaya dair çalışmalar hem tekil ölçekteki anıt yapıları hem de mütevazı eserleri ve nitelikli yerleşim dokularını kapsamaktadır. Bu bağlamda doğal malzemeli mimari miras, koruma disiplini içinde önemli bir yere sahiptir. Bu mirasın başında kerpiç malzemeli yapılar gelmektedir. Ancak özellikle kırsal alanlarda yaygın olan bu yapıların korunmasına yönelik çalışmalar, dünyada ve Türkiye’de oldukça yakın tarihlerde başlamıştır.

Kerpiç malzeme, özellikle son yıllarda doğal yapısı ve iklim koşullarına uygun nitelikleriyle pek çok ülkede kullanımı artan bir değerdir. Bu anlamda kerpiçle ilgili yapılan akademik ve uygulama düzeyindeki çalışmaların hem devlet kurumları hem de özel kuruluşlar tarafından desteklenmesi ve teşvik edilmesi, bu malzemeye dair sorunların giderilmesinde ve uygulamaların artmasında etkili olabilir. Bu yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için bakım yapılmasının hayati önem taşıması göz önünde bulundurulduğunda,

kullanımlarında devamlılığın sağlanması ve kullanıcılarının bakım konusunda desteklenmesi de koruma bağlamında olumlu sonuçlar getirecektir. Bununla birlikte günümüzde, dünyanın pek çok yerinde ve özellikle Anadolu’da yetişen kerpiç yapı ustasının bulunmaması, buna bağlı değerlerin korunması bakımından önemli bir eksikliktir. Bu anlamda kerpiç yapı ustalığı konusunda eğitimler verilerek istihdam sağlanırken; geleneksel niteliklerin korunmasına da katkıda bulunmak mümkündür.

Dünyanın pek çok yerinde ve Anadolu’da bulunan kerpiç malzemeli yapılar için önemli sorunlardan biri deprem etkisidir. Kerpiç yapılar, özellikle Türkiye’deki yaygın görüşün aksine, depreme dayanıksız değildir. Üretim teknikleri ve kerpiçle birlikte kullanılan diğer malzemeler uygun şekilde seçilip doğru tasarım ve projelendirme yapıldığında; aynı zamanda periyodik bakımlar gerçekleştirildiğinde ve niteliksiz müdahalelerden kaçınıldığında, kerpiç yapılar depreme karşı yeterli dayanıma sahip olarak uzun yıllar boyunca kullanılabilir [50].

Başta geleneksel kerpiç yapılar olmak üzere, depremin etkilerini yapı ölçeğinde azaltabilmek için şu yaklaşımların benimsenmesi, olumlu sonuçlar sağlayabilir:

-Yapıların malzeme niteliklerinin gerek fiziksel gerekse kimyasal yönleriyle doğru şekilde tespit edilmesi ve yapı üretiminin bu nitelikler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmesi,

-Yapım tekniklerinin malzeme ile uyumlu olması, hatalı uygulamalardan kaçınılması,

-Yapılara sonradan uygulanan müdahalelerin, dayanımı azaltacak ve deprem yükleri karşısında dezavantaj oluşturacak nitelikte olmaması,

-Geleneksel yapıların kerpiç, taş ya da ahşap malzeme ayrımı yapılmaksızın korunmaya değer olduğuna dair bilincin oluşturulması; bu yapıların depreme dayanıksız olduğu algısının olumlu örnekler göz önünde bulundurularak iyileştirilmesi,

-Nesilden nesile aktarılan yapı ustalıkları ile inşa edilen geleneksel nitelikli yapıların üretim bilgisinin korunmasına yönelik çalışmalar yapılması; bu bağlamda geleneksel yapı ustalığının öğrenilmesinin teşvik edilmesi,

-Geleneksel yapıların doğru şekilde bakımının ve onarımının sağlanmasının teşvik edilmesi ve doğru sosyal stratejilerle bu yapıların terk edilmesinin önlenmesi,

-Dünyada kerpiç yapı yoğunluğunun fazla olduğu yerleşim alanlarının başında gelen Anadolu’da yer alan kerpiç yapı stokunun tamamının kayıt altına alınması ve mevcut durumlarının deprem bağlamında tespit edilerek güçlendirme için gerekli fiziksel/kimyasal müdahalelerin gerçekleştirilmesi,

-Anadolu’da kerpiç yapı yoğunluğunun en fazla olduğu

dört il olan Karaman, Malatya, Elâzığ ve Van’da deprem etkilerinin özellikle göz önünde bulundurulması ve kerpiç yapıların depreme karşı dayanımının artırılmasında bu yerleşimlerin örnek alanlar olarak değerlendirilmesi,

-Kerpiç yapıların depreme dayanımının artırılmasına yönelik sosyal, ekonomik, mimari ve teknolojik çalışmaların yaygınlaştırılarak desteklenmesi.

Sonuç olarak hem Türkiye açısından hem de evrensel mimari miras bağlamında önemli bir yere sahip olan kerpiç yapılar, hazırlanan çalışma ile koruma-deprem ilişkisi bakımından ele alınmış ve irdelenmiştir. Bu anlamda yapılan çalışma ile öncelikle kerpiç yapıların Türkiye’deki ve dünyadaki genel durumu incelenerek korunmalarının gerektiği vurgulanmış; bununla birlikte Anadolu’da, Malatya yöresinde bulunan özgün kerpiç mimari üzerinden bu mirasın korunmasında depremin etkileri örneklendirilmiştir. Buradan hareketle kerpiç yapıların deprem bağlamında koruma sorunları ortaya koyulmuş ve bunlara yönelik çözüm önerileri belirtilmiştir. Çalışmanın, akademik anlamda ve uygulama bağlamında, ilerleyen süreçte yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı ve ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## NOT

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Restorasyon Programı’nda hazırlanan ve 2021 yılında yayınlanan “Malatya Yöresi Kırsal Kerpiç Mimari Mirasın Nitelikleri, Koruma Sorunları ve Öneriler” başlıklı doktora tezinden üretilmiş; INES23 Uluslararası Deprem Sempozyumu’nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## KAYNAKÇA

- [1] Ahunbay, Z. Tarihi çevre koruma ve restorasyon. (4. Baskı). İstanbul: YEM Yayınları, 1999.
- [2] Tanaç Zeren, M. Tarihi çevrede yeni ek ve yeni yapı olgusu. (1. Baskı). İstanbul: Yalın Yayıncılık, 2010.
- [3] Ulusoy Binan, D. Güzelyurt örneğinde, Kapadokya bölgesi yığma taş konut mimarisinin korunması için bir yöntem araştırması. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1994.
- [4] Kuban, D. Tarihi çevre korumanın mimarlık boyutu. (2. Baskı). İstanbul: YEM Yayınları, 2000.
- [5] Madran, E. ve Özgönül, N. Kültürel ve doğal değerlerin korunması. (1. Baskı). Ankara: TMMOB Mimarlar Odası Yayınları, 2005.
- [6] Bektaş, C. Koruma onarım. (4. Baskı). İstanbul: Literatür Yayınları, 2001.
- [7] Mevzuat, URL: [www.mevzuat.gov.tr](http://www.mevzuat.gov.tr) > MevzuatMetin > 1.5.2863.doc. (Erişim zamanı: 4.7.2019).
- [8] Gökçe M. V. Yapıların deprem etkisi altında strüktürel davranış biçimleri ve depreme dayanıklı yapılarda mimari tasarım ilkeleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde, 2002.
- [9] Mertol A. ve Mertol H. C. Deprem mühendisliği, Depreme dayanıklı yapı tasarımı. (1. Baskı). Ankara: Kozan Ofset, 2002.
- [10] Korkmaz, S. Z. Kırsal konutların deprem güvenliğinin artırılması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2007.
- [11] Bıkçe, M. Türkiye’de Hasara ve Can Kaybına Neden Olan Deprem Listesi (1900-2014), 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 3-10, 2015.
- [12] ICOMOS, URL: <http://www.icomos.org.tr/?Sayfa=Duyuru&sira=111&dil=tr> (Erişim zamanı: 11.8.2023).
- [13] TMMOB, URL: <http://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/mo06022023-depremtespit.pdf> (Erişim zamanı: 10.10.2023).
- [14] Erarslan, A. Plano-Convex bricks in ancient Mesopotamian architecture. 6. International Conference of Kerpic. 1, 113-121, 2018.
- [15] Wright, G. R. H. Eski yapı teknolojisi. (2. Baskı). Leiden: Brill Yayınları, 2009.
- [16] Delougaz, P., Hill, H. D. ve Lloyd, S. Diyala bölgesindeki özel evler ve mezarlar. (1. Baskı). Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 1967.
- [17] Arkeotekno, URL: [https://www.arkeotekno.com/pg\\_335\\_kerpic-ve-tuglanin-adobe-arkeolojisi](https://www.arkeotekno.com/pg_335_kerpic-ve-tuglanin-adobe-arkeolojisi) (Erişim zamanı:10.5.2018).
- [18] Yasseen, A. Architecture of the great pyramid of Giza. 2. Uluslararası Mimari Mirası Koruma Konferansı, 1, 346-362, 2018.
- [19] Kafescioğlu, R. Çağdaş yapı malzemesi toprak ve alker. (3. Baskı). İstanbul: İTÜ Vakfı Yayınları, 2017.
- [20] Celebi, R. Anadolu kerpiç mimarlığı. (8. Baskı). İstanbul: Golden Medya Matbaacılık ve Tic. A.Ş. 2012.
- [21] Arseven, C. E. Türk sanatı tarihi. (18. Baskı). İstanbul: İstanbul Milli Eğitim Basımevi, 1956.
- [22] Türkçe Sözlük. (24. Basım). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları, 1974.
- [23] Meydan Larousse. İstanbul: Meydan Yayınevi, 1972.
- [24] Academia, URL: [https://www.academia.edu/13313415/Orta\\_Anadolu\\_da\\_K%C3%B6y\\_Evlerinin\\_Yap%C4%B1s%C4%B1](https://www.academia.edu/13313415/Orta_Anadolu_da_K%C3%B6y_Evlerinin_Yap%C4%B1s%C4%B1) (Erişim zamanı: 2.2.2021).
- [25] Acun, S. ve Gürdal, E. Yenilenebilir bir malzeme kerpiç ve alçılı kerpiç. Türkiye Mühendislik Haberleri, 427, 71-77, 2003.
- [26] Işık, B. ve Tülbentçi, T. Sustainable housing in island conditions using alker-gypsum-stabilized earth: a case study from northern Cyprus. Building and Environment, 43(9), 1426-1432, 2008.
- [27] Ekşi Akbulut, D. ve Koç, Z. G. Toprak yapı üretiminin yönetmelikler kapsamında irdelenmesi. Mimarist, 62, 34-40, 2018.
- [28] Bunting, B. John Gaw meem: south western architecture. (17. Baskı). Albuquerque: New Mexico Üniversitesi Yayınları, 1983.
- [29] Özen, H. Yaşayan mimari gelenek: Santa Fe kenti kerpiç mimarisini. Malatya/Darında Balaban ve Aşağıulupınar (1. Baskı) içinde (71-90). İstanbul: Denizler Kitabevi, 2017.
- [30] Santa Fe, URL: <https://santafe.org/> (Erişim zamanı: 10.4.2019).
- [31] Baysal Balcı, S. Yüksek yapıların taşıyıcı sistemleri ve mimari tasarımıyla olan etkileşimi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, 2013.
- [32] Şibam, URL: <https://www.takvim.com.tr/galeri/yasam/dunyanin-ilk-gokdelenleri-631192345866/11> (Erişim zamanı: 10.4.2019).
- [33] Sonsuz Şükran Köyü, URL: <http://www.sonsuzsukran.org/planlama-ve-mimari.html> (Erişim zamanı: 2.20.2021).
- [34] Eriç, M. Kerpiç eski eserlerin onarımı ve korunmasında bir araştırma. 3. Uluslararası Kerpiç Koruma Sempozyumu. 1, 79-86, 1980.
- [35] Koçu, N. Konya çevresindeki Selçuklu dönemi tarihi

- yapılarının çatı ve cephelerinde su-nem etkilerinin araştırılması. 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 1, 117-122, 2014.
- [36] Zamankhani, J. S. ve Arun G. 2006 İran-Silakhor depremde kerpiç yığma duvarların sismik davranışı. Sigma Dergisi, 3, 290-299, 2011.
- [37] Tanrıverdi, C. Alçılı kerpiçin üretim olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1984.
- [38] Işık, B. Türkiye’de kerpiç yapı kültürü ve alçı ile stabilize edilen kerpiç, alker yapılar. 3. Ulusal Alçı Kongresi, 1, 3-26, 2000.
- [39] Kuşaslan, D. Yapıda Durabilite Ve Hasar Analizi, Alçılı Kerpiç Yapı Örneği Üzerinde İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2002.
- [40] Coşkun, K. Alker (alçı katkılı kerpiç) teknolojisinin püskürtme beton (shotcrete) tekniği ile uygulanabilirliğinin basınç dayanımı açısından deneysel değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2005.
- [41] Aghazadeh, E. Kireç ve alçı içeren toprak yapı elemanlarının fiziksel ve mekanik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2011.
- [42] Aktaş, V. Barak kerpiç konut mimarisinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep, 2020.
- [43] Engür, M. O. ve Kartal, S. N. 21. yüzyılın yapı malzemesi. III. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, 1, 496, 2006.
- [44] National Center for Preservation Technology and Training, URL: [https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl\\_gtr217.pdf](https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr217.pdf) (Erişim zamanı: 5.16.2021).
- [45] Kartal, S. N. Neden empenye? Mimarlıkta Malzeme Dergisi, 12, 79-84, 2009.
- [46] Kartal, S. N. Tarihi Ahşap Yapılarda Biyotik/Abiyotik Bozunmalar ve Koruma/Bakım Önlemleri. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 16, 51-58, 2016.
- [47] Youtube, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=J95HLhc0LH8&t=9> (Erişim zamanı: 5.16.2021).
- [48] ERTV, URL: <http://www.ertv.com.tr/malatya/depremden-sonra-o-mahallede-butun-evler-bosaltildi-h1986.html> (Erişim zamanı: 5.7.2021).
- [49] Türkiye Gazetesi, URL: <https://www.turkiyegazetesi.com.tr/yasam/677237.aspx> (Erişim zamanı: 5.7.2021).
- [50] Binici, H., Durgun, M. Y. ve Yardım, Y. Kerpiç yapıların avantaj ve dezavantajları. Dizayn Konstrüksiyon Dergisi, 293, 80-88, 2010.



## Electrochemical sensitivity, selectivity, and sensory properties of a natural polymer-supported titanium nanocomposite electrode towards lysine amino acid

Elif Esra ALTUNER<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Program of Medical Laboratory, Department of Medical Services and Techniques, Europe Vocational School, Kocaeli Health and Technology University, Kocaeli, Türkiye

✉: [elifesraaltuner@gmail.com](mailto:elifesraaltuner@gmail.com),  0000-0001-7663-6898

Received (Geliş): 21.03.2023

Revision (Düzelme): 27.04.2023

Accepted (Kabul): 02.06.2023

### ABSTRACT

In this study, chitosan (Chit) supported titanium (Ti) nanoparticles (Ti@Chit NPs) were synthesized by chemical method. Ti@Chit NPs were calculated to be  $7.275 \pm 2.15$  nm and 18.629 nm according to scanning electron microscopy (SEM) and atomic force microscopy (AFM) results, respectively. The synthesized NPs were modified to the electrode and a sensitivity study was carried out against lysine amino acid. It has been determined that the Ti@Chit electrode has a catalytic performance against the amino acid lysine. The limit of detection (LOD) value is estimated to average  $0.0041 \mu\text{M}$ .

**Keywords:** Lysine, Sensor, Ti@Chit NPs

### Doğal polimer destekli bir titanyum nanokompozit elektrodun lizin amino aside karşı elektrokimyasal duyarlılığı, seçiciliği ve duyuşal özellikleri

### ÖZ

Bu çalışmada kitosan (Chit) destekli titanyum (Ti) nanoparçacıkları (Ti@Chit NPs) kimyasal yöntemle sentezlendi. Ti@Chit NP'leri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) sonuçlarına göre sırasıyla  $7,275 \pm 2,15$  nm ve 18,629 nm olarak hesaplanmıştır. Sentezlenen NP'ler elektroda modifiye edildi ve lizin amino aside karşı bir duyarlılık çalışması yapıldı. Ti@Chit elektrodunun amino asit lizine karşı katalitik bir performansa sahip olduğu belirlenmiştir. Tespit sınırı (LOD) değerinin ortalama  $0,0041 \mu\text{M}$  olduğu tahmin edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Lizin, Sensör, Ti@Chit NPs

### INTRODUCTION

Amino acids are the smallest building blocks of proteins, which are vital for living metabolism [3]. Therefore, applications for the diagnosis of amino acids are important for researchers [2-4]. In particular, lysine is the most rapidly damaged and degraded amino acid type [5],[6]. The durability of lysine plays a very important role due to its applications such as the use of lysine in food supplements, the use of diet therapy. For this reason, researchers have turned to sensor applications for the diagnosis of lysine [7-9]. According to a study in the literature, sensor studies were carried out with lysine carbon nanotube supported composites [10]. In another previously reported study, electrodeposited applications for lysine were performed [11]. Sensors play an important role in the diagnosis of lysine and amino acids.

Sensors are systems that convert chemical data into specific signals [12], [13]. The mechanism of the sensors is based on the fact that they produce continuous signals depending on the concentration for better examination of the structure of an analyte [14]. The fact that the sensors are fast, practical, cheap and economical provides great advantages in applications.

For example, chitosan polymer was reduced to nano size and supported lead sensor application was carried out on the shicff base [15]. Nowadays, virus sensors have been developed by supporting the sensors with chips in technological studies [16]. Nanotechnological studies occupy an important place in sensor applications. Nanotechnology is a science that deals with the nano size between 1-100 nm [17]. Especially nano metals are used as catalysts in catalytic reactions. Platinum is a highly preferred metal in nanotechnological studies [18], [19]. Apart from this, metals such as silver [20], gold [21], iron [22], nickel [23], cobalt [24] etc are also used in nanotechnological studies. Support materials are used to improve the catalytic performance of nanometals. In addition to chemical support materials, polymeric materials obtained from natural sources are preferred in terms of being environmentally friendly, non-toxic, and easy to apply.

In sensor applications, supporting materials such as multi-walled carbon nanotubes, graphene oxide or activated carbon are used to improve the performance of nanometals [25]. These support materials help increase the conductivity of electrons by expanding the surface

area [26]. Biocompatibility of nanoparticles with chitosan, non-toxic properties, cost effectiveness and high permeability have gained great importance. For this reason, nanometals are used together with chitosan [27]. The use of nanoparticles in the identification of proteins such as lysine covers a wide area. Since the use of nanoparticles with chitosan will increase stability, the use of polymers such as lysine in the sensor is among the subjects of the researchers [28]. In some studies, research has focused on natural polymers by researching the use of support materials with non-toxic agents [15]. Chitosan is one of the natural polymers [29]. Chitosan is obtained by deacetylation method from the chitin layer found in the shells of insects, shrimps, lobsters and crabs [30]. Commercial forms are available in nature according to the degree of deacetylation [31], [32].

In this article, nano-sized chitosan-based titanium particles were obtained by a series of processes by supporting titanium metal with chitosan polymer. A voltammetric sensor for lysine amino acid was developed with the obtained. Ti@Chit NPs were supported by AFM and SEM.

## MATERIAL and METHOD

### Materials

Titanium dioxide, chitosan, acetic acid, NaOH, ethanol and all chemicals were supplied by Sigma & Aldrich. Chitosan has a 90% degree of acetylation.

### Preparation of Ti@Chit NPs

60 ml are separated, and 1 g of chitosan is added to the mixture after the acetic acid has been adjusted to 0.5% by volume. 120 cc of titanium dioxide were then added along with 12.8 mmol/L. The response happened a day later. The precipitates were then filtered, dried, and kept for sensor experiments after the pH level was brought down to 8 with 0.1 M sodium hydroxide [33].

## RESULTS and DISCUSSION

### Characterizations

SEM and AFM characterization devices used to determine the surface size of nanoparticles and to observe the structure of their shape are ZEISS EVO LS10 and NT-MDT / Ntegra Solaris model devices, respectively. Voltammetric measurements were performed on a Gamry Potentiostat/Galvanostat 400 brand device.

### SEM analysis

In figure 1, SEM characterization graph of lysine amino acid and chitosan-supported titanium nanoparticles on lysine is given. As seen in figure 1, it is observed that the amino acid lysine is spherical and has a sharp structure [34]–[37]. On the other hand, the titanium nanoparticles seen in figure 2 entered the lysine cavities and filled them by clustering (a), and the particle size is

estimated to be  $7.275 \pm 2.15$  nm on average (b) [38]. The results are consistent with the studies in the literature [31], [32].

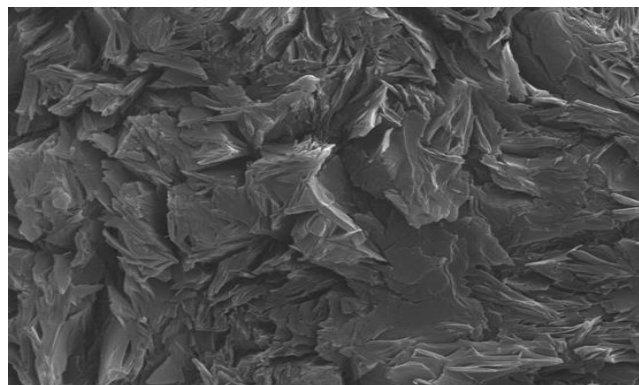


Figure 1. SEM characterization of lysine amino acid

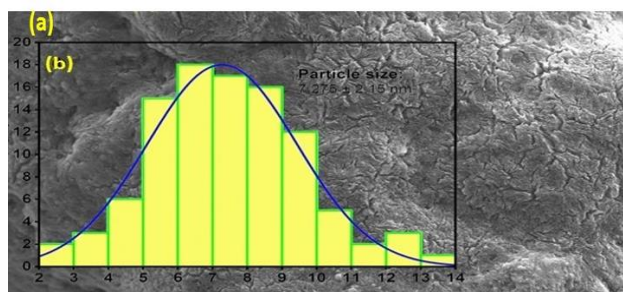


Figure 2. Figure 2. SEM characterization of (a) Ti@Chit NPs on lysine (b) the histogram of NPs

### AFM analysis

In figure 3, AFM analysis is given to observe the position and nano size of Ti@Chit NPs hidden between the lysine amino acid. According to figure 3, the nanoparticles clustered and agglomerated in some places and showed a monodisperse distribution in some places. The 3-dimensional height and topographic distribution of the nanoparticles are given in figure 4. It was determined that the nanoparticles were 18.629 nm on average [39].

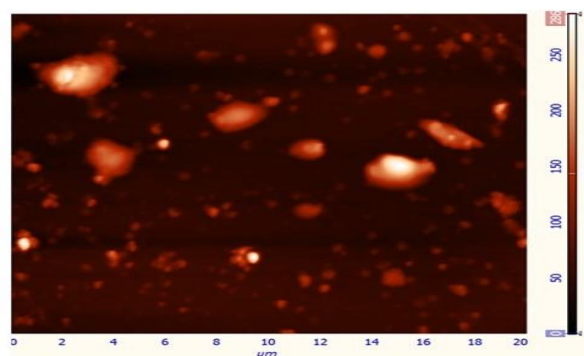


Figure 3. AFM analysis of Ti@Chit NPs as 2D (A) 3D dimension of NPs

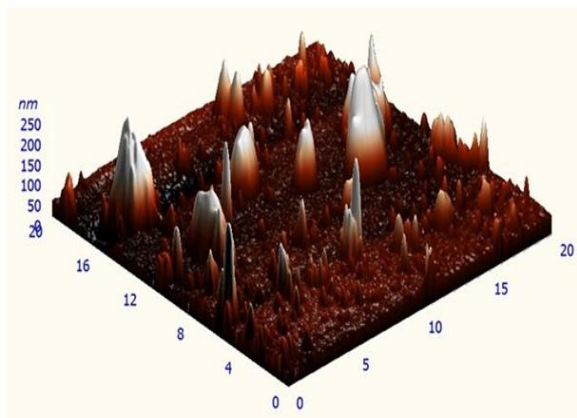


Figure 4. AFM analysis of 3 D dimension of NPs

### Voltammetric studies

The rate scan (0.1-0.4 V/s) of Ti@Chit nanoparticles for lysine amino acid is as in figure 5. According to Figure 5, it is seen that the amount of current increases as the scan rate increases. On the other hand, potential ranges against currents of CV analysis are observed and the highest peak is observed in the range of 0.68-0.69  $\mu\text{M}$  according to figure 6.

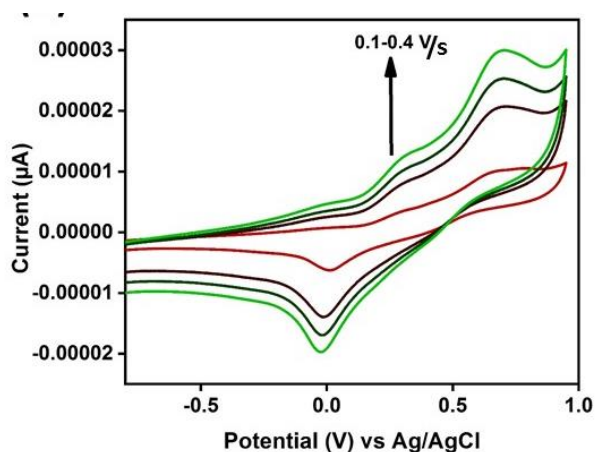


Figure 5. Cyclic voltammogram of Ti@Chit NPs against lysine

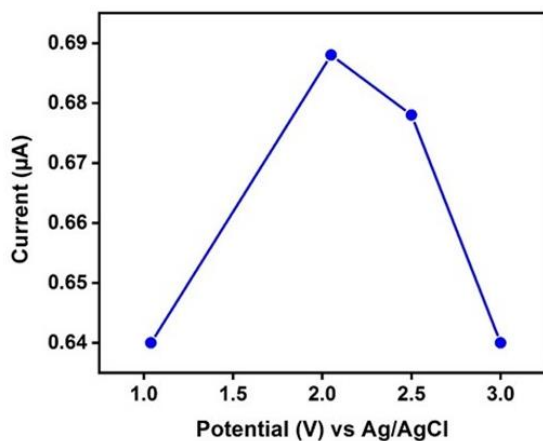


Figure 6. Current peaks against voltage potentials

According to figure 7, the sensitivity of the modified Ti@Chit electrode, modified Ti electrode and modified chitosan electrode to lysine is shown. According to figure 8, the selectivity of the peaks where the electrodes show the highest sensitivity is shown. According to figure 9, the linear graphic curve of the current values is shown. The LOD value is estimated to be 0.0041  $\mu\text{M}$ .

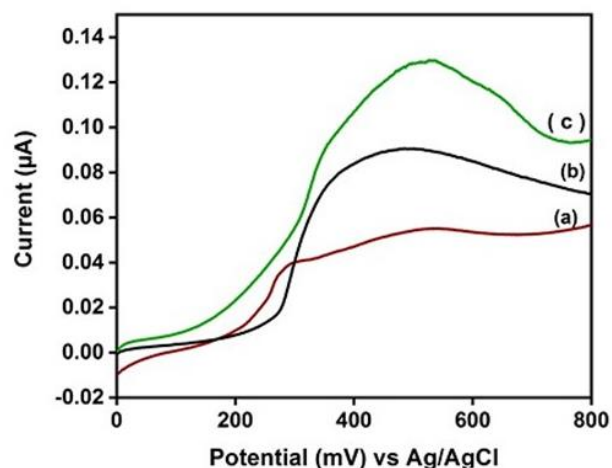


Figure 7. Selectivity of electrodes against lysine (a) Ti@Chit (b) Chit (c) Ti@Chit

This study showed a very good sensor property by showing sensitivity at the micromolar level compared to previous studies.

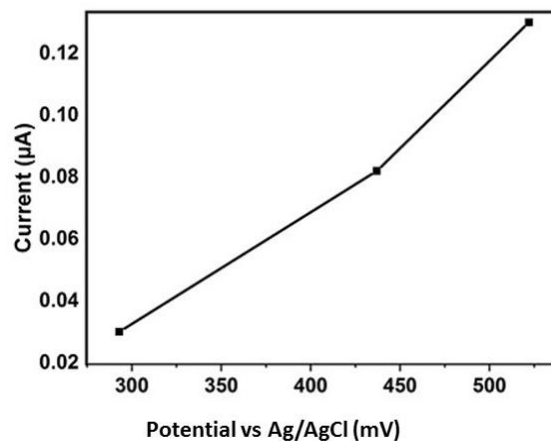


Figure 8. The peaks of highest current values

Table 1. Sensitivity of electrodes to lysine in previous studies and the value of this study

Electrodes	LOD values	Ref
(AuNPs)/poly(L-lysine) complex	$3.5 \times 10^{-14}$ M	[40]
PVF <sup>+</sup> LyOx <sup>-</sup> /Pt	$6.5 \times 10^{-4}$ mM	[11]
GOx	2.0 mM	[41]
Ti@Chit	0.68-0.69 $\mu\text{M}$	This study

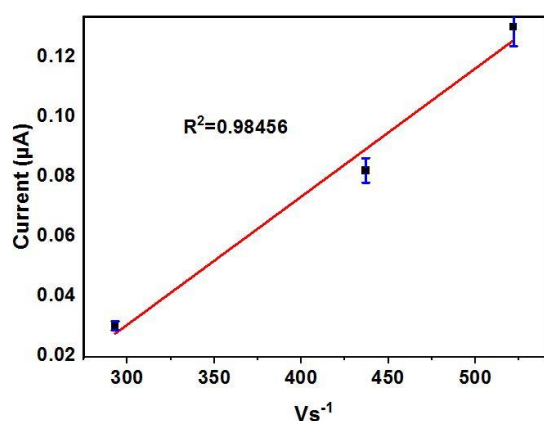


Figure 9. Linear graph error bars values

## CONCLUSION

Using chemical method, Ti@Chit NPs were synthesized and their sensitivity to lysine amino acid was measured. The synthesized nanoparticles were first subjected to SEM and AFM characterization analyses. It was determined to be  $7.275 \pm 2.15$  nm according to SEM analysis and 18.629 nm according to AFM analysis. At the same time, it was observed in the SEM analysis that the amino acid had a sharp structure and the nanoparticles were in between the amino acids. According to the AFM analysis, the nanoparticles were partially agglomerated and in some places did not agglomerate. In voltammetric studies, it was observed that the current intensity of the Ti@Chit electrode against amino acid increased with the increase in scanning speed. According to the comparison of the electrodes, it was determined that Ti@Chitamino acid showed the highest catalytic result against lysine. The average LOD value in this study is estimated to be  $0.0041 \mu\text{M}$ .

## THANKS & ACKNOWLEDGEMENT

The analysis necessary for the realization of this study were carried out in the ILTEK unit of Selcuk University, and I would also like to express my gratitude.

## REFERENCES

[1] Ajandouz E.H., Puigserver A. Nonenzymatic Browning Reaction of Essential Amino Acids: Effect of pH on Caramelization and Maillard Reaction Kinetics, *J. Agric. Food Chem.* 47:5 1786–1793, 1999.

[2] Hawkins C.L., Davies M.J. Hypochlorite-induced damage to proteins: formation of nitrogen-centred radicals from lysine residues and their role in protein fragmentation, *Biochem. J.*, 332:3 617–625, 1998.

[3] Kraus L.M., Kraus J. Carbamoylation of amino acids and proteins in uremia, *Kidney Int.*, 59:78 S102–S107, 2001.

[4] Casettari L., Vllasaliu D. Lam J.K.W. Soliman M., Illum L. Biomedical applications of amino acid-modified chitosans: A review, *Biomaterials*, 33:30

7565–7583, 2012.

[5] Obst M., Steinbüchel A. Microbial Degradation of Poly(amino acid)s, *Biomacromolecules*, 5:4 1166–1176, 2004.

[6] Friedman M. Applications of the Ninhydrin Reaction for Analysis of Amino Acids, Peptides, and Proteins to Agricultural and Biomedical Sciences, *J. Agric. Food Chem.* 52:3 385–406, 2004.

[7] Flodin N.W. The metabolic roles, pharmacology, and toxicology of lysine., *16:1* 7–21, 2013.

[8] Hayamizu K. Oshima I. Nakano M. Comprehensive Safety Assessment of L-Lysine Supplementation from Clinical Studies: A Systematic Review, *J. Nutr.*, 150 2561S–2569S, Oct. 2020.

[9] Vaghefi S.B., Makdani D.D., Mickelsen O. Lysine supplementation of wheat proteins A review, *Am. J. Clin. Nutr.* 27:11 1231–1246, 1974.

[10] Gholivand M.B., Shamsipur M., Amini N. Nonenzymatic L-lysine amino acid detection using titanium oxide nanoparticles/multi wall carbon nanotube composite electrodes, *Electrochim. Acta*, 123 569–575, 2014.

[11] Sahin O.G., Gulce H., Gulce A. Polyvinylferrocenium based platinum electrodeposited amperometric biosensors for lysine detection, *J. Electroanal. Chem.* 690 1–7, 2013.

[12] Paolesse R., Nardis S., Monti, Stefanelli D.M., Natale Di C. Porphyrinoids for Chemical Sensor Applications, *Chemical Reviews*, 22 2517–2583, 2017.

[13] Hulanicki A. Glab S. Ingman F. Chemical sensors definitions and classification, *Pure Appl. Chem.* 63:9 1247–1250, 1991.

[14] Chande S., Bergwitz C. Role of phosphate sensing in bone and mineral metabolism, *Nat. Rev. Endocrinol.* 14:11 637–655, 2018.

[15] Kocak N., Sahin M., Küçükkolbasi S., Erdogan Z.O. Synthesis and characterization of novel nano-chitosan Schiff base and use of lead (II) sensor, *Int. J. Biol. Macromol.* 51:5 1159–1166, 2012.

[16] Raziq A., Kidakova A., Boroznjak R., Reut J., Öpik A., Syritski V. Development of a portable MIP-based electrochemical sensor for detection of SARS-CoV-2 antigen, *Biosens. Bioelectron.* 78 113029, 2021.

[17] Hocini A., Ben salah H., Khedrouche D., Melouki N. A high-sensitive sensor and band-stop filter based on intersected double ring resonators in metal–insulator–metal structure, *Opt. Quantum Electron.* 52:7 1–10, 2020.

[18] Li Q., Li Z., Zhang Q., Zheng L., Yan W., Liang X., Gu L., Chen C., Wang D., Peng Q., Li Y. Porous  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticle decorated with atomically dispersed platinum: Study on atomic site structural change and gas sensor activity evolution, *Nano Res.* 14: 5 1435–1442, 2021.

[19] Kimuam K., Rodthongkum N., Ngamrojanavanich N., Chailapakul O., Ruecha N. Single step preparation of platinum nanoflowers/reduced graphene oxide electrode as a novel platform for diclofenac sensor, *Microchem. J.*, 155 104744, 2020.

[20] Agarwal H., Nakara A., Shanmugam V. K., “Anti-inflammatory mechanism of various metal and metal oxide nanoparticles synthesized using plant extracts: A review,” *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 109. SAS, 2561–2572, 2019.

[21] Fan D., Zhai Q., Zhou W., Zhu X., Wang E., Dong S. A label-free colorimetric aptasensor for simple,

- sensitive and selective detection of Pt (II) based on platinum (II)-oligonucleotide coordination induced gold nanoparticles aggregation,” *Biosens. Bioelectron.* 85 771–776, 2016.
- [22] Han D., Zhao M., Facile and simple synthesis of novel iron oxide foam and used as acetone gas sensor with sub-ppm level, *J. Alloys Compd.*, 815 152406, 2020.
- [23] Rahmati N., Rahimnejad M., Pourali S.M., Muallah S.K. Bismuth Oxychloride Nanoparticles: Deep Eutectic Solvent Assisted Synthesis and Application in an Electrochemical Nickel Sensor, *ChemistrySelect*, 7:46 e202202430, 2022.
- [24] Paul J., Philip J. Inter-digital capacitive ethanol sensor coated with cobalt ferrite nano composite as gas sensing material, *Mater. Today Proc.* 25 148–150, 2020.
- [25] Alam A.U., Deen M.J. Bisphenol A Electrochemical Sensor Using Graphene Oxide and  $\beta$ -Cyclodextrin-Functionalized Multi-Walled Carbon Nanotubes, *Anal. Chem.* 92:7 5532–5539, 2020.
- [26] Zhang Z., Fang X. Study on paraffin/expanded graphite composite phase change thermal energy storage material, *Energy Convers. Manag.*, 47:3 303–310, 2006.
- [27] Shukla,S.K., Mishra A.K., Arotiba O.A., Mamba B. B. Chitosan-based nanomaterials: A state-of-the-art review, *Int. J. Biol. Macromol.* 59 46–58, 2013.
- [28] Cheng M., Gong K., Li J., Gong Y., Zhao N., Zhang X. Surface Modification and Characterization of Chitosan Film Blended with Poly-L-Lysine, 19:1 59–75, 2004.
- [29] Abhilash M., Thomas D. Biopolymers for Biocomposites and Chemical Sensor Applications, in *Biopolymer Composites in Electronics*, Elsevier Inc., pp. 405–435, 2017.
- [30] Rinaudo M. Chitin and chitosan: Properties and applications,” *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 31:7 603–632, 2006.
- [31] Yilmaz M.D. Layer-by-layer hyaluronic acid/chitosan polyelectrolyte coated mesoporous silica nanoparticles as pH-responsive nanocontainers for optical bleaching of cellulose fabrics, *Carbohydr. Polym.* 146 174–180, 2016.
- [32] Adlim M., Abu Bakar M., Liew K.Y., Ismail J. Synthesis of chitosan-stabilized platinum and palladium nanoparticles and their hydrogenation activity, *J. Mol. Catal. A Chem.* 212:1–2 141–149, 2004.
- [33] Yu X., Jing Y., Xia W. Antifungal properties of chitosan-cobalt(II) complex and its potential on the suppression of damping-off in cucumber seedlings, *Asia-Pacific J. Chem. Eng.* 11:5 714–720, 2016.
- [34] Abdelkader H., Fathalla Z. Investigation into the Emerging Role of the Basic Amino Acid L-Lysine in Enhancing Solubility and Permeability of BCS Class II and BCS Class IV Drugs, *Pharm. Res.* 35:8 1–18, 2018.
- [35] Cetin A. Korkmaz A. Erdoğan E. Kösemen A. A study on synthesis, optical properties and surface morphological of novel conjugated oligo-pyrazole films, *Mater. Chem. Phys.* 222 37–44, 2019.
- [36] Cetin A. Korkmaz A. Synthesis, optical and morphological properties of novel pyrazole-based oligoamide film, *Opt. Mater.* 85 79–85, 2018.
- [37] Korkmaz A., Cetin A., Kaya E., Erdoğan E. Novel polySchiff base containing naphthyl: synthesis, characterization, optical properties and surface morphology, *J. Polym. Res.* 25:8 1–8, 2018.
- [38] Wokovich A., Tyner K., Doub W., Sadrieh N., Buhse L.F. Particle size determination of sunscreens formulated with various forms of titanium dioxide, 35:10 1180–1189, 2009.
- [39] Asl S.D., Sadrnezhad S.K. Growth of TiO2 Branched Nanorod Arrays on Transparent Conducting Substrate, 17, 2023.
- [40] Wang J., Zhang S., Zhang, Y. Fabrication of chronocoulometric DNA sensor based on gold nanoparticles/poly(L-lysine) modified glassy carbon electrode, *Anal. Biochem.* 396:2 304–309, 2010.
- [41] Zhang D., Chen X., Ma W., Yang T. Direct electrochemistry of glucose oxidase based on one step electrodeposition of reduced graphene oxide incorporating polymerized l-lysine and its application in glucose sensing, *Mater. Sci. Eng. C*, 104 109880, 2019.

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

**Yazım Kuralları**

*Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 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 **MAUNFBD** 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.
- **MAUNFBD**'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.

**MAUNFBD**  
**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.
- **MAUNFBD'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/MAUNfbd> elektronik adresi aracılığıyla editörümüzle bağlantıya geçilebilir.

## Instructions for Authors

**MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** 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.
- **MAUNFBD** 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



**MAUNFBD**  
**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., Karakose 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.
- 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/MAUNfbd>.

## Değerlendirme Süreci

- **MAUNFBD'**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.
- **MAUNFBD'**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. **MAUNFBD** 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.
- **MAUNFBD'**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.
- **MAUNFBD'**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.
- **MAUNFBD'**e makale gönderen yazar/yazarlar, Derginin söz konusu hakem değerlendirme koşullarını ve sürecini kabul etmiş sayılırlar.
- **MAUNFBD'**de yayımlanmasına karar verilen (kabul edilen) çalışmaların telif hakkı, Muş Alparslan Üniversitesi'ne devredilmiş sayılır.

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

**Peer Review Process**

- The papers that are sent to **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** 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. **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** is transferred to Muş Alparslan University.

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

**Yayın İlkeleri**

- **MAUNFBD**, 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.
- **MAUNFBD**'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.
- **MAUNFBD**'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.
- **MAUNFBD**'e gönderilecek yazılar makale, çeviri ve kitap tanıtımı türünde olmalıdır. Dergimize gönderilen çeviri yazılar için, makale sahibinin yayın izni ve orijinal metin gereklidir.
- **MAUNFBD**'e yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.
- **MAUNFBD**'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.
- **MAUNFBD**'e Kış/Aralık ve Yaz/Haziran sayısı olmak üzere yılda iki defa düzenli olarak yayımlanmaktadır.
- **MAUNFBD**'e gönderilen yazılara telif hakkı ödenmez. Yayımlanan makalelerin telif hakkı Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi'ne aittir.
- **MAUNFBD**'de yayımlanan yazıların bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.
- **MAUNFBD**'de yer alan yazılardaki görüş ve düşünceler yazarlarının kişisel görüşleri olup derginin ve bağlı olduğu kurumların görüşlerini yansıtmaz.
- **MAUNFBD**'e gönderilen çalışmalar, TÜBİTAK ULAKBİM'in DergiPark Sistemi (UDS) üzerinden elektronik ortamda gönderilmektedir. Bu sisteme <http://dergipark.gov.tr/MAUNfbd> 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.

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

**Editorial Principles**

- **MAUNFBD** 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.
- **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** are Turkish and English.
- The works that are sent to **MAUNFBD** 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.
- **MAUNFBD** is regularly published in Winter/December and Summer/June per year.
- No copyright payment is made for the papers that are sent to **MAUNFBD**. The copyrights of the works that are published in **MAUNFBD** are transferred to Mus Alparslan University Journal of Science.
- Scientific and legal liabilities of the articles published in **MAUNFBD** belong to the authors.
- All the opinions and ideas indicated in the articles that are published in **MAUNFBD** 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 **MAUNFBD** are sent to TUBITAK ULAKBİM's DergiPark System (UDS) in electronical environment. This system can be accessed via <http://dergipark.gov.tr/MAUNfbd> 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.

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

**Yazışma Adresi / Address**

Muş Alparslan Üniversitesi  
MAUNFBD 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: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/msufbd>

e-mail: [msufbd@alparslan.edu.tr](mailto:msufbd@alparslan.edu.tr)