

ISSN: 2618-6241  
e-ISSN: 2667-5757



# HALIÇ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

HALIÇ UNIVERSITY  
JOURNAL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

**Cilt: 2 Sayı: 2 Tarih: Eylül 2019**  
Volume: 2 Issue:2 Date: September 2019

<b>Haliç Üniversitesi Adına Sahibi</b> <i>Owner on behalf of Haliç University</i>	<b>Prof. Dr. Melek Güneş YAVUZER</b> Haliç Üniversitesi Rektörü
<b>Editörler</b> <i>Editors</i>	Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN Editör / Editor-in-Chief  Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI Editör Yardımcısı / Associate Editor  Araştırma Görevlisi Melike OĞUZ Editör Asistanı / Assistant Editor  Araştırma Görevlisi Elif AYDIN Editör Asistanı / Assistant Editor
<b>Sorumlu Yazı İşleri Müdürü</b> <i>Publishing Manager</i>	Mustafa KILIÇASLAN Haliç Üniversitesi
<b>Yönetim Yeri</b> <i>Head Office</i>	Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
<b>Yazışma Adresi</b> <i>Corresponding Address</i>	Haliç Üniversitesi Sütluçe Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İSTANBUL Tel: +90 212 924 24 44 E-posta: fbd@halic.edu.tr
<b>İnternet Adresi</b> <i>Web Address</i>	<a href="http://dergipark.gov.tr/hafebid">http://dergipark.gov.tr/hafebid</a>
<b>Yayın Türü</b> <i>Publication Type</i>	Yerel Süreli / <i>Periodical</i> Mart ve Eylül Aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayımlanır Published twice a year, in March and September ISSN: 2618-6241 • e-ISSN: 2667-5757
<b>Asitsiz kâğıda basılmaktadır</b> <i>Printed on acid free paper</i>	Bu sayı 500 adet basılmıştır. This issue printed as 500 copies.
<b>Baskı</b> <i>Printing Press</i>	Aktif Matbaa ve Reklam Hizmetleri San. Tic. Ltd. Şti. Söğütluçeşme Mah. Halkalı Cad. No: 245/1-A Küçükçekmece / İstanbul Tel: +90 212 698 93 54 Sertifika No: 13978
<b>Basım Tarihi</b> <i>Publication Date</i>	30.09.2019
<b>Derginin Tarandığı Kaynaklar</b> <i>Index in</i>	<b>DergiPark</b> AKADEMİK

---

**Yayın Kurulu**  
*Editorial Board*

Prof. Dr. Ömer OĞUZ (Haliç Üniversitesi)  
Prof. Dr. Emel BOZKAYA (Haliç Üniversitesi)  
Prof. Dr. Mübariz EMİNLİ (Haliç Üniversitesi)  
Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU (MSGSU)  
Prof. Dr. Füsün SEÇER KARİPTAŞ (Haliç Üniversitesi)  
Prof. Dr. M. Burcu IRMAK YAZICIOĞLU (Haliç Üniversitesi)  
Doç. Dr. Yasin ALEMDAĞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)  
Doç. Dr. Selçuk ÇEBİ (Yıldız Teknik Üniversitesi)  
Doç. Dr. Ali GÖKŞENLİ (İstanbul Teknik Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Turan ŞİŞMAN (Haliç Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Soner ÖZGÜNEL (Haliç Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ERKOÇ (Haliç Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Sahra KIRMUSAOĞLU (Haliç Üniversitesi)

---

**Danışma Kurulu**  
*Advisory Board*

Prof. Dr. Oya OĞUZ (Haliç Üniversitesi)  
Prof. Dr. Halit PASTACI (Haliç Üniversitesi)  
Prof. Dr. Önder KÜÇÜKERMEN (Haliç Üniversitesi)  
Prof. Dr. Koray TUNÇALP (Haliç Üniversitesi)  
Prof. Dr. Hasan SOFUOĞLU (Karadeniz Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Hüseyin CÖMERT (Beykent Üniversitesi)  
Prof. Dr. Hüseyin ÇİMENÖĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Ferhat DİKMEN (Yıldız Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Rıfat YAZICI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)  
Prof. Dr. Gündüz ÖZİŞİK (Işık Üniversitesi)  
Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ (İstanbul Aydın Üniversitesi)  
Prof. Dr. Murat AYDIN (Karadeniz Teknik Üniversitesi)  
Doç. Dr. Can ÜLKER (İstanbul Teknik Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi M. Cem KASAPBAŞI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Meriç KURTULUŞ (Haliç Üniversitesi)

---

**Cilt 2 Sayı 2**  
**Hakem Listesi**  
*Volume 2 Issue 2*  
*Reviewer List*

Prof. Dr. Rıfat YAZICI  
Prof. Dr. Kamuran BEKİROĞLU  
Doç. Dr. Ali KOÇAK  
Dr. Öğr. Üyesi Rıza Seçer Orkun KESKİN  
Dr. Öğr. Üyesi Bilge Yararel DOĞAN  
Dr. Öğr. Üyesi Büşra ÜNVER  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Cem KASAPBAŞI  
Dr. Öğr. Üyesi Murat TELLİ  
Dr. Öğr. Üyesi Özlem SAĞLAR

---

## **AMAÇ VE KAPSAM**

---

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Eylül 2018 tarihinden itibaren yılda iki kez yayımlanır. Bu dergide temel bilimler, mühendislik ve mimarlık alanlarında araştırmaya dayalı Türkçe veya İngilizce dilinde özgün ve derleme makaleler yayımlanır. Gönderilen makaleler hakemler tarafından incelenerek değerlendirilir ve kabul edilen makaleler derginin web sayfasında on-line ve basılı olarak yayımlanır.

### **Yayın İzni**

Bireysel kullanım dışında, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve tablolar yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez ve reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.

### **Açık Erişim Politikası**

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi açık erişim politikasını benimsemiş bir dergidir.

### **Yazıların Bilimsel ve Hukuki Sorumluluğu**

Yayımlanan makalelerin bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Yazıların içeriğinden ve kaynakların doğruluğundan yazarlar sorumludur. Editör, Yardımcı Editörler, Yayın ve Danışma Kurulu Üyeleri ve Yayımcı dergideki hatalardan veya bilgilerin kullanımından doğacak olan sonuçlardan dolayı sorumluluk kabul etmez.

## **AIMS AND SCOPE**

---

Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences is published twice a year since September 2018. This journal publishes original and compilation articles in Turkish or English based on research in the fields of basic sciences, engineering and architecture. The submitted articles will be reviewed and evaluated by the referees and the accepted articles will be published on-line and in print on the web page.

### **Permission Requests**

Apart from individual use, articles, forms and tables published in Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences cannot be reproduced without written permission and cannot be archived in a system or used for advertising or promotional materials. Scientific articles can be cited with appropriate references.

### **Open Access Policy**

Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences is a journal, which has adopted open access policy.

### **Scientific and Legal Responsibility of Articles**

The scientific and legal responsibility of the published articles belongs to their authors. The authors are responsible for the content of the articles and for the correctness of the sources. The Editor-in-Chief, Associate Editor, Assistant Editors, Members of the Publication and Advisory Board and the Publisher shall not be held liable for errors resulting from the use of the information or the use of the information.

## **Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisinin Değerli Okurları,**

Dergimizin ikinci cildinin ikinci sayısını siz değerli okurlarımıza sunmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Dergimizin bu sayısında moleküler biyoloji ve genetik, elektrik elektronik mühendisliği, inşaat mühendisliği ve mimarlık alanlarında hazırlanmış üçü orijinal ve biri derleme olmak üzere toplam dört makaleye yer verilmiştir.

Dergimize makale göndererek bilimsel katkı sunan tüm yazarlarımıza, bu makaleleri değerlendirerek görüşlerini bildiren hakemlerimize ve derginin hazırlanmasında emeği geçen tüm çalışma arkadaşlarımıza teşekkürü bir borç biliriz.

Dergimizin bu sayısının siz okurlarımıza yararlı olmasını diler, saygılar sunarız.

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Editörü

**Dear Readers of the Journal of Haliç University Natural and Applied Sciences,**

We are pleased to present the second issue of the second volume of our journal to you. In this issue one review and three original articles related to the fields of molecular biology and genetics, electric electronic engineering, civil engineering and architecture have been included.

We would like to thank all the authors of the articles for their scientific contributions, the reviewers for their valuable comments and our journal team for their help and efforts for preparing this issue for publication.

We hope that this issue of our journal will be beneficial to you.

Yours sincerely,

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editor of the Journal of Haliç University Natural and Applied Sciences





# İÇİNDEKİLER / CONTENTS

---

## Araştırma Makaleleri / *Research Articles*

### Elektrik Elektronik Mühendisliği / *Electrical and Electronic Engineering*

Dinamik Model Algoritması ile 1500 V DC Beslemeli Bir Metro Hattında Katener Kısa Devre Durumunun Analizi .....143-160  
Mehmet Taciddin AKÇAY, İlhan KOCAARSLAN  
Analysis of Catenary Short Circuit Case in a 1500 V DC Fed Railway Line with a Dynamic Model Algorithm

### İnşaat Mühendisliği / *Civil Engineering*

Dolgu Duvarlı Betonarme Binaların Hakim Periyodunun Doğrudan Formüller ile Elde Edilmesi .....161-178  
Muzaffer BÖREKÇİ  
Estimation of the Fundamental Period of Reinforced Concrete Buildings with Infill Wall using Direct Formulas

### Mimarlık / *Architecture*

Mikro Konutların İç Mekân Tasarımının İncelenmesi.....179-195  
Ayşenur BELENTEPE, Füsun SEÇER KARIPTAŞ  
The Study of Interior Design in Micro Dwellings

## Derleme Makaleler/ *Review Articles*

### Moleküler Biyoloji ve Genetik / *Molecular Biology and Genetics*

Romatoid Artrit Tedavisinde Uygulanan Güncel Yaklaşımlar... 197-206  
Hevişan AKDAĞ, Sahra KIRMUSAOĞLU  
The Recent Approaches Applied in the Treatment of Rheumatoid Arthritis



## **Dinamik Model Algoritması ile 1500 V DC Beslemeli Bir Metro Hattında Katener Kısa Devre Durumunun Analizi**

Mehmet Taciddin AKÇAY<sup>1\*</sup>, İlhan KOCAARSLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istanbul Metropolitan Municipality, Directorate of Rail Systems, Istanbul, Turkey<sup>1</sup>  
ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-1050-4566](https://orcid.org/0000-0002-1050-4566)

<sup>2</sup>Department of Electrical-Elektronics Engineering, Faculty of Engineering, Istanbul University, Istanbul, Turkey  
ORCID ID: [orcid.org/0000-0003-2591-4047](https://orcid.org/0000-0003-2591-4047)

**Geliş Tarihi:** 30.05.2019

**\*Sorumlu Yazar e mail:** [taciddin.akcay@ibb.gov.tr](mailto:taciddin.akcay@ibb.gov.tr)

**Kabul Tarihi:** 23.09.2019

**Atf/Citation:** Akçay, M.T. ve Kocaarslan, İ. “Dinamik Model Algoritması ile 1500 V DC Beslemeli Bir Metro Hattında Katener Kısa Devre Durumunun Analizi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/2: 143-160.

**Araştırma Makalesi/ Research Article**

---

### **Özet**

Ulaşım sistemleri içinde elektrik beslemeli demiryolları yatırım tercihi olarak yüksek bir orana sahiptir. Elektrikli demiryollarında ise elektrifikasyon sisteminin elektrik verme görevini kusursuz olarak yerine getirebilmesi işletme sürekliliği için esastır. Tasarım öncesinde elektrifikasyon sistemi benzetimi yapılarak sisteme ait kapasite, performans ve arıza durumları test edilmektedir. İşletme sürekliliği için arıza durumlarının analizi ve olası tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada dinamik bir model oluşturularak 1500 V DC beslemeli bir şehiriçi metro hattının benzetimi yapılmıştır. Dinamik yapı için geliştirilen algoritma anlatılarak benzetim sonuçları verilmiştir. Çalışma için katener sisteminde olası bir kısa devre durumunun analizi araştırılmıştır. 7 trafo merkezi bulunan bir raylı sistem hattına ait veriler kullanılarak kısa devre durumunun olası etkileri grafikler üzerinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar üzerinden alınması gereken tedbirler verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Algoritma, Demiryolu, Dinamik, Elektrifikasyon, Katener.

## **Analysis of Catenary Short Circuit Case in a 1500 V DC Fed Railway Line with a Dynamic Model Algorithm**

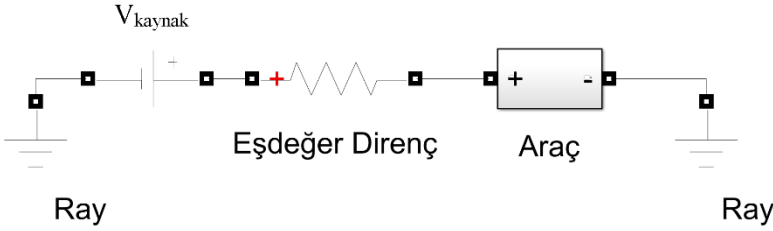
### **Abstract**

Electricity supply railways in transportation systems have a high rate of investment preference. In the case of electric railways, the electrification of the electrification system is essential for the continuity of the operation. Before its design, the features of the system are simulated and the capacity, performance and failure conditions of the electrification system are tested. It is of utmost importance to analyze fault conditions and take possible measures for business continuity. In this study, having created a dynamic model, a 1500 V DC powered urban subway line has been simulated. While the algorithm developed for dynamic structure is explained, its simulation results are given. For the study, the analysis of a possible short circuit condition in the catenary system has been investigated. Using the data of a rail system line with 7 substations, the possible effects of the short circuit condition have been evaluated over the graphs. Measures to be taken from the results obtained are given.

**Keywords:** Algorithm, Railway, Dynamic, Electrification, Catenary.

### **1. Giriş**

DC beslemeli demiryollarında yoğun olarak 1500 V DC besleme gerilimi tercih edilmektedir. Aracın tahriki için gerekli olan bu enerji TEİAŞ orta gerilim şebekesinden elde edilmektedir. Orta gerilim tarafından temin edilen 34.5 kV besleme gerilimi trafo merkezlerinde dönüştürücü transformatör ve redresör sistemi vasıtasıyla aracın kullandığı besleme gerilimine çevirilmektedir. DC beslemeli şehirçi raylı sistemlerde iki istasyon arası mesafe yaklaşık 1-2 km civarında olmaktadır. Besleme merkezi arası mesafe ise besleme gerilimine bağlı olarak değişmekte olup 1500 V DC sistemlerde 1-4 km arasında olabilmektedir [1-6]. DC besleme demiryollarına ait eş değer devre şekil 1 ile gösterilmektedir.



Şekil 1. DC Demiryoluna Ait Eşdeğer Devre Modeli

(1) eşitliği ile aracın geriliminin anlık olarak hesabı verilmektedir [1].  $V_{arac}$  araç gerilimini,  $V_{kaynak}$  kaynak gerilimini,  $I_{arac}$  araç gerilimini ifade etmektedir.  $R$  ile eş değer direnç gösterilmektedir. Kaynak gerilimi bu çalışmada 1500 V DC olarak alınmaktadır.

$$V_{arac} = V_{kaynak} - (I_{arac} \times R_{eşdeğer\ direnç}) \quad (1)$$

Aşağıda ray gerilimine ait eşitlikler (2) ve (3) ile verilmektedir [5].  $C_1$  ve  $C_2$  katsayılar olup  $V_{(x)}$  ve  $i_{(x)}$  ile ray gerilimi ile ray akımı hesaplanmaktadır.  $R_0$  ray iletkeninin karakteristik direncini belirtmektedir.  $R$  ray direncini  $R_G$  ise kaçak iletkenliği ifade etmektedir. Propogasyon sabiti  $\gamma$  ile gösterilmiştir.

$$V_{(x)} = -R_0(C_1 e^{\gamma x} + C_2 e^{-\gamma x}) \quad (2)$$

$$R_0 = \sqrt{R R_G} \quad (3)$$

Ray akımının hesabı ise (4) eşitliği ile verilmektedir [5].

$$i_{(x)} = C_1 e^{\gamma x} + C_2 e^{-\gamma x} \quad (4)$$

Akım; bara admitans matrisi  $Y$  ile gerilimin ( $V$ ) çarpılması ile hesaplanmaktadır. Bu ifade (5)'de gösterilmektedir [17].

$$I = Y V \quad (5)$$

Toplam güç eşitliği ise (6) ile verilmektedir [17].  $P_T$  gücü belirtirken,  $V$  ve  $I$  gerilimle akımı belirtmektedir.

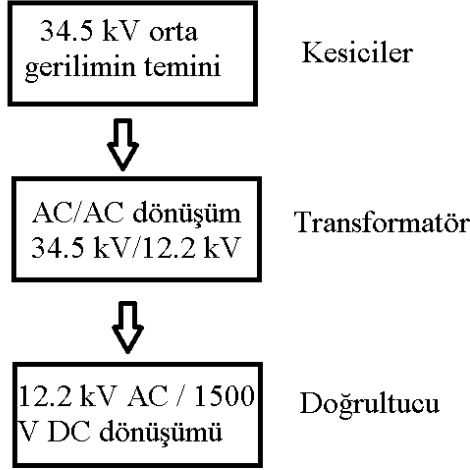
$$P_T = V_T I_T \quad (6)$$

Araca ait hareket denklemleri ise (7) ve (8) ile gösterilmektedir [10].  $V_{(t)}$  ile  $x_{(t)}$  aracın hızı ile konumunu ifade etmektedir. İvme  $a$  ile belirtilirken  $t$  ile zaman belirtilmektedir.  $V_0$  ve  $x_0$  ise ilk hız ile ilk konumu ifade etmektedir.

$$v_{(t)} = dx/dt \quad (7)$$

$$x_{(t)} = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0 \quad (8)$$

Bu eşitlikler yardımıyla aracın hareket denklemi ve elektriksel tüketimi hesaplanmaktadır. Aracın ivmesiyle kütlesi çarpılarak araca etki eden toplam kuvvet hesaplanmaktadır. Aracın elektriksel tüketimi ise bu değer in aracın hızıyla çarpılmasıyla elde edilmektedir. Cer gücü sisteminin verimi ve cer besleme merkezlerinin sayısı arttıkça hattaki gerilim düşümü ile kayıplar azalmaktadır. Şekil 2 ile DC beslemeli bir demiryolunda DC gerilimin üretilmesine ait şematik verilmektedir.



**Şekil 2.** DC Gerilimin Üretilmesi

DC beslemeli demiryollarında dalgalanma oranının azaltılması ve daha saf bir DC gerilim elde etmek için dönüştürücü transformator çift sekonderli olarak tercih edilmektedir. Sekonder tarafta bulunan sargılar arasında ise 30 derece faz farkı bulunmaktadır. Cer sistemi trafo, doğrultucu ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır. Primer taraf üçgen sargı tipinden oluşurken sekonder taraf yıldız ve üçgen sargı tiplerinden oluşmaktadır. Demiryolu işletmesinde kesintisiz bir durum sözkonusu olduğu için cer gücü sisteminde oluşabilecek bir trafo merkezi arızasında işletmede yaşanabilecek olası etkileri azaltmak için cer gücü birden fazla besleme noktasına sahiptir [7-11]. Raylı sistemlerde çok fazla dinamik değişkenin olması ve bu yapının sürekli kendini güncellemesi bu yük akışı probleminin çözümünü ve demiryolu benzetimini daha kompleks hale getirmektedir. DC sistemlerde optimal tasarım ve işletme için de benzetim çok önemlidir. Bu konuda farklı tasarımlar ile sistemlerin modellendiği çalışmalar bulunmaktadır. AC ve DC demiryollarının karşılaştırıldığı, FACTS (Esnek Alternatif Akım İletim Sistemleri) yöntemi ile demiryolu güç kalitesinin artırılması,

cer gücü için SVM (Destek Vektör Makinaları) yönteminin kullanılması yük akışı çalışmaları bulunmaktadır [12-16]. Çalışmaların büyük kısmının en önemli odak noktasını optimize sürüş teknikleri oluşturmaktadır [17]. Bu çalışmada ise oluşturulan yeni bir algoritma ile dinamik bir model kurgulanarak hatta oluşan bir kısa devre durumu gerçek veriler kullanılarak araştırılmıştır.

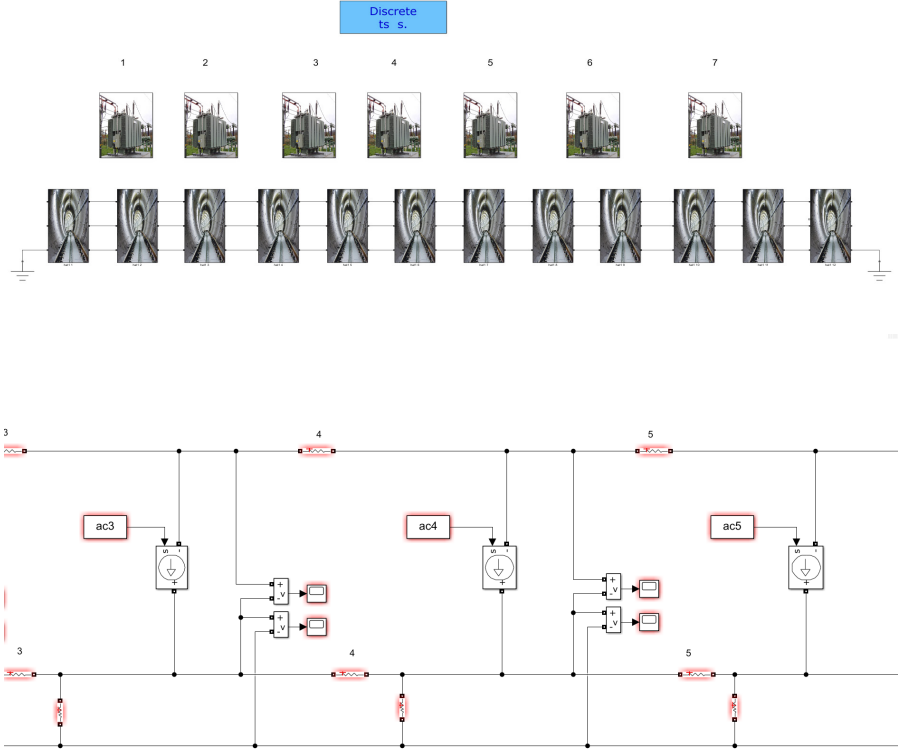
## **2. Materyal ve Metod**

Bu çalışmada benzetim için yeni bir dinamik algoritma kullanılarak oluşturulan modeller ile raylı sistem kısa devre durumu modellenmiştir. Dinamik model Algoritması yardımıyla raylı sistem aracı, katener ve ray hattı, elektriksel besleme hattı ve kısa devre durumu modellenmiştir. Bu çalışma için gerçek bir raylı sistem hattına ait parametreler kullanılmıştır. 1500 V DC besleme gerilimine ve 7 trafo merkezine sahip bir demiryolu hattı tercih edilmiştir. Benzetim için Matlab/Simulink programı kullanılmıştır.

### **2.1. DC demiryolu simülasyon modeli**

DC beslemeli demiryolu katener modülü, ray modülü, orta gerilim transformatör modülü, DC redresör modülü, ara bağlantı modüllerinden oluşmaktadır. Örnekleme zamanı benzetim için gerekli olan hassasiyeti yakalamak için uygun ölçüde seçilmiştir. Bu değer sonuçlardan yola çıkılarak çeşitli denemelerden sonra elde edilmiştir. Şekil 3’de Matlab/Simulink benzetim ekranı gösterilmektedir. Benzetim için 7 trafo merkezine sahip, yaklaşık 12 km uzunluğa sahip 10 istasyondan oluşan bir hat kullanılmıştır.





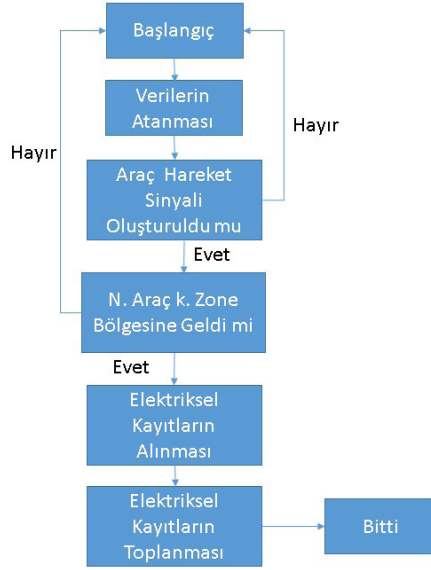
Şekil 3. DC Demiryolu Devresi ve Simülasyon Ekranı

İşletme sefer sıklığı fizibilite sonucu ortaya çıkan sonuca uygun olarak 180 saniye olarak alınmıştır. Benzetim için 12 adet raylı sistem aracı kullanılmıştır. İstasyonlar arası bekleme süresi 20 saniye alınmış olup simülasyon katenerde gerçekleşen kısa devre sonunda durdurulmuştur.

### 2.1.1. Dinamik model algoritması

Demiryolu işletmesinde değişkenlerin sürekli güncellenmesi ve değerlerin anlık olarak değişmesinden ötürü benzetim için dinamik bir

model oluşturulması daha iyi sonuçların elde edilmesi için gereklidir. Şekil 4 ile dinamik modele ait algoritma verilmektedir.



Şekil 4. Dinamik Simülasyon Algoritması

Bu algoritma her zone için tekrar edilerek benzetim çalıştırılır. Böylece demiryolu araç trafiği dinamik olarak modellenmektedir. Öncelikle sisteme ait işletmesel bilgilerin atanması ile adım 2'ye geçilmektedir. Daha sonra araç hareket sinyali oluşturularak araç için oluşturulan bölgeler arasında geçiş başlamaktadır. Her bir bölgeye ait kayıtlar alınarak elektriksel veriler elde edilmektedir. Bu çalışma tüm bölgeler için tamamlanıncaya kadar algoritma çalışmaya devam etmektedir. İşlem tamamlanınca simülasyon sona ermektedir.

## 2.2 Katener kısa devre durumu

Raylı sistemlerde katener hattının elektriksel sürekliliği işletme sürekliliği için esastır. Katener hattından meydana gelebilecek bir arıza

durumu tren işletme operasyonunun kesintiye uğramasına neden olmaktadır. Katener sisteminde yaşanacak bir kısa devre durumu en sık rastlanan olayların başında gelmektedir. Elektriksel devrede iki farklı gerilime sahip noktanın birbirine temas etmesi sonucu devrede düşük bir empedans oluşumuna kısa devre denmektedir. Kısa devre IEC 909 standardında ayrıca tanımlanmaktadır. Kısa devre faz iletkenleri arasında, faz-toprak arasında, faz-nötr arasında meydana gelebilmektedir. Kısa devre akımına ait denklemi (9) ile verilmektedir. C katyasyı olup,  $U_n$  faz-faz gerilimini ifade ederken  $Z_k$  kısa devre empedansını göstermektedir.  $I_k$  ile kısa devre akımı  $S_k$  ile kısa devre gücü ifade edilmektedir.

$$I_k = \frac{cU_n}{\sqrt{3}Z_k} \text{ [IEC 909]} \quad (9)$$

Kısa devre gücü ise (10) ile gösterilmektedir.

$$S_k = \sqrt{3}U_n I_k \text{ [IEC 909]} \quad (10)$$

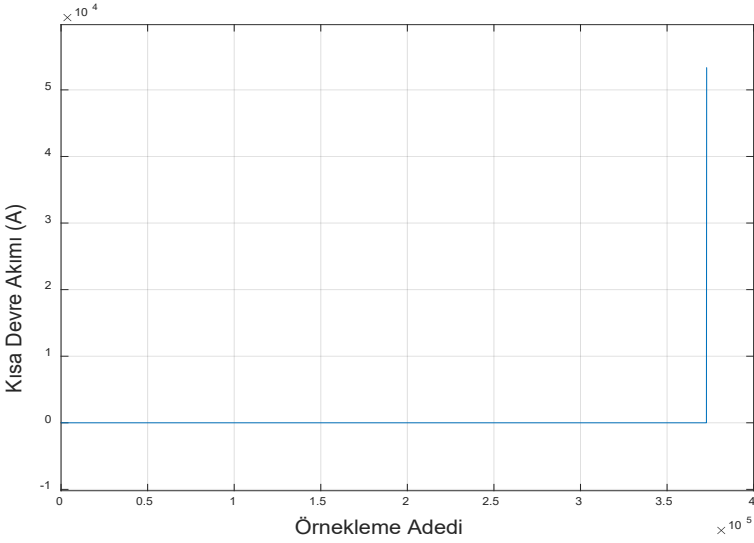
Bu çalışmada katener ray arasında oluşabilecek bir kısa devre durumu analiz edilmiştir. Kısa devre süresi 1 saniye olup benzetim bu süre sonunda durdurulmaktadır. Kısa devre olayı hattın 5. ve 6. km'leri arasında gerçekleşmektedir. Bu bölge 3. ve 4. trafo merkezlerinin besleme bölgesinde bulunmaktadır.

### 3. Bulgular

Katener kısa devre durumu için kısa devre akımı, hat gerilimi ve trafo merkezlerine ait benzetim sonuçları elde edilmiştir. Kısa devre durumunda meydana gelen değişimlere ait detaylı grafikler çıkarılmıştır.

### 3.1. Kısa devre akımına ait benzetim sonuçları

Şekil 5’de kısa devre bölgesinde kısa devre akımının değişimi zamana bağlı olarak verilmektedir. Görüldüğü üzere katenerden geçen akım kısa devre durumunun gerçekleştiği anda yükselmektedir.

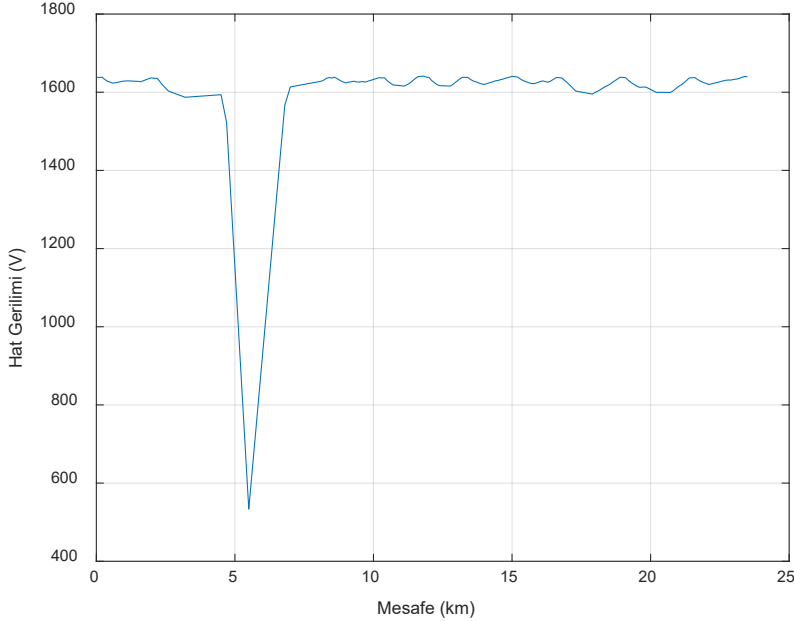


Şekil 5. Katener Kısa Devre Akımının Grafiği

Şekilde görüldüğü üzere kısa devre anında kısa devre akımı 50 kA seviyelerine kadar yükselmektedir. Normal işletme durumunda katener hattından geçen akım 2 kA ile 6 kA arasında değişirken kısa devre anında bu akım çok yüksek mertebelere çıkmaktadır.

### 3.2. Hat gerilimine ait benzetim sonuçları

Kısa devre durumunda hat geriliminde meydana gelen değişim ise şekil 6 ile gösterilmektedir.

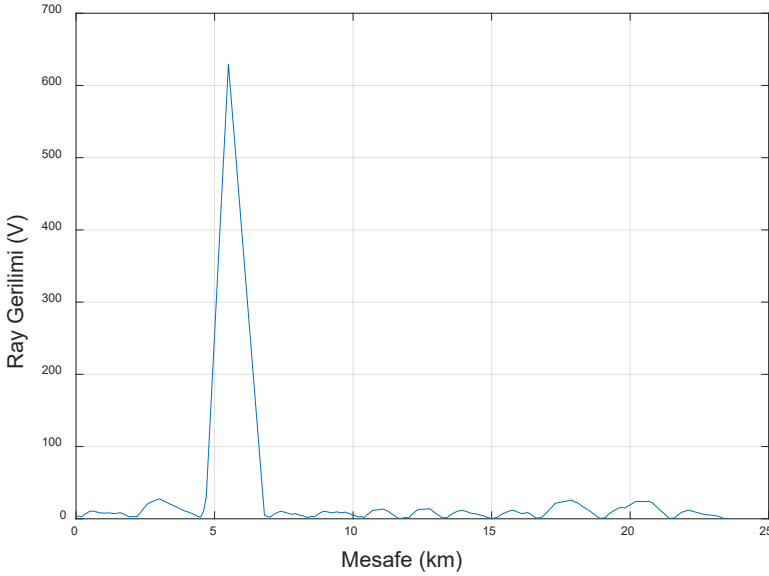


**Şekil 6.** Kısa Devre Durumunda Hat Geriliminin Değişimi

Nominal işletme durumunda 1600 V DC civarında olan işletme gerilimi kısa devre anında 500 V civarlarına kadar düşmektedir. Şekilde görüldüğü üzere gerilimin düşmesi kısa devrenin gerçekleştiği 5. ve 6. km'ler arasında gerçekleşmiştir.

### 3.3. Ray gerilimine ait benzetim sonuçları

Şekil 7 ile ray gerilimine ait değerlerin mesafeye bağlı değişimi verilmektedir. Kısa devre durumunda katener gerilimi düşerken ray gerilimi bunun tersi karakteristikte davranarak yükselmiştir.

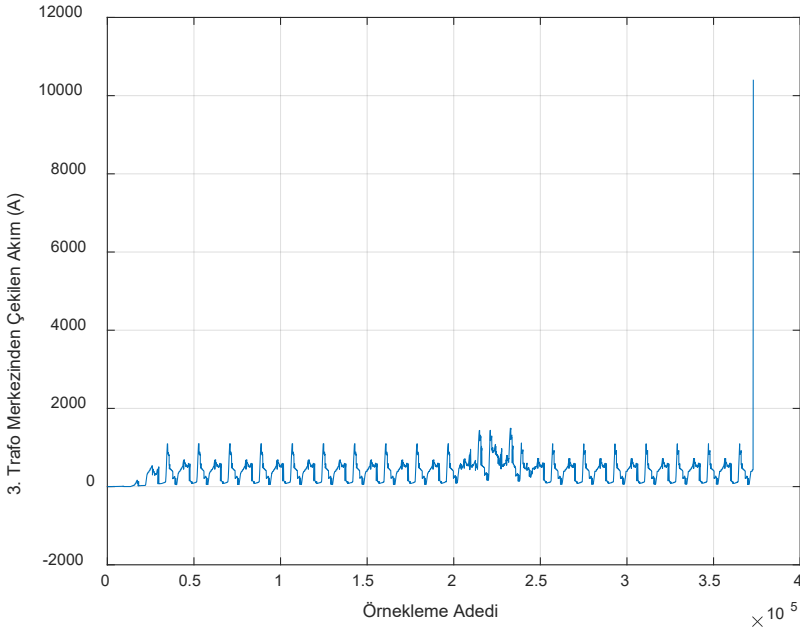


Şekil 7. Kısa Devre Durumunda Ray Geriliminin Değişimi

Görüldüğü üzere ray gerilimi 600 V DC seviyelerine ulaşarak şehirli raylı sistem hatlarında tehlikeli sayılacak bir değere ulaşmıştır.

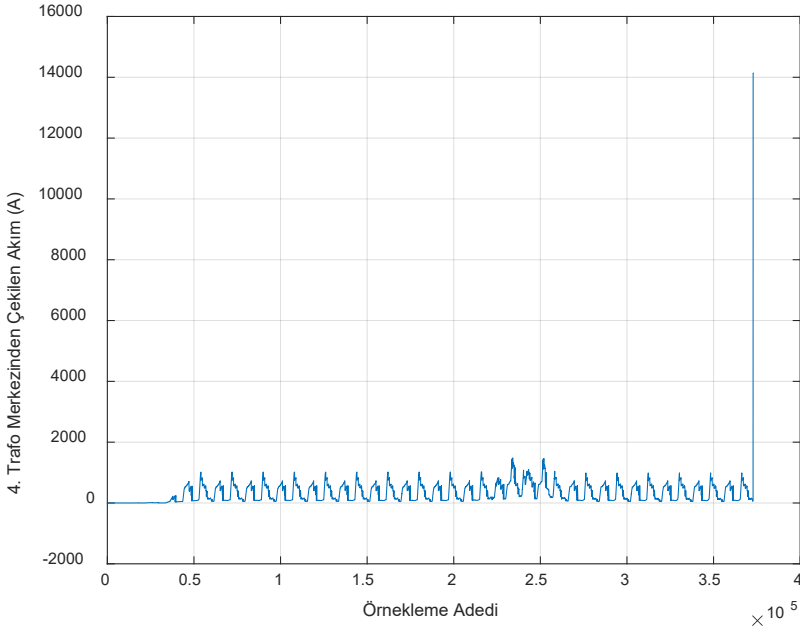
### 3.4. Trafo merkezlerine ait benzetim sonuçları

Kısa devre durumunda kısa devre bölgesini beslemekte olan 3. ve 4. trafo merkezleri bu durumdan etkilenmektedir. Şekil 8 ve şekil 9 ile 3. ve 4. trafo merkezlerinde çekilen akımda meydana gelen değişim gösterilmektedir.



Şekil 8. 3. Trafo Merkezinden Çekilen Akımın Grafiği

3. trafo merkezinden çekilen akım anlık olarak 10 kA seviyelerine kadar yükselmekte olup bu durum besleme trafosu için riskli bir durum oluşturmaktadır.



**Şekil 9. 4.** Trafo Merkezinden Çekilen Akımın Grafiği

4. trafo merkezinden çekilen akım ise kısa devre durumunda 14 kA seviyeleri kadar yükselmektedir. 3. ve 4. trafo merkezinden çekilen akımlar kısa devre durumunda yüksek mertebelere ulaşmaktadır.

### 3.5. Sonuçlarının karşılaştırılması

Benzetim sonuçları ile ilgili özet tablo ve öneriler tablo 1 ile verilmektedir. EN50122 ile EN50163 demiryollarında besleme gerilimleri ve ray dokunma gerilimleri ile ilgili standartlar olup ilgili voltaj limitlerini ifade etmektedir.



**Tablo 1.** Benzetim Sonuçlarıyla İlgili Özet ve Öneriler

Benzetim	Max ve Min Değerler	Risk	Öneri
Max Katener Kısa Devre Akımı (kA)	50 kA	Limit Üstü	İlgili Bölge Korumaya Alınmalıdır
Min Hat Gerilimi (V DC)	500 V DC	EN 50163 Limitlerinin Dışında	Araç trafiği durdurulmalıdır
Max Ray Gerilimi (V DC)	600 V DC	EN 50122 Limitlerinin Dışında	Ray Bölgesine Herhangi Bir Unsurun Girmesi Engellenmelidir
Max 3. Trafo Merkezi (kA)	10 kA	Nominal Durumun Çok üstünde	İlgili Trafo Merkezinin Devre Kesicisi Kontrol Edilmelidir
Max 4. Trafo Merkezi (kA)	14 kA	Nominal Durumun Çok Üzerinde	İlgili Trafo Merkezinin Devre Kesicisi Kontrol Edilmelidir

[1] ile verilen çalışmada AC beslemeli bir demiryolu hattına ait cer simülasyonu yapılarak farklı işletme senaryolarına ait elektriksel durum analiz edilmiştir. Cer merkezleri arası mesafenin yapay zeka teknikleri ile belirlenmesi [2] ile yapılmıştır. [3] ve [4] ile verilen çalışmalarda hattan elde edilen verilerle aracın oluşturduğu gerilim düşümü yapay zeka teknikleri kullanılarak hesaplanmıştır. [5] ile top-raklama sisteminin kaçak akımlara olan etkisi araştırılmıştır. Tüm bu çalışmaların ortak özelliği DC raylı sistem hattının simüle edilerek sonuçların elde edilmesidir. Bu çalışmada ise raylı sistem hattına ait kısa devre durumu ve olası etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapmasında kısa devre durumunun hem katener hattına hem de ray hattına olası etkileri analiz edilmiştir. Tüm bu özelliklerden dolayı bu çalışma önceki çalışmalardan ayrılmaktadır. [8]'de ise AC beslemeli bir raylı sistem hattına ait güç akış analizi yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada DC beslemeli bir demiryolu benzetimi için yeni bir algoritma yardımıyla dinamik bir model oluşturularak katener kısa devre durumu analiz edilmiştir. Çalışma için 1500 V DC beslemeli bir raylı sistem hattı tercih edilerek olası durum için bir takım tavsiyelerde bulunulmuştur. Katener hattında gerçekleşecek bir kısa devre durumunda kısa devre akımı 50 kA mertebelerinde olmaktadır. Hat gerilimi ise 500 V DC seviyelerine kadar düştüğü için EN 50163 limitlerinin dışında kaldığı için bu durum işletme trafığının aksamasına neden olmaktadır. Ray geriliminde ise gerilim yükselmesi gibi tersi bir durum oluşmasına rağmen dokunma gerilimi ile ilgili problem ortaya çıkmaktadır. Bu durumda EN 50122 standardının limitleri dışına çıkılmaktadır. Kısa devre mahalini besleyen iki trafo olan 3. ve 4. trafo merkezlerinde ise besleme akımı anlık olarak 10 kA ile 14 kA seviyelerine kadar yükselmektedir. Katener ray arası kısa devre durumu raylı sistem hattı için riskli bir durum ortaya çıkarmakta olup tablo 1’de tavsiye edilen öneriler ışığında bu durum kontrol altına alınmalıdır. Çalışmada kullanılan algoritma ile olası kısa devre durumlarına karşı oluşacak durumlar analiz edilmiştir. Geliştirilen bu yeni algoritma ile sistem bölgelere ayrılarak elektriksel kayıtlar tutulmaktadır. Bu sayede sistem bölgesel ve bütüncül olarak analiz edilerek olası durumların tespiti daha sağlıklı bir şekilde yapılmaktadır. Bu yeni algoritma ile sistemin analizi daha hızlı ve verimli bir şekilde yapılmaktadır. Yeni yapılan hatların sayısı arttıkça ve mevcut hatların uzunluğu arttıkça bu hatların güvenli olarak işletilebilmesi olası durumlarda bir takım önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bunlar selektiviteli akıllı röle koruma sistemlerinin güç sistemine kurulması, parafudr kullanımı, araç işletmesinin sınırlandırılması gibi işletmesel önlemlerdir.

## Kaynaklar

- [1] Kocaarslan, İ., Akçay, M., T., Ulusoy, S., E., Bal, E., Tiryaki, H. Creation of a dynamic model of the electrification and traction power system of a 25 kV AC feed railway line together with the analysis of different operation scenarios using Matlab/Simulink, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 25, (2017), 4254-4267.
- [2] Akçay, M., T., Kocaarslan, İ. Determination Of Distance Between DC Traction Power Centers İn A 1500 V DC Subway Line With Artificial İntelligence Methods, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 27, (2019), 289-303.
- [3] Kocaarslan, İ., Akçay, M., T., Akgündoğdu, A., Tiryaki, H. The comparison of the ANN and SVM Methods for the Prediction of Voltage Drop on a Subway Line, International Journal of Engineering Research and Advanced Development (IJERAD) , 10, (2017), 57-65 .
- [4] Kocaarslan, İ., Akçay, M., T., Akgündoğdu, A., Tiryaki, H. The comparison of the ANN and ANFIS methods for the prediction of voltage drop on an electric railway line, Journal of Electrical & Electronics Engineering (IUJEEE), 18, (2017), 26-35.
- [5] Alamuti, M., M., Nouri, H., Jamali, S., Effects of earthing systems on stray current for corrosion and safety behaviour in practical metro systems, IET Electr. Syst. Transp., 1, (2011), 69–79.
- [6] Brenna M, Foiadelli F., The compatibility between DC and AC supply of the Italian railway system, Power and Energy Society General Meeting, (s. 1-7), (2011, July) San Diego, USA.
- [7] Abrahamsson L, Kjellqvist T, Ostlund S. High-voltage DC-feeder solution for electric railways. IET Power Electronics, 5, (2012), 1776 - 1784.
- [8] Raygani SV, Tahavorgar A, Fazel SS, Moaveni B. Load flow analysis and future development study for an AC electric railway, IET Electrical Systems in Transportation 2, (2012), 139-147.
- [9] Goodman C.,J., Chymera, M., Modelling and simulation, REIS 2013 Railway Electrification Infrastructure and Systems Conference, (s. 16-25), (2013, June), London, England.
- [10] Calderaro, V., Galdi, V., Graber, G., Piccolo, A. Energy Management of Auxiliary Battery Substation Supporting High-Speed Train on 3 kV DC Systems, 4th International Conference on Renewable Energy Research and Applications, (2015, Nov), 1224-1229, Palermo, Italy.

- [11] Shin HS, Cho SM, Kim JC. Protection scheme using SFCL for electric railways with automatic power changeover switch system, *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 20, (2012), 5600604.
- [12] Shin HS, Cho SM, Huh JS, Kim JC, Kweon DJ. Application on of SFCL in automatic power changeover switch system of electric railways, *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 22, (2012), 5600704.
- [13] Kolar, V., Hrbac, R., Mlcak, T., Measurement and simulation of stray currents caused by AC railway traction, *EPE 2015 Electric Power Engineering Conference*, (s. 764-768), (2015, May), Prag, Czech Republic.
- [14] Chen, M., Jiang, W., Luo, J., Wen, T, Modelling and simulation of new traction power supply system in electrified railway, *ITSC 2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*, (s. 1345-1350), (2015, September) Las Palmas, Canada.
- [15] Soler M, Lopez J, Manuel J, Pedro MS, Maroto J. Methodology for multiobjective optimization of the AC railway power supply system, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16, (2015), 2531-2542.
- [16] He Z, Zhang Y, Gao S. Harmonic resonance assessment to traction power supply system considering train model in China high-speed railway, *IEEE Transactions On Power Delivery*, 29, (2014), 1735-1743.
- [17] Tian, Z., Hillmansen, S., Roberts, C., Weston, P., Chen, L., Zhao, N., Su, S., Xin, T., Modeling and Simulation of DC Rail Traction Systems for Energy Saving, (s. 2354-2359), (2014, October), Qingdao, China.

## Dolgu Duvarlı Betonarme Binaların Hakim Periyodunun Doğrudan Formüller ile Elde Edilmesi

Muzaffer BÖREKÇİ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye  
ORCID ID: orcid.org/0000-0002-8684-6159

**Geliş Tarihi:** 20.08.2019

**\*Sorumlu Yazar e mail:** mborekci@inm.yildiz.edu.tr **Kabul Tarihi:** 24.09.2019

**Atf/Citation:** Börekçi, M. “Dolgu Duvarlı Betonarme Binaların Hakim Periyodunun Doğrudan Formüller ile Elde Edilmesi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/2: 161-178.

**Araştırma Makalesi/ Research Article**

---

### Özet

Bina tasarımında doğal periyotların elde edilmesi önemli bir husustur. Kat adedi az, düzensizliklerin olmadığı binalarda hakim mod öteleme modudur ve bu tip binaların tek serbestlik dereceli gibi düşünülmesi mümkündür. Öteleme modu hakim ve eşdeğer tek serbestlik dereceli olarak kabul edilebilecek binaların deprem yükleri altındaki tasarımında tek mod kullanılabileceğinden, yalnızca bu modun periyodunu elde etmek yeterli olacaktır. Uzun hesaplara gerek olmadan hızlı bir şekilde bu periyodu elde etmeye yarayacak doğrudan formüller literatürde çeşitli çalışmalarda önerilmiştir. Binalarda odalar oluşturabilmek amacıyla duvarlar örülmektedir ve bu duvarların rijitliğe olan katkısı ile periyodu değiştireceği açıktır. Fakat tasarım sırasında duvarların rijitliğe katkısı ihmal edilmekte yalnızca ağırlığı dikkate alınmaktadır. Literatürde periyot elde edebilmek için önerilen doğrudan formüllerin bazıları duvarın etkisini dikkate almazken bazıları duvar rijitliğinin katkısını hesaba katmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’deki bina stoğunu temsil edebileceği düşünülen 6 katlı betonarme çerçevelerden oluşan bir binanın hakim periyodu hem SAP2000 programında modellenerek analitik olarak hem de doğrudan formüller ile elde edilmiştir. Duvarlı ve duvarsız olmak üzere iki ayrı model ile bina periyotlarının elde edildiği bu çalışmada, önerilen formüllerin periyodu elde etmedeki yaklaşıklıkları ve duvar etkisini ne kadar dikkate aldıkları araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Betonarme, Dolgu duvar, Periyot, Modal analiz, Rijitlik.

# Estimation of the Fundamental Period of Reinforced Concrete Buildings with Infill Wall using Direct Formulas

## Abstract

Estimation of natural periods is of great importance in building design. Translational mode is the dominant mode in case of buildings with few storeys and no irregularities, and such buildings can be considered as single degree of freedom systems. Since only one mode can be used in the design of buildings, which have the dominant mode as translation mode and can be considered as an equivalent single degree of freedom system, under earthquake loads, it is sufficient to determine only the period of this mode. There exist equations for estimating this period directly without the need for long calculations in the literature. It is obvious that infill walls used for forming rooms in a structure will change the period of the structure since they contribute to the stiffness of the structure. However, in the design procedure, the contribution of the walls to the stiffness is neglected and only the weight is taken into consideration. In the literature, some of the equations proposed for estimating the period do not take into account the effect of infill walls, while others do. In this study, the fundamental period of a 6-storey reinforced concrete frame building, which can be assumed to represent the building stock in Turkey, has been estimated both with analytical methods using SAP2000 and equations available in the literature. The accuracy of the proposed equations for estimating the period of the hypothetical building with and without infill walls and considering the effect of infill walls on the period have been investigated.

**Keywords:** Reinforced concrete, Infill Wall, Period, Model analysis, Rigidity

## 1. Giriş

Depremselliği yoğun bir bölgede bulunan ülkemizdeki mevcut yapıların deprem riskinin belirlenmesi ve yeni yapılacak yapıların depreme dayanıklı olarak tasarlanması çok önemli bir husustur. Depreme dayanıklı yapı tasarımında veya mevcut yapıların deprem güvenilirliğinin belirlenmesinde, “kuvvet esaslı” ve “yerdeğiştirme esaslı” olmak üzere iki temel yöntem kullanılmaktadır. Yerdeğiştirme esaslı yöntem, görelilik olarak yeni ve daha karmaşık bir yöntem olmasına rağmen daha

gerçekçi bir yaklaşımdır. Büyük depremlerde oluşan hasarların, yapılarda meydana gelen büyük yerdeğiştirmelerden kaynaklandığı bilinmektedir. Mühendisler tarafından çok daha fazla tercih edilen ve tasarımda kullanılan diğer yöntem olan kuvvet esaslı yöntem, yapıdaki sabit ve hareketli yükler ile birlikte depremden dolayı oluşacak kuvvetlere göre taşıyıcı sistemin tasarlanması esasına dayanmaktadır. Tasarımda her iki yöntemden herhangi biri kullanılsa da tasarımı yapılacak yapının doğal periyodunun çok doğru bir şekilde tahmin edilmesi en önemli hususlardan biridir. Yüksekliği fazla olmayan ve düzensizlikleri az olan binalarda hakim mod öteleme modudur ve bu tip binalar tek serbestlik dereceli gibi kabul edilebilirler. Böylelikle, yalnızca öteleme moduna ait periyodun elde edilmesi, tasarımda yeterli bir parametre olacaktır. Bilindiği üzere binalarda kullanım alanlarını ayırmak için duvarlar örülmekte ve tasarımda duvarların yapısal olmayan eleman olarak kabul edilmesinden dolayı binanın davranışına etkisi ihmal edilmektedir [1], [2]. Duvarların tasarımdaki tek rolü bina ağırlığında dikkate alınmasıdır. Fakat duvarların betonarme binaların davranışını önemli ölçüde etkilediği yapılan bazı çalışmalarda gösterilmiştir [3], [4], [5], [6]. Duvarları yapısal olmayan eleman olarak kabul ederek tasarımda dikkate almamak, bina periyodunun hesabında güvenilir olmayan sonuçlar elde etmemize sebep olmaktadır [7]. Duvarlar taşıyıcı eleman olarak kabul edildiğinde binanın rijitliğini artırarak periyodu kısaltacağı açıktır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018'de [8] verilen tasarım spektrumunun şekli düşünüldüğünde, standart binalarda periyot kısaltıldıkça binaya gelecek deprem kuvveti artacaktır. Dolayısıyla, bina periyodunun en doğru şekilde elde edilmesi daha doğru tasarımlar yapmamızı sağlayacaktır. Öteleme modu hakim olan binaların periyodunun elde edilmesinde doğrudan analitik çözüm programlarından yararlanılabileceği gibi, basitleştirilmiş formlerle de elde etmemizi sağlayan çalışmalar mevcuttur. Hakim periyodu doğrudan elde etmekte kullanılan bu bağıntılar genellikle bina yüksekliği, kat adedi, bina oturumunun uzunluğunu dikkate alırken, çok azı dolgu duvarları dikkate almaktadır. Bu çalışmada, 6 katlı ve

Türkiye’deki genel bina stoğunu temsil ettiği düşünülen betonarme bir binanın hakim periyodu analitik model ve literatürde önerilen doğrudan formüllerle elde edilerek bu formüllerin güvenilirlikleri araştırılmıştır. Analitik model SAP2000 [9] programında duvarlı ve duvarsız olarak hazırlanmış ve özdeğer analizi ile periyot elde edilmiştir. Literatürde önerilen formüllerle elde edilen periyotların SAP2000 [9] modelleri ile uygunluğu araştırılmıştır. Aynı zamanda duvarların davranışa etkisi araştırılmış ve önerilen bağıntıların duvarlı ve duvarsız durumdaki periyotlara yakınlığı incelenmiştir. Bu sayede hangi bağıntının duvarın rijitliğe katkısını dikkate aldığı da belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Türkiye’de bulunan ev tipi bina stoğunu temsil ettiği düşünülen 6 katlı betonarme bir bina SAP2000 [9] programında duvarlı ve duvarsız olarak modellenerek bina periyodu elde edilmiştir. Aynı zamanda literatürde önerilen formüller ile bina periyodu doğrudan elde edilerek, analitik sonuçlar karşılaştırılmıştır. Böylece, hem duvarların periyoda etkisi hem de mevcut formüller ile elde edilen sonuçların güvenilirliği araştırılmıştır.

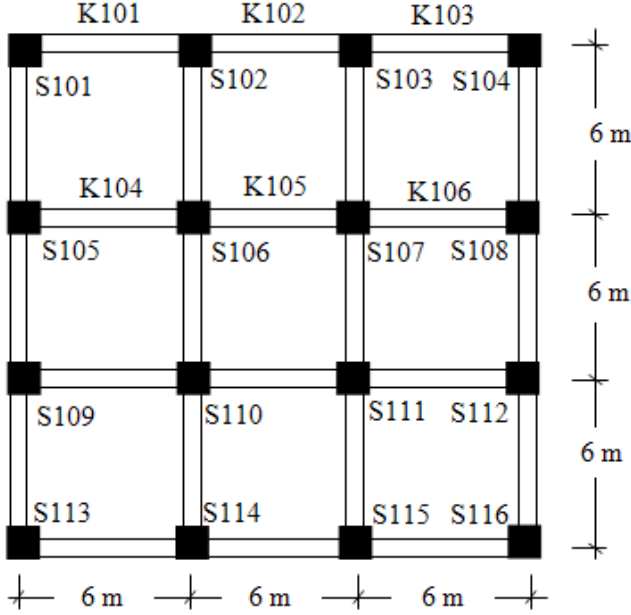
### 2.1. İncelenen bina ve özellikleri

İncelenen bina hipotetik bir bina olup her iki yönde 3 açıklığa sahiptir ve açıklıkları 6 m’dir. 6 katlı binanın kat yükseklikleri sabit 3 m’dir ve toplam kat yüksekliği 18 m’dir. Binada kullanılan beton C30 ‘dur. Bina rijitliğini, dolayısıyla periyodu etkileyen beton elastisite modülü ( $E_c$ ) TS500-2000’de [10] verilen denklem ile belirlenmiştir. Beton elastisite modülü aşağıda verilen Denklem (1) ile elde edilmiştir. C30 betonu için beton elastisite modülü 31800 MPa’dır.

$$E_c = 14000 + 3250\sqrt{f_{ck}} \quad (1)$$



Şekil 1’de kalıp planı görülen binanın Kiriş boyutları 25/50 (cm/cm)’dir ve kolon boyutları Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Bina kalıp planı

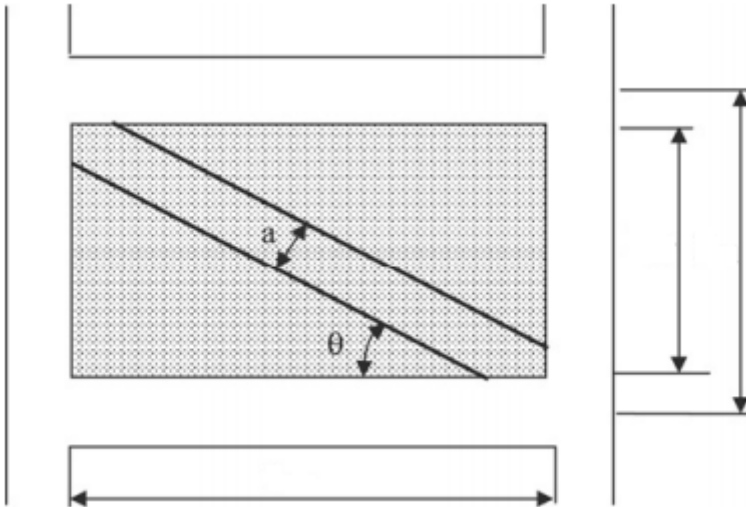
Tablo 1. Kolon boyutları

Kolon No	Kesit Boyutları (cm/cm)
S101	35/35
S102	40/40
S105	40/40
S106	50/50

## 2.2. Dolgu duvarların analitik modelleri

Dolgu duvarların binanın davranışına etkisinin olduğu iyi bilinmektedir. Bu sebeple, literatürde önerilen periyot formüllerinin

güvenilirliğinin araştırılmasında dolgu duvarın etkisi de incelenmiştir. Taşıyıcı sistem elemanı olarak dolgu duvarları dikkate alan birçok çalışma yapılmıştır. Bu konudaki ilk çalışma Polyakov [11] tarafından 1956 yılında yapılmıştır. Ardından Holmes [12], dolgu duvarın yerine duvarla aynı kalınlıkta ve malzemede iki ucu mafsallı eşdeğer diyagonal çubuk kullanmıştır ve bu eşdeğer çubuğun genişliği, diyagonal çubuğun uzunluğunun 1/3 katıdır. Smith [13], Smith ve Carter [14], Holmes'un [12] önerisine benzer bir modelleme tekniği ile iki ucu mafsallı olan iki adet eşdeğer diyagonal çubuk kullanmayı önermişleridir. Bu çubukların kesit genişlikleri çubuk/çerçeve etkileşim yüzeylerinin genişlikleri olarak kabul edilmiştir. Mainstone [15] dolgu çerçevenin rijitlik ve dayanımını kullanarak eşdeğer çubuk genişliği hesaplamıştır. Bu yaklaşım FEMA 306 [16] ve TBDY 2018 [8] tarafından da benimsenmiştir. Bu çalışmada duvar modellemesinde Mainstone [15], FEMA306 [16] ve TBDY 2018'de [8] önerilen eşdeğer çubuk yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2'de, eşdeğer basınç çubuğu ve genişliği gösterilmiştir.



Şekil 2. Eşdeğer basınç çubuğu

Denklem (2) – (4) arasında eşdeğer basınç çubuğunun modellenmesi için gerekli parametrelerin elde edilmesi verilmiştir.

$$a = 0.175(\lambda_d h_k)^{-0.4} r_d \quad (2)$$

Denklem (2)'de a basınç çubuğunun genişliği,  $h_k$  kolon boyu,  $r_d$  dolgu duvarı köşegen uzunluğudur.  $\lambda_d$  Denklem (3) ile elde edilmektedir.

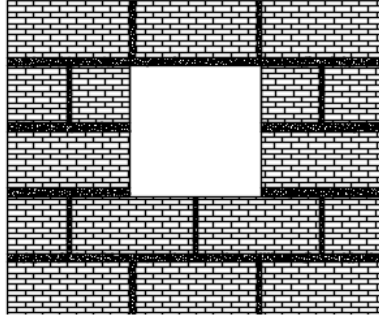
$$\lambda_d = \left[ \frac{E_d t_d \sin 2\theta}{4E_c I_k h_d} \right]^{1/4} \quad (3)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{h_d}{L_d} \right) \quad (4)$$

$E_d$  ve  $E_c$  dolgu duvarı ve çerçeve betonun elastisite modülü,  $t_d$  duvar kalınlığı,  $h_d$  duvar yüksekliği,  $I_k$  kolonun atalet momenti ve  $\theta$  köşegenin yatay ile olan açısıdır.

Bu çalışmada C30 betonu için  $E_c = 31800$  MPa, sıvalı tuğla duvar için ise  $E_d = 4200$  MPa elastisite modülleri kullanılmıştır. Duvar kalınlığı  $t_d = 13.5$  cm'dir.

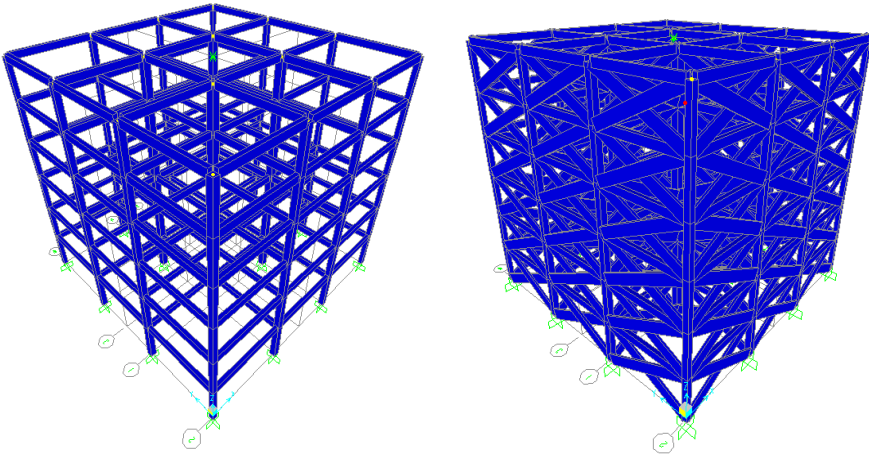
Bilindiği gibi dolgu duvarlar bazı alanlarda tamamen dolu iken bazı alanlarda kapı ve pencere boşlukları bulunmaktadır. Ersin vd. [17] boşluk etkisini dikkate almak üzere eşdeğer basınç çubuğunun uzama rijitliği EA'yı bir  $\beta$  katsayısı ile çarpmışlardır. Şekil 3'te bir örneği gösterilen kapı, pencere gibi farklı boşluk tipleri ve boyutları için  $\beta$  katsayısı önermişlerdir. Bu çalışmada, kapı boşlukları ihmal edilerek iç duvarlar tam dolu kabul edilmiş, dış çerçevede bulunan duvarlarda ise pencere boşlukları olduğu varsayılmıştır. Ersin vd. [17], 140/120 cm/cm pencere boşluğu için  $\beta=0.2$  katsayısının kullanılmasının yeterli olacağını belirtmişlerdir. Böylece, dış duvarlarda bulunan pencere boşluklarının rijitliğe olan etkisi dikkate alınmıştır.



Şekil 3. Dolgu duvarda bulunan bir pencere boşluğu

### 2.3. Bina analitik modeli

Bina analitik modeli SAP2000 [9] bilgisayar programında hazırlanmıştır. Sıva ve kaplama yükü  $1.2 \text{ kN/m}^2$ , hareketli yük ise  $2 \text{ kN/m}^2$ 'dir. Duvarlar iki ucu mafsallı eşdeğer diyagonal çubuklarla modellenmiştir. Şekil 4'te duvarsız ve duvarlı olarak modellenen binanın SAP2000 [9] görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4. Binanın SAP2000 [9] modeli

## 2.4. Literatürde önerilen periyot formülleri

Literatürde ve yönetmeliklerde, hakim mod periyodunun doğrudan elde edilmesini sağlayan formüller önerilmiştir. Bu formüller sayesinde tasarımda ihtiyaç duyulan hakim mod periyodu hızlıca elde edilerek tasarıma başlanabilmekte veya ön tasarım için gerekli yaklaşık tesirler veya boyutlar belirlenebilmektedir. Türk Deprem Yönetmeliği (TDY) 1998 [18], TBDY 2018 [8] ve UBC 1997 [19] aşağıda verilen Denklem (5)'i önermiştir. Denklem (5)'te önerilen formülde duvarların rijitliğe katkısı dikkate alınmamıştır.

$$T_d = C_t \cdot H^{3/4} \quad (5)$$

Denklem (5)'te H toplam bina yüksekliği,  $C_t$  ise bina tipi ve malzemesine göre değişen bir katsayıdır. Taşıyıcı sistemi yalnızca betonarme çerçevelerden oluşan binalar için TDY 1998 [18]  $C_t=0.07$ , TBDY 2018 [8]  $C_t=0.1$  ve UBC ise  $C_t=0.0731$  değerlerini önermişlerdir.

Goel ve Chopra [20] hakim mod periyodu için Denklem (6) ve Denklem (7)'de alt ve üst limitleri içeren bir formül önermişlerdir. Alt limit olan  $T_{Ld}$  yerdeğiştirme esaslı tasarımda kullanmak için, üst limit olan  $T_{Ud}$  kuvvet esaslı tasarımda kullanmak için daha uygundur. Önerilen bu bağıntılarda duvar etkisi doğrudan dikkate alınmamıştır.

$$T_{Ld} = 0.047H^{0.9} \quad (6)$$

$$T_{Ud} = 0.067H^{0.9} \quad (7)$$

Güler vd. [21] Denklem (8)'de verilen formülü önermişlerdir. Denklem (8)'de önerilen formülde dolgu duvarın rijitliğe katkısı dolyı olarak dikkate alınmıştır. Yaptıkları çalışmada tuğla malzemenin elastisite modülü  $E_d = 6000$  MPa ve tuğla kalınlığı ise  $t = 150$  mm olarak kabul edilmiştir.

$$T_d = 0.026H^{0.9} \quad (8)$$

Koçak ve Yıldırım [22] ise dolgu duvarın rijitliğe etkisini dikkate alan Denklem (9)'daki formülü önermişlerdir.

$$T_d = T_c(1-\Delta T/100) \quad (9)$$

$$\Delta T(\%) = 69.1A_k^{1.08} \quad (10)$$

Denklem (10)'da  $A_k$  dolgu duvar alanının kolon alanı ve duvar alanlarının toplamına oranıdır.  $T_c$  duvarsız çıplak çerçevesiz binanın periyodudur. Denklem (9)'da önerilen formül elastisite modülü  $E_d=6000$  MPa ve kalınlığı ise  $t = 150$  mm olan tuğlalı duvarlar için önerilmiştir. Bu formül ile hakim periyotta duvarın katkısını dikkate almak amaçlanmıştır.

Koçak vd. [23] dolgu duvarın rijitliğe katkısını da dikkate alan bir formül önermişlerdir. Denklem (11)'de verilen eşitlikte daha önce açıklanan eşitliklerden farklı olarak tuğlanın elastisite modülü ve kalınlığı da parametre olarak yer almaktadır. Pratikte görülebilecek farklı elastisite modülleri ve tuğla kalınlıklarının kombinasyonları için çözümler yapılarak önerilen formül, olası elastisite modülü ve kalınlık çiftleri için sonuçlar vermektedir.

$$T_d = \frac{x_1 H^{x_2}}{E^{x_3} t^{x_4}} \quad (11)$$

Denklem (11)'de H toplam bina yüksekliğini, E tuğlanın elastisite modülünü (MPa), t duvar kalınlığını (mm) ifade etmektedir.  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  ve  $x_4$  ise katsayılarıdır. Bu katsayılar Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Denklem (11)'de verilen katsayılar

Katsayılar	Değerleri
$x_1$	2.005195
$x_2$	0.858439
$x_3$	0.301073
$x_4$	0.297021

### 3. Bulgular

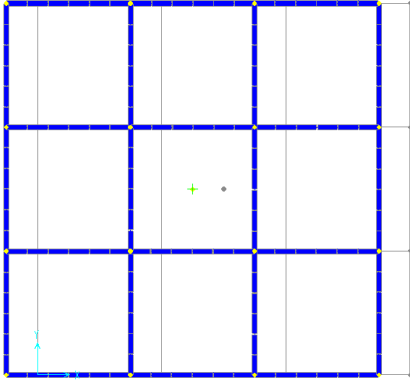
Yüksekliği az, düzensizliği bulunmayan binalarda bir doğrultudaki öteleme modu hakim olduğunda, bu bina eşdeğer tek serbestlik dereceli gibi düşünülebilmektedir. TBDY 2018'de [8], bir doğrultudaki öteleme modunun katılımı %70 ise bu binanın eşdeğer tek serbestlik dereceli olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir.

#### 3.1. Modal analiz sonuçları

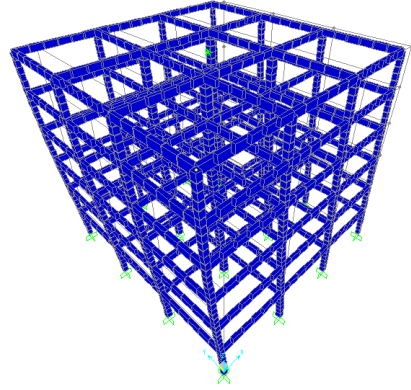
SAP2000 [9] programında modellenen bina her iki yönde de simetrik olduğundan, X ve Y doğrultularındaki mod katılımları ve periyotları aynıdır. Dolayısıyla verilen değerler her iki doğrultu için de geçerlidir. Tablo 3'te periyot ve mod katılımı verilmiştir. Şekil 5'te duvarsız modelin öteleme modunun şekli hem plan olarak hem de 3 boyutlu olarak verilmiştir. Şekil 6'da ise duvarlı modelin öteleme modunun şekli hem plan olarak hem de 3 boyutlu olarak verilmiştir. Tablo 3'te periyot ve mod katılımı verilmiştir.

**Tablo 3.** Binanın hakim mod periyotları ve katılım oranları

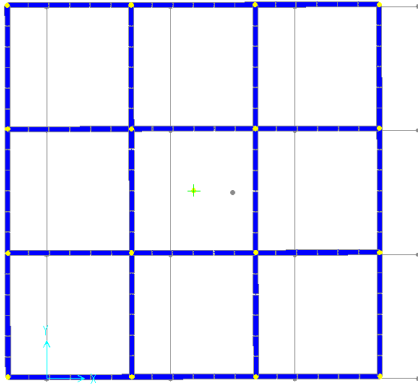
Bina	Periyot (sn)	X doğrultusu katılımı (%)
Duvarsız Model	0.684	84.2
Duvarlı Model	0.396	84.4



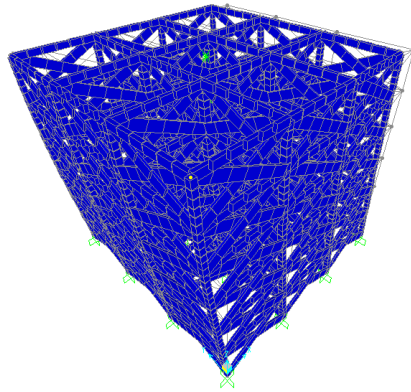
a) Planda öteleme modu



b) 3D öteleme modu

**Şekil 5.** Bina duvarsız modelinin X doğrultusu öteleme modu

a) Planda öteleme modu



b) 3D öteleme modu

**Şekil 6.** Bina duvarlı modelinin X doğrultusu öteleme modu

### 3.2. Doğrudan bağlantılar ile elde edilen periyotlar

Bu çalışmada dikkate alınan binanın toplam yüksekliği  $H = 18$  m'dir. Dolgu duvar için kullanılan tuğlanın kalınlığı  $t = 135$  mm ve elastisite modülü ise  $E_d = 4200$  MPa'dır. Koçak ve Yıldırım'ın [22] önerdiği bağıntıda kullanılmak üzere;



Bir kattaki kolon alanı = 2.77 m<sup>2</sup>

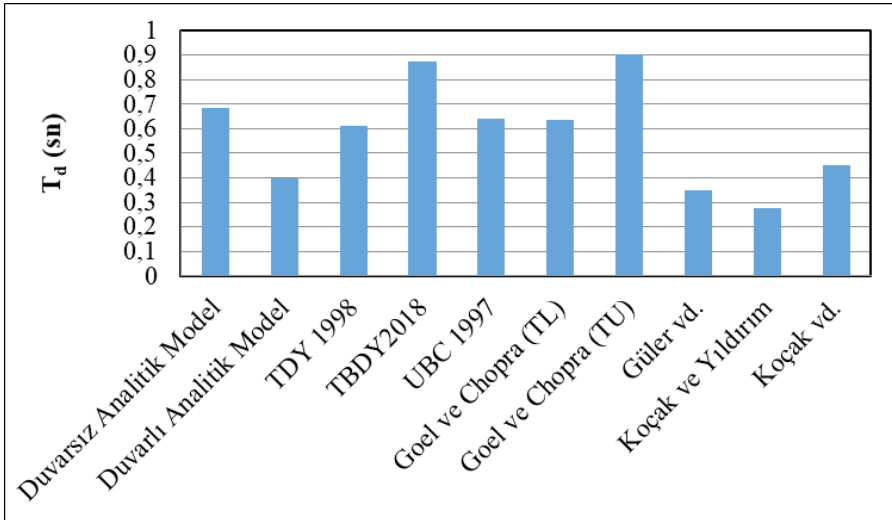
Bir kattaki duvar alanı = 18.063 m<sup>2</sup>

$$A_k = 18.063 / (18.063 + 2.77) = 0.867$$

Tablo 4'te bina analitik modelinden ve doğrudan formüller ile elde edilen periyotlar, Şekil 7'de ise bu periyotların grafik olarak gösterimi verilmiştir.

**Tablo 4.** Binanın hakim mod periyodunun farklı bağıntılar ile elde edilen değerleri

Yöntem	Periyot (sn)
Duvarsız Analitik Model	0.684
Duvarlı Analitik Model	0.396
TDY 1998	0.612
TBDY2018	0.873
UBC 1997	0.639
Goel ve Chopra (T <sub>I</sub> )	0.634
Goel ve Chopra (T <sub>U</sub> )	0.903
Güler vd.	0.350
Koçak ve Yıldırım	0.278
Koçak vd.	0.453



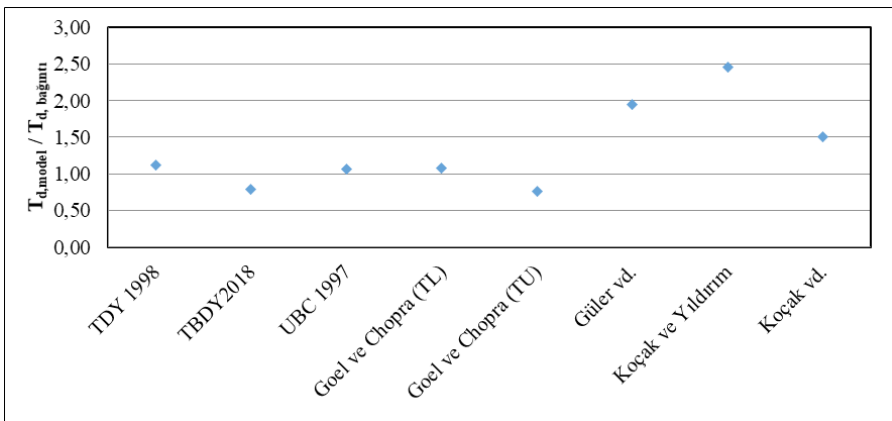
**Şekil 7.** Binanın farklı bağıntılar ile elde edilen periyotları

#### 4. Tartışma

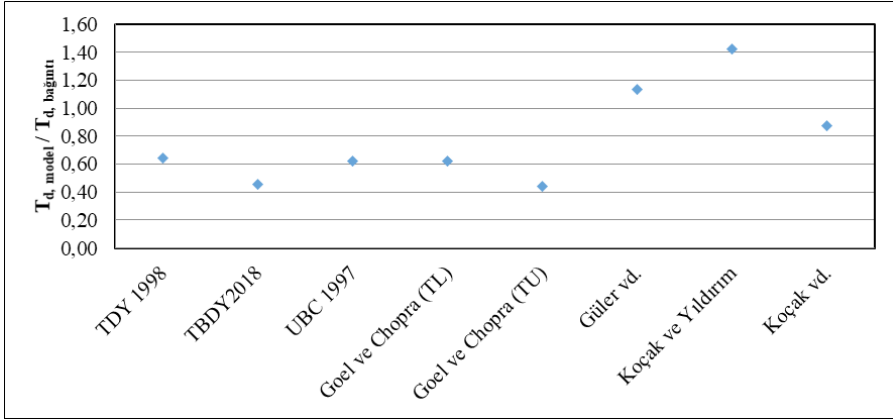
Binanın SAP2000 [9] modeli ve literatürde önerilen bağıntılar ile elde edilen bağıntılar karşılaştırılmış ve hangi bağıntının analitik sonuçlara daha yakın sonuçlar verdiği araştırılmıştır. Tablo 5’te duvarlı ve duvarsız bina modelinin periyodunun önerilen bağıntılarla elde edilen periyotlara oranı verilmiştir. Şekil 8’de duvarsız bina modelinin periyodunun, Şekil 9’da ise duvarlı bina modelinin periyodunun önerilen bağıntılarla elde edilen periyotlara oranı grafik olarak verilmiştir.

**Tablo 5.** Duvarlı ve duvarsız model ile elde edilen periyodun önerilen bağıntılarla elde edilen periyotlara oranı

Yöntem	Duvarsız Model / Bağıntı	Duvarlı Model / Bağıntı
TDY 1998	1.12	0.65
TBDY2018	0.78	0.45
UBC 1997	1.07	0.62
Goel ve Chopra ( $T_L$ )	1.08	0.62
Goel ve Chopra ( $T_U$ )	0.76	0.44
Güler vd.	1.95	1.13
Koçak ve Yıldırım	2.46	1.42
Koçak vd.	1.51	0.87



**Şekil 8.** Duvarsız model periyodunun bağıntılarla elde edilen periyoda oranı



Şekil 9. Duvarlı model periyodunun bağıntılarla elde edilen periyoda oranı

Tablo 5'ten ve Şekil 8'den görüldüğü üzere duvarsız modele en yakın sonuçları TDY 1998 [18], TBDY 2018 [8], UBC 1997 [19], Goel ve Chopra'nın [20] alt limit bağıntı önerileri vermiştir. Goel ve Chopra'nın [20] önerdiği üst limit değer bağıntısı daha uzak sonuçlar vermiştir. Oranlara bakıldığından UBC 1997 [19] ve Goel – Chopra [20] alt limit bağıntıları neredeyse analitik modelle aynı sonuçları vermektedir. Güler vd. [21], Koçak ve Yıldırım [22], Koçak vd. [23] tarafından önerilen bağıntılar ise duvarın rijitliğe katkısını dikkate aldığından duvarsız modelin analitik olarak elde edilen periyodundan daha kısa periyotlar vermektedirler.

Tablo 5'ten ve Şekil 9'dan duvarlı model periyodu ile bağıntılarla elde edilen periyotların oranları verilmiştir. Sonuçlara göre duvarlı modelin periyoduna en yakın sonuçları yalnızca Güler vd. [21] ve Koçak vd. [23] tarafından önerilen bağıntılar vermişlerdir. Güler vd. [21] bağıntısı daha kısa periyot elde ederken Koçak vd. [23] bağıntısı daha uzun periyot elde etmiştir fakat iki bağıntının da analitik periyoda farkları neredeyse eşittir. Duvar etkisini dikkate almayan diğer bağıntılar oldukça uzak sonuçlar vermişlerdir. Duvarları dikkate alarak önerilen bağıntılar sabit bir tuğla kalınlığı ve elastisite modülü dikkate alınmıştır. Halbuki Koçak vd. [23] tarafından önerilen bağıntı

olası tuğla kalınlıkları ve elastisite modüllerinin kombinasyonları ile elde edilmiştir. Bu açıdan birçok dolgu duvar rijitliğini temsil edebilmektedir.

## 5. Sonuçlar

Bu çalışmada betonarme çerçevelerden oluşan bir binanın hakim öteleme modu periyoduna duvarların taşıyıcı sistem elemanı olarak kabul edilmesinin etkisi ve bu periyodun elde edilebilmesi amacıyla literatürde önerilen bazı bağıntıların etkinlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla, Türkiye'deki yapı stoğunu temsil edebileceği düşünülen 6 katlı betonarme çerçeveli bir bina modeli hem duvarsız hem de duvarlı olarak SAP2000 [9] programı ile modellenmiş ve analitik olarak periyotlar elde edilmiştir. Yapılan analizler ve hesaplar sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Duvarsız modelin periyodu  $T_d = 0.684$  sn iken duvarlı modelin periyodu  $T_d = 0.396$  sn'dir. Duvarlar taşıyıcı sistem elemanı olarak dikkate alındığında periyot neredeyse yarı yarıya kısalmaktadır. TBDY 2018'de [8] verilen tasarım spektrumu düşünüldüğünde, kısalan bu periyot ile elde edilecek deprem kuvveti daha fazla olacaktır. Bu nedenle duvarı taşıyıcı sistem elemanı olarak dikkate almamak deprem açısından güvensiz sonuçlar verecektir.
- Duvarsız model periyodunun önerilen bağıntılarla elde edilen periyotlara oranı incelendiğinde TDY 1998 [18], TBDY 2018 [8], UBC 1997 [19], Goel ve Chopra [20] alt limit bağıntıları en yakın sonuçları vermektedir. TDY 1998 [18] bağıntısı ile %12 oranda daha kısa periyot elde edilirken TBDY 2018 bağıntısı ile %22 oranda daha uzun periyot elde edilmektedir. Uzun periyot elde etmek deprem hesabı sırasında güvensiz sonuçlar elde etmemizi sağlayacaktır. UBC 1997 [19] ile Goel ve Chopra [20] bağıntıları nerdeyse analitik sonuca benzer sonuçlar vermiştir.

Duvarın rijitliğe katkısı dikkate alınmadığı durumlarda UBC 1997 [19] ile Goel ve Chopra [20] bağıntıları güvenilir sonuçlar vermektedir.

- Duvarlı model periyodunun önerilen bağıntılarla elde edilen periyotlara oranı incelendiğinde en yakın değerleri Güler vd. ve Börekçi vd. bağıntıları vermektedir. Her iki bağıntı da %13 oranında farklı sonuç olsa da elde edilen değerler yeterli yaklaşıklıkta. Güler vd. [21] bağıntısı daha kısa periyot bulurken Koçak vd. [23] bağıntısı ise Güler vd. [21] ile aynı oranda fakat daha uzun periyot bulmaktadır. Deprem hesabı açısından Güler vd. bağıntısı daha güvenli tarafta kalmaktadır.
- Yapılan çalışmalar, dolgu duvarların binanın davranışını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Bu çalışmada da elde edilen periyotlar, özellikle doğrusal hesapta dolgu duvarların da taşıyıcı sistem elemanı olarak göz önünde bulundurulmaları gerektiğini göstermiştir.

## Kaynaklar

- [1] Furtado, A., Rodrigues, H., Arêde, A., Modelling of Masonry Infill Walls Participation in the Seismic Behaviour of RC Buildings Using OpenSees, *Int. J. Adv. Struct. Eng.*, 7, (2015) 117-127.
- [2] Rodrigues, H., Varum, H., Costa, A., Simplified Macro-Model for Infill Masonry Panels, *J. Earthq. Eng.*, 14, (2010) 390-416.
- [3] Smyrou, E., Blandon, C., Antoniou, S., Pinho, R., Crisafulli, F., Implementation and Verification of a Masonry Panel Model for Nonlinear Dynamic Analysis of Infilled RC Frames, *Bull. Earthquake Eng.*, 9, (2011) 1519-1534.
- [4] Cavaleri, L., Fossetti, M., Papia, M., Infilled Frames: Developments in the Evaluation of Cyclic Behaviour Under Lateral Loads, *Structural Eng. And Mechanics*, 21, (2005) 469-494.
- [5] Zarnic, R., Tomazevic, M., An Experimentally Obtained Method for Evaluation of the Behaviour of Masonry Infilled RC Frames, *Proceedings of the 9th World Conference on Earthquake Engineering*, (1998), Kyoto.
- [6] Fiorato, A.E., Sozen, M.A., Gamble, W.L., An Investigation of the Interaction of Reinforced Concrete Frames with Masonry Filler Walls, Report No. UI-LU-ENG 70-100, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, (1970).

- [7] Hatzigeorgiou, G.D., Kanapitsas, G., Evaluation of Fundamental Period of Low-Rise and Mid-Rise Reinforced Concrete Buildings, *Earthquake Eng. And Structural Dyn.*, 42, (2013) 1599-1616.
- [8] TBDY 2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye, (2018).
- [9] SAP2000, Structural Analysis Program, Computer and Structures.
- [10] TS 500-2000, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2000).
- [11] Polyakov, S.V., On the Interaction between Masonry Filler Walls and Enclosing Frame when Loaded in the Plane of the Wall, *Earthquake Eng. Research Institute*, (s.36-42), (1960) San Francisco.
- [12] Holmes H., Steel frames with brickwork and concrete infilling, *Proceedings of the Institute of Civil Engineers*, 19, (1961) 473- 478.
- [13] Smith, B.S., Behaviour of the square infilled frames, *Journal of Structural Div., ASCE*, 92, (1966) 381-403.
- [14] Smith, B.S. ve Carter, C., A method of analysis for infilled frames, *Proc., Instn. Civ. Engrs.*, 44, (1969) 31-48.
- [15] Mainstone, R.J., On the stiffnesses and strengths of infilled frames, *Proc. Inst. Civ. Engrs., Supp.* (4), (1961) 57-90.
- [16] FEMA 306, Federal Emergency Management Agency, Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings: Basic Procedures Manual, FEMA-306, Washington, DC (1998).
- [17] Ersin, U.D., Yuksel, E., Kocak, A., Hayashi, M. and Karadogan, F., System identification by means of micro tremor measurements, *Second Japan-Turkey Workshop on Earthquake Engineering*, Volume I, (s. 633 –648) (1998) Istanbul.
- [18] TDY 1998, Türk Deprem Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara (1998).
- [19] UBC, Uniform Building Code, Structural Design Requirements, (1997).
- [20] Goel, R.K. ve Chopra, A.K., Period formulas for momentresisting frame buildings, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, 123(11), (1997) 1454–1461.
- [21] Guler, H., Yuksel, E., Kocak, A., Estimation of the Fundamental Vibration Period of Existing RC Buildings in Turkey Utilizing Ambient Vibration Records, *J. of Earthq. Eng.*, 12, (2008) 140-150.
- [22] Koçak, A., Yildirim, M.Y., Effects of Infill Wall Ratio on the Period of Reinforced Concrete Framed Buildings, *Advances in Structural Eng.*, 14, (2011) 731-743.
- [23] Koçak, A., Börekçi, M., ve Zengin, B., Period formula for RC frame buildings considering infill wall thickness and elasticity modulus, *Scientia Iranica Transaction A*, 25(1), (2018) 118-128.

## Mikro Konutların İç Mekân Tasarımının İncelenmesi\*

Ayşenur BELENTEPE<sup>1\*</sup>, Füsun SEÇER KARİPTAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID ID: [orcid.org/0000-0001-5942-6426](https://orcid.org/0000-0001-5942-6426)

ORCID ID: [orcid.org/0000-0003-1594-6061](https://orcid.org/0000-0003-1594-6061)

**Geliş Tarihi:** 08.08.2019

**\*Sorumlu Yazar e mail:** [aysenurbelentepee@gmail.com](mailto:aysenurbelentepee@gmail.com) **Kabul Tarihi:** 20.09.2019

**Atf/Citation:** Belentepe, A. ve Seçer Kariptaş, F. “Mikro Konutların İç Mekân Tasarımının İncelenmesi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/2: 179-195.

*Araştırma Makalesi/ Research Article*

### Özet

Dünyanın metropol kentlerinin çoğunda nüfus yoğunluğunun hızla artması sebebiyle yükselen arsa ve konut fiyatları insanların yaşam alanlarını daha da daraltarak küçük boyutlardaki mekânlarla sınırlandırmıştır. Kişisel özgürlüklerin olabildiğince desteklendiği çağımızda bireysel yaşam tarzının bir hayli yaygınlaşması neticesinde bir veya iki kişiye yetecek düzeyde olan ve içinde her türlü yaşamsal gereksinimin rahatlıkla karşılanabildiği küçük konutlar gitgide daha çok ön plana çıkmaktadır.

Mikro konut kavramı tam da bu noktada günümüz mimarisinin ilgi odağı haline gelmektedir. Küçük alanların doğru iç mekân tasarımı ile geniş ve ferah alanlara dönüştürüldüğü mikro konutlar, akıllı tasarımlar sayesinde, mekân içerisindeki her türlü ihtiyaca rahatlıkla cevap verebilmektedir. Mikro konutlar daha az yer kapladığı için yapı birim fiyatı açısından daha ekonomik olmaktadır ve bununla birlikte akıllı iç tasarımı ve iç mekânda kullanılan işlevsel donatı elemanlarıyla birlikte bizlere yakın gelecekte tasarruflu ve kolay bir yaşam sunacaktır.

Bu çalışmada konut kavramı çerçevesinde konut sorununa sebep olan çeşitli etmenlere değindikten sonra mikro konut kavramı üzerinde durulmuş ve dünyada çeşitli ülkelerdeki mikro konutların özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca mekân mobilya ilişkisi kapsamında çeşitli kavramlar gözden geçirilerek mikro konut tasarımında kullanılacak modeller incelenmiştir. Son olarak, mikro konut iç mekân tasarımına uygun mobilya ve donatı elemanları ve bunların değişik özellikleri etraflıca ele alınmıştır.

Bu mobilya ve donatı elemanlarının yerden tasarruf sağlaması, bir üniteden diğerine dönüştürülebilir olması, işlevselliğinin yüksek olması, ayrıca alanın genişlemesine

\* Bu Makale Ayşenur BELENTEPE'nin Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır.

ve bölünmesine imkân vermesi gibi özelliklere sahip olması mikro konut iç mekân tasarımında önemli ölçüde fayda sağlamaktadır.

Yapılan bu çalışmada ülkemizin içinde bulunduğu sosyal, ekonomik ve kültürel şartlar göz önüne alınarak özellikle iş, sağlık ve öğrenim gibi bazı alanlarda mikro konut projelerinin uygulanmasının yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mikro konut, Mikro konut iç mekânları, Mikro konut tasarımları

## The Study of Interior Design in Micro Dwellings

### Abstract

The increase in the estate prices due to the rapid growing of population in many metropolitan cities in the world has limited people's dwelling areas more with smaller spaces for accommodation. In the age of freedom where individual preferences are supported as much as it is possible, due to the outcome of the notable proliferation of individual life styles, small dwelling areas, which are sufficient for one or two people and in which any need of life standards are met easily, have become prominent more and more.

The concept of micro dwelling comes to focal spot in today's architecture at this point. Micro dwellings, with accurate interior design that transform small places into capacious and spacious areas, answer every need inside easily thanks to the smart designs in them. As micro dwellings take a small place, their unit price falls much economic, and besides this, with their smart interior designs and functional fittings used in interiors, they are going to provide us an economical and easy life in close future.

In this study, under the concept of dwelling, after various factors that give way to housing problems having been taken into account, the concept of micro dwelling is paid attention, and the features of micro dwellings in a variety of countries in the world are investigated. Also, having analyzed various concepts in the scope of the relation between space and furniture, the models that can be applied in micro dwelling design are studied. Lastly, the furniture and fittings and their different features which are suitable for micro dwelling design are discussed thoroughly.

The fact that these furniture and fittings have features to save in space, be able to be transformed from one unit to another, be efficient in their functionality and also make possible to widen and divide spaces do good markedly in micro dwelling interior design. After considering our country's social, economic, and cultural condition in this research, it was concluded that application of micro dwelling projects, especially in areas such as business, health and education is beneficial.

**Keywords:** Micro dwelling, Micro dwelling interiors, Micro dwelling designs



## 1. Giriş

Tarih boyunca insanlığın ilk temel gereksinimlerinden olan barınma, insanlığın güvenlik, mahremiyet gibi temel ihtiyaçlarını sağlayan konutlarda gerçekleşmektedir. Genel anlamda konut, insanların barınma ihtiyaçlarını karşılayan, içerisinde yaşam sürdüreceği olan bireylere sağlıklı ve güvenli bir ortam sunan yapılardır. Hızla değişmekte olan ekonomik ve teknolojik değişiklikler yaşamımızı sürdürdüğümüz konutların da değişimine neden olmaktadır. Değişim gösteren yaşam koşulları hayat şartlarımızı ve yaşam alanlarımızı etkilemektedir [1]. Son on yıllarda yaşam tarzının bir hayli değişmesi neticesinde tek kişilik yaşam alanı olarak tasarlanan tarzlarda konut kavramı oldukça gelişmiştir. Büyük şehirlerde nüfus yoğunluğunun çeşitli sebeplerden dolayı hızla değiştiği günümüzde konut fiyatlarının sürekli yükselmesi önemli bir sosyo-kültürel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye özelinde çevremizdeki savaş bölgelerinden mültecilerin de yurdumuza akın akın gelmesiyle sorun daha da büyümüştür. Bu durumda yaşam standardını muhafaza ederek daha küçük boyutlarda daha fazla sayıda konut oluşturmak suretiyle bir çözüm düşünülebilir. Yaşam seviyesini düşürmeden bir çözüme ulaşabilmek için küçük konutların iç tasarımının akıllıca yapılması büyük önem kazanmaktadır. Küçülen metrekarelerin işlevsel kullanım yeteneğini artırmakla daha büyük metrekarede elde edilen işlevin aynısını elde etmek mümkün olacaktır. Mikro konutları geniş yaşam alanlarına dönüştüren donatı elemanları da bu işlevselliğin artmasına son derece önemli katkı sağlamaktadır. Örneğin akıllıca tasarlanmış çok amaçlı kanepeler, katlanır masalar, akıllı raflar, depolama sorunlarını çözen gizlenmiş mobilyalar bu amaçla kullanılmaktadır.

İç tasarımda kısa merdivenle çıkılan tavan arası tipi (loft) alanı, üstten açılan çatı pencereyle içeriye doğal aydınlatma sağlayarak oldukça ferah bir yatak odası şekline bürünebilmektedir. Donatı elemanı olarak çok amaçlı işlevsel mobilya kullanımı ile bunların renk ve doku seçimi de önemlidir. Gün içerisinde ihtiyaç duyulacak tüm yaşamsal faaliyetlere

rahatlıkla cevap verebilecek özellikte seçilen bu elemanlar sayesinde mikro konut kullanışlı ve ferah bir iç görünüme sahip olacaktır.

Mikro konut iç mekân tasarımında ulaşılmak istenen ortak gaye, dikey alanların çok amaçlı kullanılabilirliğini arttırarak optimum seviyeye taşımaktır. Böylece ortaya geniş mekânların yeterliğine denk rahatça kullanılabilir alanlar çıkması sağlanmaktadır.

Santimetrelerin dahi önem arz ettiği bu alanda mikro konut iç mekânları yeni gelişen teknolojilere paralel olarak akıllı tasarımlarla sürekli geliştirilmektedir.

Dünyanın çeşitli ülkelerinde çeşitli mikro konut uygulamaları görülmektedir. Ülkemizdeki konut ihtiyacına da ne ölçüde cevap verilebilirliğinin araştırılması gerekmektedir. Bu amaçla bu çalışmamızda çeşitli mikro konut uygulamalarını iç tasarımlarıyla birlikte incelemek hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada mikro konut kavramı teorik olarak araştırıldığından konuyla ilgili yerli ve yabancı literatürlerin bilgisayar ortamında taranması şeklinde gerçekleştirilerek çeşitli proje ve tasarımlar incelenmiştir.

### 2.1. Mikro Konut Kavramının Tanımı

Günümüzde konut temel barınma ihtiyacını karşılamanın yanı sıra ticari bir mülk ve yatırım aracı haline gelmektedir. Nüfus artışıyla beraber kentte yaşayanlar da fazlaştığından özellikle kent merkezlerinde arsa değerleri hayli yükselmiş ve buna paralel olarak da konut fiyatları önemli ölçüde artmış bulunmaktadır. Bu durum özellikle kent merkezlerinde yeni inşa edilen konutlarda metrekaare alanının hayli küçülmesi sonucunu doğurmaktadır.

Küresel ekonomik krizin de etkisiyle konut yapımında gereksiz metrekaare fazlalığından kurtulma eğilimi baş göstermiş ve yoğun

kentlerde küçük metrekareli akıllı konutlar için mimari çözümler ortaya atılmıştır. Hızla artan nüfusun çalışan kesimi ile öğrenci potansiyelindeki artışlar ve göç gibi muarız sebeplerle oluşan yeni durumlar konut ihtiyacını körüklemiştir. Bu durum yükselen arsa değerleri ve konut fiyatlarını tetikleyerek toplumun aile yapısındaki değişimlerle beraber hızla küçük konutta az sayıda bireyle yaşam tarzına doğru sürüklenmektedir.

Mikro konut nedir sorusuna cevap olarak evrensel tek bir tanım bulunmamakla beraber literatürdeki örneklerden çıkardığımız verilere göre şehir yoğunluklarına göre değişen boyutlarda 14m<sup>2</sup>-20m<sup>2</sup> arasındaki değerler kabul görmektedir [2]. Ayrıca içerisinde tam teşekküllü yaşama, dinlenme ve ıslak hacimleri bulunan küçük yaşam alanları olarak da tanımlanmaktadır. Aslında mikro konut bir bakıma stüdyo dairelerin yer olarak küçültülmüş, etkin kullanım alanı olarak büyütülmüş bir sürümüdür.

### **2.1.1. Mikro konut fikri nereden geliyor?**

Batı dünyasının insan mutluluğuna dayalı olduğu Freud yaklaşımı ile hızla gelişen teknolojinin tetiklediği tüketim anlayışı, II. Dünya Savaşı sonrasında darmadağın olan toplumlardaki aile yapısını iyice zayıflatarak, ben merkezli, ferdiyetçi yaşam tarzını ortaya çıkarmıştır. Bunun sonucunda özgüveni aşırı yükselen gelenekçi düsturların kırılarak, özgürlükleri sonuna kadar genişleten yenilikçi, reformist politikalarla insanlar tek çocukla veya hiç çocuksuz tek kişilik yaşam alanlarına hızla itilmektedirler. Gitgide yoğunlaşan ve hızla büyüyen kentlerdeki konut fiyatlarının astronomik ölçülerde artması ivedilikle çözüm bulunması gereken önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum tek kişilik gelirle sağlanabilecek tek kişilik yaşam alanının metrekaresini bir hayli daraltmaktadır. Tam da bu noktada mikro konut kavramı konut anlayışına önemli yeni bir yaklaşım sunmaktadır.

Toplumumuzda barınma ihtiyacı farklı bölgelerde değişik meskenlerde karşılandığından ülke genelinde konut yapısı çok çeşitlilik

arz etmektedir. Büyük kentlerde yaşayan insanlar üst üste konulmuş kutuların içinde yaşam sürdürmektedirler [3]. Kutu ifadesi dünyada özellikle metropollerde yaşam sürdüren insanların kullanım alanlarının giderek küçülmekte, metrekare bazında azalmakta olduğu gerçeğine işaret etmektedir. Nüfus artışıyla beraber kentlerde yaşayan insan yoğunluğu kentsel ölçekte barınma ihtiyacının karşılanabilmesi için tüketicileri küçük yaşam alanlarına yöneltmiştir. Bunun yanı sıra toplumun aile yapısı, ekonomik durumu, çalışan nüfus oranı, öğrenci potansiyeli gibi bazı dinamikler de küçük konut üretimini artıran önemli etkenlerdendir. Kent merkezinde veya merkeze yakın alanlarda arazi değerlerinin yüksek olması hasebiyle ihtiyaca binaen daha fazla sayıda konut elde edebilmek amacıyla projelerde konut metrekareleri daha da küçültülmek durumundadır. Konfordan değilse de yer darlığından dolayı genişlikten feragat edilen bu yapılara kullanıcıların ilgi göstermesi sınırlı alanlarda yaşama alışılmaya başlandığının da bir göstergesidir.

Küçük konut, alan, hacim ya da oda sayısı gibi fiziksel boyutlar üzerinde işlevselliğini yitirmeden yapılan ve boyutsal değişikliklerin olduğu yapılardır. Küçük konut ile ilgili sayısal değerlendirmelere gelince, bazıları 60 m<sup>2</sup>'yi bir sınır olarak kabul etmektedir [4]. Diğer bazılarına göre ise kişi başına 14m<sup>2</sup>'yi sınır olarak görülmektedir [5].

Küçük konutlar özellikle 2008-2012 yılları arasında yaşanan küresel ekonomik krizde ortaya çıkan daha küçük alanda daha az masrafla ve çevreye daha az zararlı yaşam fikri mimari çözüm arayışlarını tetiklemiş ve toplumsal bir harekete dönüşmüştür.

İncelenen değişik ülkelerdeki bazı mikro konut tasarım örnekleri aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır:

- Geniş arazi imkânına sahip olan Japonyada 4 kişilik, 89 metrekareye sığdırılmış, Tekahuro Tezuka tarafından tasarlanan ev.
- Barselona'da Eva Pratts Ricardo Fores tarafından tasarlanan 28m<sup>2</sup> lik bavuldaki ev Manchester İngiltere'de Abito'nun 32.8 m<sup>2</sup> lik akıllı konutları

- Mimar Richard Horton ve Münih Teknik Üniversitesi'nin işbirliğiyle gerçekleştirilen tek ya da çift kişilik 7.1 m<sup>2</sup> lik minik yoğun ev (micro compact home) tasarımı, bu tasarım yüksek kalite talebine cevap vermektedir.
- Amerika'da inşaat kurallarındaki katı sınırlandırmalardan kurulabilmek amacıyla gerçekleştirilen tekerlekli taşınabilir minik ev,
- Mikro konut akımını kendine konu eden web sayfalarının artması gibi hususlar küçük konutların yayılması adına sebep olan bazı durumlardır.

## 2.2. Taiwan-Taipei'de mikro konut tasarımına örnek 22 m<sup>2</sup>'lik daire

Taiwan-Taipei'deki yüksek ev fiyatlarından sebep geniş olmayan ancak yine de tüm temel yaşam fonksiyonlarını yerine getiren küçük konutlara ilgi oldukça artmıştır. Var olan dar alanları da kullanışlı hale getirmek iyi bir planlama ile mümkün olacaktır. 22m<sup>2</sup>, 3,3m tavan yüksekliği olan eski bir evin yenileme projesi olan bu küçük konut, kullanıcısının ihtiyacı doğrultusunda tasarlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Taiwan-Taipei'deki mikro daire planı [6]

Merdiven boşluğunda televizyon ünitesi ve ayakkabılar için gizlenmiş ayakkabı dolabı yerleştirilmiştir. Aynalı bir kayar kapı ile mekân içerisinde ortam genişliği görüntüsü verilmiştir. Mutfak dolabı, dolap ve raf gibi sabit mobilyalar, yüksekliği tam olarak kullanmak ve koridorları önlemek için duvara sabitlenmişlerdir. Yataklar açılır kapandır olarak değil asma kat çözümlenerek yatay düzlemde kullanılmıştır.



**Şekil 2.** Taiwan-Taipei mikro daire yaşam alanı [6]

Raflar dolap üzerinde olduğundan asma kattan da erişim sağlanabilmektedir. Pencere kenarındaki niş oturma grubu ve raflar ile daha rahat kullanılabilir bir alana dönüştürülmüştür. Salonda duvarın yanındaki iki ahşap masa, aynı zamanda büyük bir yemek masasına dönüşebilecek veya bar olabilecek şekilde yerleştirilmiştir. Yeterli doğal ışık ve havalandırma vardır. Kullanılan ana renkler beyaz ve meşedir, bu da mekânı daha parlak ve ferah hale getirmiştir (Şekil 2) ve (Şekil 3).



**Şekil 3.** Taiwan-Taipei mikro daire yaşam alanı [6]

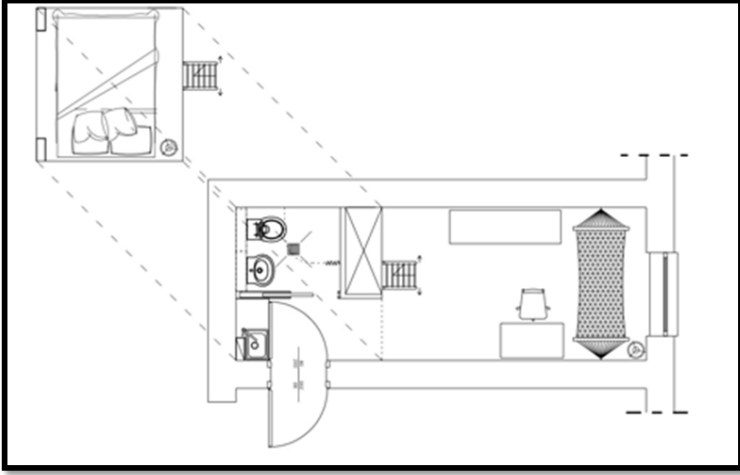
Şekil 4’te görüldüğü gibi ıslak hacimlerde beyaz renkte fayans kullanılarak ferah bir görünüm elde edilmiş, ahşap ve bronz tonda aksesuar seçimleriyle de mekâna renk katılmıştır.



**Şekil 4.** Taiwan-Taipei mikro daire ıslak hacim [6]

### 2.3. Polonya’da mikro konut tasarımına örnek 13 m<sup>2</sup>’lik daire

Polonya’da Szymon Hancza tarafından 13m<sup>2</sup>’lik bir mikro daire tasarlanmıştır. 13m<sup>2</sup>’ye bir mutfak, bir yatak odası ve bir banyo sığdırılmıştır. Küçük daireyi evvela uyunacak yer olarak tasarlamış daha sonra içerisinde ev hissi sağlamak amacıyla eklemeler yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Wrocław yerleşim planı [7]

Şekil 6’da görüldüğü gibi Ahşap ünitenin üst kısmında çift kişilik yatak mevcuttur. Yatağa çıkmak için kullanılan merdiven bir ray sistemiyle hareket etmektedir. Mekândaki tek pencerenin önüne hamak yerleştirilmiştir. İçeride bitkiler, açık renkli duvarlar, aydınlatmalar ve duvara yerleştirilen bisiklet ile hem ferah bir ortam hem de ev havası sağlanmıştır.





Şekil 6. Wrocław evi yaşam alanları [7]

Banyoda ise kare beyaz fayans kullanılarak ferah ve sade bir görünüm elde edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Wrocław evi banyo [7]

#### 2.4. Mikro Konut İç Mekânlarında Mobilya Kullanımı

Mikro konut tasarımında konut alanının doğal olarak aydınlatılması, iç ve dış görünümünün, donatılarının doğru ayarlanması ve kullanılan ünitelerin alana uygun şekilde ayarlanması ile üst düzey kullanım alanı elde etmek mümkündür.

- İç görünüm, kısmi iç duvarlar ve iç pencerelerin merdiven boşluğunun uygun şekilde düzenlenmesiyle iç görünümde daha geniş ve ferah bir görünüm sağlanabilir.
- Merdiven aralıkları depolama alanı olarak kullanılacağı gibi doğal aydınlatma olarak da yararlanılabilir.
- Konut alanlarının tavan yüksekliği büyük tutulabilir.
- Birkaç basamakla üst bölmeye çıkılmak suretiyle konut alanı fonksiyonel olarak iki bölüme ayrılabilir.

- Fonksiyonel elemanlar dikey düzlem üzerinde yerleştirilebilir.
- Açılır kapanır, dönüştürülebilir mobilyalar veya kayan, hareketli üniteler kullanılmak suretiyle yer kazanımını arttırmak mümkündür.
- Konut inşa yapımı sürecinde duvar aralarındaki mesafe ve kör noktaların değerlendirilmesiyle elde edilen raflar, gömme dolaplar ve depolama birimleriyle de alan genişliği sağlamak mümkün olur.

Dış görünümde ise avluya, bahçeye veya terasa açılan bölümlerin ayarlanmasıyla daha geniş bir bölüm elde edilebilir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Ani sosyal değişimlerle aşırı artan nüfusun temel yaşamsal ihtiyacını belirli bir standartta karşılayabilmek için daha küçük mekânlara ihtiyaç vardır. Bu şekilde açığa çıkacak olan alanların ortak sosyal faaliyet ve hizmetlere açılıp herkesin eşit kullanımına fırsat verecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bunun için de küçük fakat iç mekânı akıllıca tasarlanmış konutlara ihtiyaç vardır. Mikro konut kavramı bu açıdan önemli bir seçenek oluşturmaktadır. Gözlemlediğimiz kadarıyla mikro konut iç tasarımı ülkemizde yeni tanıtılan ve başka sahalardaki araştırmalarda kısaca yer verilmiş olup pek fazla bir inceleme konusu yapılmamış olan yeni bir kavramdır. Farklı zamanlarda farklı isimlerle mesela stüdyo daire veya minik ev (tiny house) gibi ortaya çıkmış olan bu kavram son zamanlarda literatürde mikro konut (micro housing) ifadesiyle karşımıza çıkmaktadır. Oysaki bu konuya ivedilikle önem verip bir an evvel tasarım projelerine geçilmesi ülkemizde metropollerin içinde bulunduğu sosyal şartlar açısından da hayli önem arz etmektedir. Sosyal politikalara önem veren yönetimlerde bu kavram çok daha yoğun bir şekilde ele alınıp gerçekleştirme safhasına çoktan geçilmiş durumdadır. Örneğin, İsveç ve Japonya'da bu yaklaşım çok ileri vaziyette uygulama

alanı bulmaktadır. Mikro konutlar öncelikle daha çok standart dışı durumlar için elverişli uygulama alanı bulabilir. Yani konvansiyonel ev tipi kullanımından ziyade daha özel (spesifik) durumlar için uygun olabilir.

Mesela doğal afet bölgelerinde taşınabilir konteyner evler (transportable container homes) afetzedelerin sığınabileceği bir mikro konut seçeneği olabilir. Ülkemizin deprem kuşağında olması hasebiyle bu seçenek göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir.

Bir diğer uygulama alanı mevsimlik işçilerin gidip geldiği tarım bölgelerinde olabilir. Mevsimlik işçiler için çalıştıkları arazilere yakın kurulmuş olan mikro konutlarda çalışma mevsimi süresince devletin de sübvansedeceği düşük ücretlerle sağlıklı koşullarda barınabilirler. Ayrıca bu yerlerin konteyner olması da gerekmez. Kalıcı toplu mikro konut olarak tasarlanabilir.

Bir başka uygulama alanı da mikro konutların havaalanları sahasında konuşlandırılması olabilir. Uçuş hostesi ve pilotların gece veya gündüzün belirli saatlerinde kullanıp tekrar işlerine dönebilecekleri ikmal alanları olarak gayet kullanışlı olacaktır. Hatta transit yolcular da bu yerlerden faydalanabilirler.

Yine başka bir uygulama örneği olarak hastane kampüslerini düşünebiliriz. Hastanelerin şehir dışına taşınarak sağlık kampüsü haline getirilmesi hâlihazırda bir proje olmakla beraber yakın gelecekte gerçekleşme ihtimali yüksektir. Acilde ve nöbetle çalışan doktor hemşire gibi personelin kampüs alanında bulunan mikro konutlarda gecelemeleleri onların ve hastaların hayat standardına büyük katkı sağlayacaktır. Hatta uzak mesafelerden gelen hasta yakınlarının da buralardan istifade etmeleri mümkün olabilir

Bunların yanı sıra şehir dışında eğitim alan ancak öğrenci yurtlarında kalmayı tercih etmeyen öğrenciler, tek veya arkadaşıyla yaşayan bireyler için de mikro konutlar akıllı iç mekân tasarımlarıyla makro fayda sağlayabilir. Bu uygulama alanları gelecek vadetmekle birlikte toplum olarak vaziyete alışmanın getireceği bir adaptasyon süreci kaçınılmazdır.

Zira ‘ferah mekân’ anlayışı toplumumuzda hayli yerleşmiş bir kavramdır ve yaşam faaliyetini sürdürdüğümüz alanların her köşesini aktif olarak kullanmasak bile mekânın genişliği her zaman bizim için tercih sebebi olmaktadır. Toplu taşıma araçlarında seyahat ederken bile oturduğumuz yere iyice serilip yanımızdaki koltuğa çanta vb. koyarak yer kapma gibi bize özgü alışkanlıkları olan bir toplumda yaşıyoruz. Bu nedenle yıllarca rahat ve geniş oturmaya alışmış insanımızın sadece dar gelirli asgari yaşam biçimine uygun gördüğü bakla oda nohut sofa mikro konutlara başını sokması normal standartlarda pek mümkün gözükmemektedir.

Eski köye yeni mikro konut âdetini yerleştirmek ve toplum bilincini bu tarza alıştırmak için eğitim metotları ve medya yayın organları kullanılabilir. Reklam, dizi ve filmlerde oynayan şöhretlerin mikro konutlarda çekilen sahneleri göz aşinalığı sağlamak ve yeteri kadar sınırlı alanda da rahat yaşam sürdürülebileceği fikrini yaymak için yeterli olacaktır.

Bu amaçla bir an önce mikro konutların yaşam örneklerine başlanmalı görsel medyada hızlı ve yoğun bir şekilde fonksiyonel mobilyaların tanıtımları yapılmalı ve ferah görünen iç mekânların tasarımları toplum ile paylaşılmalıdır. İnsanoğlu sık gördüğüne çabuk alışır mantığından yola çıkarak akıllı çözümlerle ‘genişletilmiş’ dar alanların yüksek yaşam standardı ile sunulan mikro konut fikri yaygınlaşacaktır. Böylelikle küçülen birimler toplumun ortak sosyo-kültürel faaliyetlerini sürdürebilecekleri merkezlerin ve yeşil alanların çoğaltmasına büyük katkı sağlayacaktır.

#### **4. Sonuçlar**

Dünyadaki anlaşmazlıkların çoğunun yer kavgasından çıktığını söylemek pek abartılı olmayacaktır. En basitinden iki köylü arasındaki toprak kavgası ülkeler çapında memleketlerin istilasına kadar büyümektedir. Oysa ki insanoğluna temel yaşamsal ihtiyaçlarını karşılayacak kadar bir alan yeterlidir. Bu gerçeği aklımızla görsek bile nefsimiz bizi

devamlı yanılmakta ve hep daha fazlasına meylettirmektedir. Nefsin bu akıldışı isteğini gemlemenin yollarından biri de konut iç mekânlarını akıllı çözümlerle makul ölçülerde yaşam alanlarına çevirmek olabilir. Ülkemizde metropoller son yıllarda çeşitli sebeplerden aşırı oranlarda göç almış ve adeta mülteci akınına uğramıştır. Bu durum mevcut yeterliliği zaten düşük seviyede olan konut ihtiyacını kat kat arttırmıştır.

Bu çalışmamızda büyük şehirlerdeki konut sorunları çerçevesinde dünyadaki çeşitli mikro konut uygulamaları incelenmiş ve mikro konut iç tasarımında kullanılan çeşitli donatı elemanları etraflıca ele alınmıştır. Gelişen çağımızın bir gereği olarak dar alanlarda geniş yaşama fikrini gerçeğe uyarlamak için iç tasarım yeteneğinin yüksek bir performansla sergilenmesi gerekmektedir. Santimetre ve hatta milimetrelerin de önemli olduğu bu mikro konut iç mekânlarında, mimarın, iç mimarın ve uygulamayı gerçekleştiren herkesin müşteri ile birbirlerini iyi anlayıp olduğundan daha fazla bir dikkat ve hassasiyetle çalışması gerekmektedir. İç mimarinin vazgeçemeyeceği temel unsurlardan olan dönüştürülebilir, kaydırılabilir hareketli donatı elemanlarının tasarımı da bu konuda bir hayli önem arz etmektedir. Bu alanda oldukça ileri teknoloji seviyesine uygun elemanlar var olmakla beraber bizim ülkemiz açısından düşünüldüğünde yaşam tarzımıza, örf, adet ve gelirimize uygun olanların seçilmesi veya üretilmesinde gayret sarf edilme-lidir. İç mimari mikro konut alanında en küçük birimde mümkün olan en büyük işlevi sağlayabilmek için gereken hüneri bu alanda göstermelidir. Bu onun yakın gelecekteki hedefidir.

## Kaynaklar

- [1] Ünügür, M. (1989). Bina Bilgisi Ders Notları, İTÜ, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [2] IGLESIAS, T. 2014. The Promises and Pitfalls of Micro-Housing. Zoning and Planning Law Report, 37, 1-12.
- [3] Bachelard, G. (1996). Mekânın Poetikası, Çeviri: Aykut Derman, Kesit Yayıncılık, İstanbul.
- [4] Dinç, T., 1978. Türkiye’de Hanehalkı Yapı ve Sayısına Göre Konut İhtiyacı, s.70, YAE
- [5] Dörter, H., Turuthan T., Ünlü A. (1988). Küçük Konutta Yaşam, Bildiri, KAM 1988 Sempozyumu, ODTÜ Konut Araştırmaları Merkezi, Ankara
- [6] <https://www.archdaily.com> (13.02.2019)
- [7] <https://www.dezeen.com> (04.02.2019)
- [8] <https://stapico.com/nvtsmall> (11.03.2019)





## Romatoid Artrit Tedavisinde Uygulanan Güncel Yaklaşımlar

Hevişan AKDAĞ<sup>1</sup>, Sahra KIRMUSAOĞLU<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Haliç Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID ID: [orcid.org/0000-0003-2290-6156](https://orcid.org/0000-0003-2290-6156)

ORCID ID: [orcid.org/0000-0003-3038-1417](https://orcid.org/0000-0003-3038-1417)

**Geliş Tarihi:** 13.02.2019

**\*Sorumlu Yazar e mail:** [sahrakirmusaoglu@halic.edu.tr](mailto:sahrakirmusaoglu@halic.edu.tr) **Kabul Tarihi:** 26.09.2019

**Atıf/Citation:** Akdağ, H. ve Kırmusaoğlu, S. "Romatoid Artrit Tedavisinde Uygulanan Güncel Yaklaşımlar", Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/2: 197-206.

**Derleme Makalesi/ Review Article**

---

### Özet

Romatoid artrit (RA), genel popülasyonun yaklaşık %1'ini etkilediği düşünülen, bağ dokusu hasarını hedef alan kronik bir otoimmün ve insanın bağışıklık sisteminin vücuttaki kendi sağlıklı hücreleriyle savaşması sonucunda ortaya çıkan bir hastalıktır. Romatoid artritli hastalarda, bağ dokusu hasarının ilerlemesi, sakatlığa, hastaların yaşam kalitesinin azalmasına ve mortaliteye sebep olmaktadır. RA'yı tamamen tedavi eden bir tedavi seçeneği henüz yoktur. RA'nın erken tanısı ve tedavisi ile hastaların %90'ının eklem hasarının ilerlemesi ya da hasar oluşumu yavaşlatılabilir. Geleneksel tedavilerin yetersizliğinden dolayı, romatoid artrit tedavisinin etkili ve spesifik bir biçimde gerçekleşmesi için güncel tedavilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu derlemede, romatoid artrit tedavisinde uygulanan geleneksel tedaviler ve modern terapötik yaklaşımlar ele alınacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Romatoid artrit, Modern terapötik yaklaşımlar, Geleneksel tedaviler, Otoimmün hastalık

## The Recent Approaches Applied in the Treatment of Rheumatoid Arthritis

### Abstract

Rheumatoid arthritis (RA) is a chronic autoimmune that is thought to affect about 1% of the general population, and is a disease caused by the human immune system fighting its own healthy cells in the body. RA is a disease that emerges as a result of

fighting of human immune system with its own healthy cells. In patients who have rheumatoid arthritis, progression of connective tissue damage leads to disability, decreased quality of life of patients, and mortality. There is not a treatment option yet that treat RA completely. With early diagnosis and the treatment of RA, joint damage progression or formation of damage of 90% of patients can be decelerated. Due to the insufficiency of traditional treatments, up-to-date treatment options are needed for effective and specific treatment of rheumatoid arthritis. In this review, traditional treatments and modern therapeutic approaches applied in the treatment of RA will be discussed.

**Keywords:** Rheumatoid arthritis, Modern therapeutic approaches, Traditional treatments, Autoimmune disease

## 1. Giriş

Otoimmün bozukluklar sakatlık ve birçok hastalığın sebebidir. Bu hastalıkların insan popülasyonundaki bireylerin yaklaşık %8.5'ini etkilediği tahmin edilmektedir [1]. Romatoid artrit (RA), bağışıklık sisteminin kendi sağlıklı hücreleriyle savaştığı bir bağışıklık tepkisinin savaşması sonucu oluşur. RA'ın oluşum sebepleri tam olarak anlaşılmamıştır. Yapılan klinik çalışmalar, mikrobiyal enfeksiyonların da artrit ile bağlantılı olduğunu göstermiştir. Yapılan klinik ve hayvan modellenmiş çalışmalarda *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, Epstein-Barr virus ve mikoplazma enfeksiyonlarının, RA patogeneze sebep olduğu bulunmuştur [1, 2]. RA eklem bağ doku bozulmasını içeren kronik bir hastalıktır [3]. Romatoid artrit semptomları arasında yorgunluk, ateş, eklem ağrısı, eklem hassasiyeti ve kilo kaybı bulunmaktadır [2, 3]. RA için risk faktörleri; yaş, cinsiyet, kalıtım, sigara kullanımı ve obezitedir. Cinsiyet farkının temeli net olmamakla beraber kadın-erkek oranının 2-4:1 olduğu bilinmektedir [3].

Romatoid artrit herhangi bir tedavisi yoktur, ancak erken tanı ve uygun tedavi ile bu hastalığa sahip kişilerin hayatını kaliteli bir şekilde sürdürmesine ve çalışmaya devam edebilmesine olanak

sağlar. Bu yüzden RA'in tanı ve tedavisindeki mevcut uygulamalar, erken teşhis ve tedavi yönündedir. Erken teşhis sonrasındaki tedavi seçenekleri arasında, steroid olmayan antienflamatuvar ilaçlar (NSAİD), steroid hormonlarını içeren glukokortikoidler, hastalık modifiye edici anti-romatizmal ilaçlar, monoklonal antikorlar, biyolojik ajanlar, nanoteknoloji, oral tolerans, gen terapisi, kemik iliği transplantasyonu, lipozomlar, süperparamanyetik demir oksit nano partiküller bulunur [3, 4].

## **2. Materyal ve Metot (Tedavi Yaklaşımları)**

RA'in tedavisinde geleneksel ve yeni yaklaşımlar mevcuttur.

### **2.1. Geleneksel yaklaşımlar**

RA'in tedavisinde geleneksel yaklaşımlar arasında nonstreoid antienflamatuvar ilaçlar, glukokortikoidler, anti romatizmal ilaçlar, monoklonal antikorlar, küçük moleküller bulunur.

#### **2.1.1. Nonstreoid antienflamatuvar ilaçlar**

NSAİD, artrit tedavisinde oldukça yaygın kullanılan ilaçlardan biridir. NSAİD'ler analjezik ve antiinflamatuvar etkilere sahiptir. NSAİD'lerin mekanizması enzim siklooksijenaz (COX) ve inflamasyonu korumaktır. Siklooksijenaz, siklooksijenaz-1 (COX-1) ve siklooksijenaz-2 (COX-2) olmak üzere iki izoenzimatik form yapısına sahiptir [4]. Siklooksijenazın bir formu olan COX-2'nin inhibisyonu, NSAİD'lerin antienflamatuvar etki göstermesine neden olurken; COX-1 formunun inhibisyonu ise, mide ve böbrek fonksiyonlarında problemlere neden olur [4, 5]. NSAİD'lerin, RA tedavisinde yan etkisi gözlemlenmemiştir [6].

### 2.1.2. Glukokortikoidler

Glukokortikoidler (GC) bir steroid hormondur. RA tedavisinde yaygın olarak kullanılır. GC'ler kortizol reseptörlerine bağlanarak etkilerini gösterirler. Yüksek etkili bir anti-enflamatuâr ve immünsüpresiftir [7]. Yapılan çalışmalar, uzun süre ve düşük dozda kullanılan glukokortikoidlerin anti-enflamatuâr ve immünsüpresif etkilerinin yanı sıra, kemik ve kırıkta hasarının ilerlemesini büyük ölçüde azaltabileceğini ortaya koymuştur [8, 9]. GC'lerin kısa süreli yan etkileri; kilo alımı, hipertansiyon, diyabet, katarakt ve osteoporozdur [9].

### 2.1.3. Anti romatizmal ilaçlar

Anti romatizmal ilaçlar (DMARD'lar) eklem şişliğini, hassasiyetini ve ağrısını azaltır. DMARD'lar iltihabı engelleyerek eklemlerin korunmasına yardımcı olur. DMARD'lar, metotreksatı, sulfasalazini, hidrosiklorokini, siklosporini, altın tuzlarını, penisilamini ve azatioprin içerir. RA tedavisinde DMARD metotreksat en sık kullanılanıdır [7, 8]. RA tedavisinde kullanılan DMARD'lara ek olarak, biyolojik ajanlar olan monoklonal antikolar ve küçük moleküller de kullanılmaktadır [9, 10].

### 2.1.4. Monoklonal antikolar

Son yıllarda yapılan monoklonal antikor tedavisinin RA'da etkili olduğu görülmüştür. Bu moleküllerin temel etki mekanizması, insan kimerik antikora bağlanabilmesidir. Bu antikolar temel olarak iki zincirden oluşur. Bu moleküller ve etkileri, iki zincirin, kimerik antikora ve birkaç murin bağlanma bölgesine spesifiktir. Bu antikolar sitokin veya sitokin reseptörüne bağlanarak etki gösterir [8, 9]. Bu tür ajanlar, ilk olarak 1980 yıllarında geliştirilmiştir. RA'da ilk olarak kullanılan monoklonal antikor ajanı, anti-CD4 olmakla birlikte son yıllarda, hedef moleküllere yönelik monoklonal antikolar tümör

nekrotizan faktör a (TNF-a), CD20-pozitif B hücreleri, interlökin-1 (IL-1) ve interlökin 6'dır (IL-6) [10, 11].

### 2.1.5. Küçük moleküller

Yeni antiinflamatuvar tedaviler, yaklaşık 1 kDa'lık moleküler ağırlıklı küçük moleküller ile uygulanır. Son zamanlarda yapılan bir çalışmada, in vivo ortamda bir artrit sıçan modelinde upadacitinib adlı bir molekülün etkinliği, retikülosit yayılımı üzerindeki etki ve dolaşımdaki doğal katil hücreleri (NK) üzerindeki etki ile tanımlanmıştır. Upadacitinib, genellikle JAK-2, JAK-3 ve nonreseptör tirozin-protein kinaz üzerinde JAK-1'i inhibe ederek, sitokin reseptör sinyallerinin azalmasını sağlayan bir araştırma ilacıdır. In vitro ve in vivo çalışmalar, upadacitinib'in JAK-1'in seçici inhibitörü olduğunu göstermektedir [12, 13].

### 2.2. Yeni tedavi yöntemleri

Oral tolerans, lipozomlar, nanoteknoloji, gen terapi ve süper manyetik demir oksit nanopartiküller günümüzde, RA'in tanı ve tedavisindeki yeni yaklaşımların arasında yer almaktadır (Tablo 1.)

**Tablo 1.** Romatoid artrit için güncel tedaviler

Güncel Tedaviler
1. Oral tolerans
2. Lipozomlar
3. Nanoteknoloji
4. Gen Terapi
5. Süperparamanyetik Demir Oksit Nanopartikülleri

### 2.2.1. Oral tolerans

RA'da olduğu gibi birçok kronik otoimmün hastalıkların tedavisi için oral toleransın uyarılması umut verici bir tedavi yaklaşımıdır. Oral tolerans; immün sistemin cevabını değiştirebilecek antijenlerin oral uygulamasını kapsar. Oral tolerans, ilk defa 1911 yılında hayvan modellerinde tanımlanmıştır. Ag'in oral uygulamasının ardından, hangi tolerans formunun ilerleyeceğini belirleyen önemli faktör Ag'nin dozudur [12]. Bu nedenle, düşük dozlu Ag'nin, daha sonra immün sisteme göç eden, sindirim sistemiyle ilişkili lenfoid dokudaki düzenleyici T hücreleri baskıladığı düşünülür. T hücreleri, bir Th2 / Th3 sitokin olan IL4, IL10 ve tümör büyüme faktörü- $\beta$  (TGF- $\beta$ ) gibi düzenleyici sitokinler üretir. Ag'nin oral yolla uygulanmasından sonra hangi toleransı göstereceğini belirleyen faktör Ag'nin dozudur [12, 13].

### 2.2.2. Lipozomlar

Lipozom kullanımı, 1964'te keşfedilmesinden bu yana yaygın hale gelmiştir. Lipozomlar, ilaç salınım sisteminde yeni bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Lipozomlar, fosfolipitlerden meydana gelen ve sulu faza sahip olan çok küçük veziküllerdir. Lipozomlar, geliştirilmiş farmakokinetik ve farmakodinamik, toksisitenin azalması, patojenlere karşı artırılan terapötik verim ve ilaç hedefi seçiciliği gibi avantajları içerir [13]. RA tedavisinde kullanılan, önemli bazı ilaçların seçiciliği ve yüksek terapötik etkinliği için, ilaçların yüksek dozda ve sıklıkla alınımı gerekir. Bununla birlikte, yüksek dozlar ayrıca yan etki riskini de arttırabilmektedir. Lipozomların hedeflendirilmiş ilaç taşıyıcı olarak kullanılması, antiromatizmal ilaçların etkinliğini artırabilir. Lipozomların avantajlarının yanı sıra, yüklü lipitler gibi bazı lipitlerin, yüksek dozlarda toksik hale gelebilmesi, kısa raf ömrüne sahip olması ve stabilitede sorunlar yaşanabilmesi gibi dezavantajları da olabilir [13, 14].

### 2.2.3. Nanoteknoloji

Nanoteknoloji ve nanopartiküller, moleküler biyolojide geniş alana sahiptir. Nanoteknoloji, hücreler ve biyomoleküller ile cihazların oluşturulmasını mümkün kılan, görüntüleme, algılama, ilaç salınımı ve temel biyolojik işlemlerin karakterizasyonu için kullanılan bir tedavi yöntemidir. Nanoteknoloji kullanılarak daha hızlı ve daha ucuz tedaviler geliştirilir [15]. Nanopartiküller, ilaçların bozulmadan kapsüllemesi, hedeflenen ilaç salınımının spesifitesi, kontrollü ilaç salınımının olması için olanak sağlar. Normalde ilaçlar, vücutta hastalığın etki ettiği bölgeye hedeflenmeden önce tüm vücutta etkinlik gösterebilirler. Bu yüzden nanoteknoloji kullanılarak, ilacın, etki edeceği bölgeye hedeflendirilerek, daha etkili olması ve olası yan etkilerinin en aza indirilmesi sağlanır. Nanopartiküllerin avantajları; düşük doz, düşük toksite, hızlı tedavi ve spesifik hedefe özgü ilaç salınımıdır [15, 16].

### 2.2.4. Gen terapi

Gen terapisi, hastalığı tedavi etmek veya önlemek amacıyla, genlerin tedavisi tekniğidir. Gen terapisi, hatalı bir genin yerine geçmek ya da hastalığı iyileştirmek ve vücudun hastalık ile savaşmasını geliştirmek için yeni hatasız bir gen ekleme sürecini kapsar. Gen terapisi RA, diyabet, hemofili ve AIDS gibi çok çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılır. RA tedavisinde gen terapisi yaklaşımı kullanılmaktadır. Gen terapisi, bir gen ürününün ya da birden fazla ürünün, hedefe özgü bağlanmasını kapsar. RA'da gen terapisi, artrit hastalarının eklemlerine terapötik proteinler iletimi için yeni bir yaklaşım sunmaktadır. İnterlökin-1 (IL-1) gibi enflamatuvar sitokinlerin sinoviyal hücrelerin ve kondrositleri sentezlenerek, hastalığın ilerlemesini yavaşlatmaktadır. Enflamatuvar süreçleri bloke etmek veya hasarlı kırıldak onarımını stimüle etme potansiyeline sahip birçok protein tanımlanmıştır. Proteinlerin çoğu in vivo olarak yarılanma ömrüne sahip olduğundan, etkili olarak uygulama yöntemlerini sınırlandırmaktadır.

Gen terapisi uygulamalarıyla ekzojen genler, artrit eklemlerin hücre ve dokularına iletilir böylece hastalığın ilerlemesi durdurulabilir. Ex vivo ve in vivo terapötik genlerin iletimi için viral ve viral olmayan vektörler kullanılmıştır. Ex vivo gen iletimi kullanılarak, RA hastalarının eklemlerinde başarılı ve güvenli bir gen aktarımı yapıldığı gösterilmiştir [18].

### 2.2.5. Süpermanyetik demir oksit nanopartikülleri

Son zamanlarda nanopartiküller, laboratuvar teşhisi ve terapötik tedavi yaklaşımlarını kolaylaştırdıkları için biyomedikal uygulamalarda kullanılmaktadır. Süper paramanyetik demir oksit nanopartiküller, sağlamlıklarını arttırmak için hidrofilik bir dekstran ya da biyo-uyumlu bir bileşik ile çekirdek olarak demir oksitten oluşmuştur [19]. Süpermanyetik Demir Oksit Nanopartikülleri (SPION) ve kortikosteroid deksametazon asetat, Poli Laktik-ko-Glikolik Asit (PLGA) mikropartikülleri içinde birlikte kapsülendir. RA'nın tedavisinde eklemlerde mikropartiküllerin kalma süresini artırır [19, 22].

## 3. Sonuçlar

RA heterojen bir hastalıktır ve tedaviye cevabı kesin olarak öngürülememektedir. Bu hastalıkta erken tanı ve tedavinin hastalardaki yapısal hasarların azalması ve hastalık sürecinde bireylerin hayat kalitesinin artmasına katkıda bulunacağı kanıtlanmıştır. RA'nın şiddetini azaltmak için NSAID'ler, kortikosteroidler, DMARD'ler gibi geleneksel tedaviler kullanılır. Fakat bu geleneksel tedavilerin uzun süreli uygulanması, kullanılan ajanların hastalarda yan etkiye sebep olmasından dolayı tedavilerde yetersiz kalmıştır. Geleneksel tedavilerin artrit kullanılmasıyla, eklem hasarının ve kararsızlığının önlenmesi amaçlanır. Geleneksel tedavilere cevap vermeyen hastalar için yeni tedavi yöntemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu derlemede yeni tedavi yöntemleri özetlenmiştir



## Kaynaklar

- [1] Hashemi, M., Atabaki, M., Daneshvar, H., et al. Association of PTPN22 rs2476601 and EGFR rs17337023 Gene polymorphisms and rheumatoid arthritis in Zahedan, Southeast Iran. *Int J Immunogenet.* 40 (4), (2013), 299-305. DOI: <https://doi.org/10.1111/iji.12038>
- [2] J, Becker., KL, Winthrop., Update on rheumatic manifestations of infectious diseases. *Curr Opin Rheumatol.* 22 (1), (2010), 72-7. DOI: 10.1097/BOR.0b013e328333b9f5.
- [3] <http://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/> (Erişim tarihi: 15 aralık 2018).
- [4] B., S., Ma, T., Genovese, M., & Lane Smith, R. et al. Cox-2 Selective Inhibitors and Bone. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, (2003), 201–205. DOI: <https://doi.org/10.1177/039463200301600303>
- [5] Furst, DE., Meloxicam: selective COX-2 inhibition in clinical practice. *Semin Arthritis Rheum.* 26 (1), (1997), 21-27. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0049-0172\(97\)80049-2](https://doi.org/10.1016/S0049-0172(97)80049-2)
- [6] 2002 Update American College of Rheumatology Subcommittee on Rheumatoid Arthritis Guidelines. Guidelines for the management of rheumatoid arthritis: *Arthritis Rheum.* 46 (2), (2002), 328-346. DOI: 10.1002/art.10148
- [7] Quan, L., Macromolecular Nanomedicine of Glucocorticoids for the Treatment of Rheumatoid Arthritis. *J Nanomed Nanotechol.* 4 (1), (2013), 126. DOI: 10.4172/2157-7439.1000e126
- [8] Kirwan, J., Boers, M., Low dose prednisolone for treatment of RA *Annals of the Rheumatic Diseases.* 63 (11), (2004), 1533-1534. DOI: <http://ard.bmj.com/content/63/11/1533>.
- [9] Wendling, D., Wijdenes, J., Racadot, E., Therapeutic use of monoclonal anti-CD4 antibody in rheumatoid arthritis. *J. Rheumatol.* 18 (3), (1991), 325–327. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2036.1996.59201000.x>
- [10] Van de Putte., Atkins, C., Malaise, M., et al. Efficacy and safety of adalimumab as monotherapy in patients with rheumatoid arthritis for whom previous disease-modifying antirheumatic drug treatment has failed. *Ann. Rheum. Dis.* 63, (2004), 508–516. DOI: 10.1136/ard.2003.013052
- [11] Jacobs, JWG., Everdingen, AAV., Verstappen, SMM., et al. Followup radiographic data on patients with rheumatoid arthritis who participated in a two-year trial of prednisone therapy or placebo. *Arthritis Rheum.* 54 (5), (2006), 1422-1428. DOI: <https://doi.org/10.1002/art.21809>
- [12] Smolen, JS., Aletaha, D., Koeller, M., New therapies for treatment of rheumatoid arthritis. *Lancet.* 370 (9602), (2007), 1861–1874. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)60784-3

- [13] Parmentier, J., Voss, J., Graff, C., et al. In vitro and in vivo characterization of the JAK1 selectivity of upadacitinib (ABT-494). *BMC Rheumatology*. 2 (23), (2018), 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41927-018-0031-x>
- [14] Toussiro, EA., Oral tolerance in the treatment of rheumatoid arthritis. *Curr Drug Targets Inflamm Allergy*. 1 (1), (2002), 45-52. DOI: <https://doi.org/10.2174/1568010023344850>
- [15] Gregoriadis, G., Drug entrapment in liposomes. *FEBS Lett*. 36 (3), (1973), 292-296. DOI: [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(73\)80394-1](https://doi.org/10.1016/0014-5793(73)80394-1)
- [16] Arora, R., Kuhad, A., Kaur, I.P., et al. Curcumin loaded solid lipid nanoparticles ameliorate adjuvant-induced arthritis in rats. *European Journal of Pharmacology*. 19 (7), (2014), 940-952. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejp.620>
- [17] Allen, TM., Hansen, C., Martin, F., et al. Liposomes containing synthetic lipid derivatives of poly(ethylene glycol) show prolonged circulation half-lives in vivo. *Biochim Biophys Acta*. 1066 (1), (1991), 29-36. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0005-2736\(91\)90246-5](http://dx.doi.org/10.1016/0005-2736(91)90246-5)
- [18] Samad, A., *Sultana, Y., Aqil, M.*, Liposomal Drug Delivery Systems: an update review, *Current drug delivery*. 4 (4), (2007), 297-305. DOI: 0.2174/156720107782151269
- [19] Wehling, P., Reinecke, J., Baltzer, A. W., et al. Clinical responses to gene therapy in joints of two subjects with rheumatoid arthritis. *Human gene therapy*, 20(2), (2009), 97-101. DOI: 10.1089/hum.2008.075
- [20] Evans, C. H., Ghivizzani, S. C., & Robbins, P. D., Arthritis gene therapy's first death. *Arthritis research & therapy*. 10 (3), (2008), 110. DOI: 10.1186/ar2411
- [21] Scheller, E. L., & Krebsbach, P. H. Gene therapy: design and prospects for craniofacial regeneration. *Journal of dental research*. 88 (7), (2009), 585-96. DOI: 10.1177/0022034509337480
- [22] Mahmoudi, M., Sant, S., Wang, B., et al. Superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs): Development, surface modification and applications in chemotherapy. *Adv Drug Deliv Rev*. 63 (1-2) ,(2011), 24-46. DOI: 10.1016/j.addr.2010.05

## YAYIN KOŞULLARI

---

1. Gönderilecek makalelerde alanında bir boşluğu dolduracak özgün bir araştırma sonuçlarını içermesi şartı aranır.
2. Yayın Kurulu, dergiye gönderilen makaleleri öncelikle yayın ilkerleri, dergi kapsamı, bilimsel içerik ve şekil açısından inceler. Ön incelemeden geçen makaleler değerlendirilmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Eserin dergiye kabul edilebilmesi için iki hakemden de olumlu değerlendirme alması gerekir. Gerekli görülmesi durumunda üçüncü hakemden de değerlendirme sürecine katkı sağlaması istenebilir. Son karar editöre aittir.
3. Yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin daha önceden yayımlanmamış olduğu ve intihal içermediği iThenticate programı aracılığıyla teyit edilir. Benzerlik raporu dergi editörleri tarafından kontrol edildikten sonra referanslar hariç benzerlik oranı % 20 ve altında çıkan makaleler değerlendirilmek üzere hakemlere gönderilir. Sonucu referanslar hariç % 20 üzerinde çıkan makaleler için yazardan düzeltme talep edilir. Gerekli düzeltmelerin 30 gün içerisinde yapılması durumunda makale reddedilir.
4. Makale yazarlarından değerlendirme ve yayın işlemleri için herhangi bir ücret talep edilmez.
5. Makalelerin tüm sorumluluğu ilgili yazarlara aittir. Makaleler uluslararası kabul görmüş bilimsel etik kurallarına uygun olarak hazırlanmalıdır. Gerekli olması halinde Etik kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.
6. Dergide yayınlanan yazılar ayrıca elektronik ortamda (<http://dergipark.gov.tr/hafebid/>) yayımlanır.
7. Bireysel kullanım dışında, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve tablolar yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez veya reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.



## YAZIM KILAVUZU

---

### Çalışmanın Türkçe İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde

Birinci YAZAR<sup>1\*</sup>, İkinci YAZAR<sup>2</sup>, Üçüncü YAZAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

ORCID ID: orcid.org/ 0000-0000-0000-0000

ORCID ID: orcid.org/ 0000-0000-0000-0000

<sup>2</sup>Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

ORCID ID: orcid.org/ 0000-0000-0000-0000

**Geliş Tarihi:** XX.XX.20XX

**\*Sorumlu Yazar e mail:** xxx@xxx.xxx

**Kabul Tarihi:** XX.XX.20XX

**Atıf/Citation:** Yazar, B., Yazar, İ., Yazar, Ü. “Çalışmanın Türkçe İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/2: 209-214

**Araştırma/ Derleme Makalesi / Research/ Review Article**

---

### Özet

Bu Microsoft Word belgesi Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayınlanan Fen Bilimleri Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimizde yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin bu şablona göre düzenlenmeleri gerekmektedir. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalı ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Yazım metni iki tarafa yaslanmalıdır. Özet bölümünün yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin 100 ila 200 kelime arasında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi gerekmektedir. Makalenin İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda başlık, özet ve anahtar kelimelerin önce İngilizcelerin sonra Türkçelerinin verilmesi gerekmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Anahtar kelime 1, Anahtar kelime 2, Anahtar kelime 3.

## Çalışmanın İngilizce İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde

### Abstract

Bu Microsoft Word belgesi Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayımlanan Fen Bilimleri Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimizde yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin bu şablona göre düzenlenmeleri gerekmektedir. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalı ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Yazım metni iki tarafa yaslanmalıdır. Abstract bölümünün yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin 100 ila 200 kelime arasında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi gerekmektedir. Makalenin İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda başlık, özet ve anahtar kelimelerin önce İngilizcelerinin sonra Türkçelerinin verilmesi gerekmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

**Keywords:** Keywords 1, Keywords 2, Keywords 3.

### 1. Giriş

Ana metin, A4 kağıt boyutuna 2 cm kenar boşlukları ile 12 punto yazı büyüklüğünde Times New Roman yazı tipi ile 1 satır aralığı ve her iki yana yaslı şekilde yazılmalıdır. Ana bölüm başlıkları numaralandırılmalı, kelimelerin ilk harfleri büyük olmalı ve **koyu (bold)** karakterde yazılmalıdır. Ana bölüm başlığından sonra 1,5 satır aralıklı boşluk bırakılarak metne geçilmelidir. Başlıkla üst metin arasında da bir satır boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Introduction**” olarak verilmelidir.

Bu bölümde çalışmayla ilgili yeterli literatür bilgisi verilmeli ve çalışmanın gerekçesi belirtildikten sonra amacı vurgulanmalıdır. Ancak konu ile ilgisi olmayan ve gereğinden fazla literatür bilgisi vermekten kaçınılmalıdır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu bölümde, uygulanan yöntemler ve teknikler anlaşılır bir şekilde verilmeli ve metin “Times New Roman” yazı tipinde 12 punto büyüklüğünde ve tek satır aralıkla yazılmalıdır. Metinle ilgili olarak Giriş bölümünde yapılan açıklamalar bu bölüm için de geçerlidir. Başlıkta bağlaç haricindeki tüm kelimelerde ilk harf büyük yazılmalıdır.

Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Material and Method**” olarak verilmelidir. Bölüm içerisinde alt bölüm başlıkları açılması mümkündür.

### 2.1. Materyal ve metot alt başlığı

Materyal ve metot bölümünde alt başlık altında bilgi verilmek istenmesi durumunda alt başlık “Times New Roman” yazı tipi, 12 punto ve kalın olarak yazılmalıdır. Alt başlığın ilk kelimesinin ilk harfi büyük, geri kalan kısmı ise küçük harflerle yazılmalıdır.

### 2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Şekiller grafik, diyagram, fotoğraf, resim ve harita şeklinde olabilir. Şekil yazısı şeklin alt kısmına yazılmalıdır. Hem şekil hem de şekil yazısı sayfaya ortalanmalıdır. Şekil yazıları okunaklı olmalıdır. Şekil ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı ile alt metin arasında da 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı 11 punto olarak yazılmalı ve aşağıdaki örnekte (Şekil 1) olduğu gibi verilmelidir. Metin içerisinde şekillere atıfta bulunulmalıdır.

**Şekil 1.** Örnek Resim (Bağlaçlar Hariç, Her Kelimenin İlk Harfi Büyük)

Tablolar açık çerçeveli tercih edilebilir. Tablo yazısı tablonun üst kısmına yazılmalıdır. Hem tablo hem de tablo yazısı sayfanın soluna

hizalanmalıdır. Tablo yazısı ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo ile alt metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo yazıları tercihen 11 punto ile yazılmalı ve tek satır aralığı seçilmelidir. Metin içerisinde tablolara atıfta bulunulmalıdır.

**Tablo 1.** Tablo Başlığı (Bağlaçlar Hariç, Her Kelimenin İlk Harfi Büyük).

Sütun Başlığı	Sütun Başlığı	Sütun Başlığı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı

Denklemler sırasıyla 1’den başlanarak numaralandırılmalıdır. Denklem sola yaslanarak yazılmalı ve denklem numarası sağ kenara yerleştirilmelidir. Denklem ile metin arasında üstten ve alttan birer satır boşluk bırakılmalıdır. Denklemler resim formatında olmamalıdır. Word denklem düzenleyicisi tercih edilebilir.

$$E=mc^2 \quad (1)$$

### 3. Bulgular

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular çalışma sırasına göre sunulmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Results**” olarak verilmelidir.

### 4. Tartışma

Bu bölümde, yapılan çalışmadan elde edilen bulgular bilimsel ilkele-  
rin ışığı altında önceki verilerle karşılaştırılarak irdelenmelidir. İste-  
nilmesi halinde, elde edilen bulgular ve bunların irdelenmesi **Bulgu-  
lar ve Tartışma** başlığı altında da verilebilir.



## 5. Sonuçlar

Bu bölümde çalışmadan elde edilen özgün sonuçlar bir sıra dâhilinde sunulmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Conclusions**” olarak verilmelidir.

## Teşekkür

Bu bölümde, çalışmada yardım ya da destekleri bulunan kişi veya kişilere ya da kurum yetkililerine teşekkür edilebilir. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bu bölümün başlığı “**Acknowledgment**” olarak verilmelidir.

## Kaynaklar

Çalışmada yararlanılan kaynaklar kullanım sırasına göre numaralandırılarak verilmelidir. Ancak Özet bölümünde kaynak gösterilmez. Kaynak numaraları köşeli parantez içerisinde gösterilmelidir. Kaynakların tamamı çalışmanın son sayfasındaki “Kaynaklar” başlığı altında, makale içerisindeki kullanım sırasına göre aşağıdaki örneklere uygun biçimde verilmelidir. Kaynaklar “Times New Roman” fontunda 10 punto olarak yazılmalıdır. Kaynak numaraları otomatik numaralandırma ile eklenmelidir ve her referans arasında 6 punto boşluk olmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**References**” olarak verilmelidir.

## Periyodik yayınlar:

- [1] Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C.,. Yayınlanan makalenin adı, Makalenin yayınlandığı dergi adı, Cilt ve sayı numarası 7(1), (yıl) sayfa numarası aralığı 1-12. Doi:

### **Kitaplar:**

[2] Soyadı, A. A., Kitap adı, Yayınevi, Kitabın basıldığı yer, (yıl).

### **Sempozyum, Kongre, Bildiri:**

[3] Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., Yayınlanan bildirinin adı, Bildirinin yayınlandığı sempozyum kongre, toplantı ya da konferans adı (s. 1-12), (yıl, Ay), Şehir, Varsa üniversite veya kuruluş.

### **Tez:**

[4] Soyadı, A. A., Yüksek Lisans veya Doktora tezinin adı, Tezin türü, Üniversite, Enstitü, (yıl).

### **Web sitesi:**

[5] <http://www.halic.edu.tr>, (Erişim tarihi:).

---

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editör

Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI

Editör Yardımcısı

**e-posta:** fbd@halic.edu.tr

<http://dergipark.gov.tr/hafebid>

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

Sütlüce Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İSTANBUL

Tel: 212 924 24 44