

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



HALIÇ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

HALIÇ UNIVERSITY
JOURNAL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

Cilt: 2 • Sayı: 1 • Mart 2019
Volume: 2 • Issue: 1 • March 2019

Haliç Üniversitesi Adına Sahibi <i>Owner on behalf of Haliç University</i>	Prof. Dr. Abdurrahman EREN Haliç Üniversitesi Rektörü
Editörler <i>Editors</i>	Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN Editör / Editor-in-Chief Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI Editör Yardımcısı / Associate Editor Uzman Merve Ayyüce KIZRAK Editör Asistanı / Assistant Editor Öğretim Görevlisi İsmail GÜNGÖR Editör Asistanı / Assistant Editor
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü <i>Publishing Manager</i>	Mustafa KILIÇASLAN Haliç Üniversitesi
Yönetim Yeri <i>Head Office</i>	Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Yazışma Adresi <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
İnternet Adresi <i>Web Address</i>	http://dergipark.gov.tr/hafebid
Yayın Türü <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
Asitsiz kâğıda basılmaktadır <i>Printed on acid free paper</i>	Bu sayı 500 adet basılmıştır. This issue printed as 500 copies.
Baskı <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
Basım Tarihi <i>Publication Date</i>	30.03.2019
Derginin Tarandığı Kaynaklar <i>Index in</i>	DergiPark 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 ÇİMENOĞLU (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)
Teknik Asistan Nadire Hicret PEKADEMİR

Cilt 2 Sayı 1
Hakem Listesi
Volume 2 Issue 1
Reviewer List

Prof. Dr. Bülent Oral
Prof. Dr. Necip Şimşek
Prof. Dr. Tunay Bilgin
Prof. Dr. Zühal Özcan
Doç. Dr. Özlem Sağıroğlu
Doç. Dr. Recep Yumurtacı
Doç. Dr. Serhat Özekes
Dr. Öğr. Üyesi Bilge Yararel
Dr. Öğr. Üyesi Buket Doğan
Dr. Öğr. Üyesi Büşra Ünver
Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt Uçarlı
Dr. Öğr. Üyesi Emre Yörtük
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Ceyda Güney Yüksel
Dr. Öğr. Üyesi Sennur Hilmioğlu

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 sayısını siz değerli okurlarımıza sunmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Dergimizin bu sayısında elektrik elektronik mühendisliği, matematik, bilgisayar mühendisliği, mimarlık, iç mimarlık ve moleküler biyoloji ve genetik alanlarında hazırlanmış dördü araştırma ve üçü derleme olmak üzere toplam yedi 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 our journal to you. In this issue four research and three review articles related to the fields of electrical and electronic engineering, mathematics, computer engineering, architecture, interior architecture and molecular biology and genetics 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 / Reserch Articles

Elektrik Elektronik Mühendisliği / *Electrical and Electronic Engineering*

Anlık Güç Kuramı ile Dengesiz Yükler için SAGF Uygulaması ..1-16
SAPF Application with the Instantaneous Power Theory for
Unbalanced Load in Power Systems
Mehmet Taciddin AKÇAY, Uğur ARİFOĞLU

Matematik / *Mathematics*

On Coincidence Degree Theory Some Corrections and
Explanations.....17-34
Örtüşen Derece Teorisi Üzerine Bazı Düzeltme ve İzahlar
Ali SIRMA

Bilgisayar Mühendisliği / *Computer Engineering*

Sağlık Sigortacılığında Eczane – İlaç Üretici Firması Arasında
İlişkilendirme Analizi.....35-47
Association analysis between pharmacies and pharmaceutical
companies in Healthcare Insurance systems
Erdi AKPINAR, Mustafa Cem KASAPBAŞI

Mimarlık / *Architecture*

Ankara, Gölbaşı, Hallaçlı Mahallesi’nde I. Ulusal Mimarlık
Dönemi’ne Ait Bir Örnek: “Mehmet Ağa Konağı”49-76
An Example of the First National Architectural Movement in
“Hallaçlı” District, “Gölbaşı, Ankara: Mehmet Ağa” Mansion
Sevinç DUYGU YALVAÇ, Gediz URAK

Derleme Makaleler/ *Review Articles*

İç Mimarlık / *Interior Architecture*

- Otomotiv Tasarımında Modülerlik Kavramı Üzerine
Araştırma.....77-101
Research on the Concept of Modularity in Automotive Design
Esra AYIK
- Mikro Hacimlerde Mobilya Sistemleri 103-112
Furniture Systems in Micro Spaces
Sevgi YÜCEL, Füsun SEÇER KARİPTAŞ

Moleküler Biyoloji ve Genetik / *Molecular Biology and Genetics*

- Genom Düzenleme Teknolojileri ve Bitkilerdeki
Uygulamaları..... 113-133
Genome Editing Technologies and its Applications in Plants
Feyza TUFAN, Esra Nur KELEŞ

Anlık Güç Kuramı ile Dengesiz Yükler için SAGF Uygulaması

Mehmet Taciddin AKÇAY^{1*}, Uğur ARİFOĞLU²

¹İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Raylı Sistem Daire Başkanlığı, İstanbul, Türkiye.

²Sakarya Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Sakarya, Türkiye.

Geliş Tarihi: 12.10.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** taciddin.akcay@ibb.gov.tr

Kabul Tarihi: 08.02.2019

Atf/Citation: Akçay, M. T. ve Arifoğlu, U. “Anlık Güç Kuramı ile Dengesiz Yükler için SAGF Uygulaması”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/1: 1-16

Özet

Nonlineer devre elemanları tek fazlı ve çok fazlı elektrik dağıtım sistemlerinde harmonik akım ve gerilimlere neden olmaktadır. Harmonik sistem nedeniyle akım ve gerilim sinyal işaretleri bozulmaktadır. Harmoniklerin oluşumu ile sistemin verimi olumsuz etkilenmektedir. Bu durumun olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ve hafifletmek için sisteme birtakım filtreleme yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemler aktif yöntemler ve pasif yöntemler olmak üzere iki sınıfta incelenmektedir. Bu çalışmada dengesiz yükler için seri aktif güç filtresinin (SAGF) tasarımı araştırılmıştır. SAGF'nin devrede aktif olduğu ve olmadığı durumlar özel olarak çalışılarak devrenin oluşturduğu THD (toplam harmonik bozulma) verileri incelenmiştir. Bu aktif yöntemin hedefi, oluşan harmoniğe eşik ölçüde ve zıt fazda harmonik gerilim üretmek harmoniği yok etmektir. Tasarım için Akagi'nin anlık güç kuramından yararlanılmıştır. Bu şekilde zamanda oluşan gecikmelerin önüne geçilmiştir. Histerezis bant kontrol yöntemi ile de anahtarlama devre elemanları kontrol edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anlık güç, Doğrultucu, Filtre, Harmonik, Yük, SAGF.

SAPF Application with the Instantaneous Power Theory for Unbalanced Load in Power Systems

Abstract

In multiphase and single-phase electrical power circuit systems, nonlinear elements in the cause harmonics. Harmonics reduce the quality of electrical systems, by adversely affecting them. Undesirable fluctuations emerge in current and voltage signals. Harmonic elimination methods are used to reduce these negative effects. These

methods are divided into two types as active and passive. In this study, the design of a series active power filter (SAPF), which is one of the active elimination methods in unbalanced electric loads, is explained. THD (total harmonic distortion) values occurring in voltage were investigated, by examining the cases, where SAPF was enabled and disabled, separately. These types of filters aim to eliminate harmonics by transmitting in the opposite phase and equal magnitude harmonic voltage signals to harmonics. In the design of SAPF, Akagi's Instantaneous Power Theory was utilized. With the Instantaneous Power Theory, possible delays in time are prevented. The switching circuit elements were checked by the hysteresis tape control method.

Keywords: Filter, harmonic, rectifier, instantaneous power, load, SAPF.

1. Giriş

Elektrik şebekesinin ana görevi sinüzoidal dalga şekline sahip gerilimin sağlanmasıdır [1]. Güç kalitesi probleminin çözümü için uzun yıllardır çalışılmaktadır [2]. Güç kalitesinde problem gerilim, akım ve frekansta meydana gelen rahatsız bir durum olarak tanımlanmaktadır [3]. Enerji dağıtım sistemlerinde kaliteli enerjinin elde edilmesi ve dağıtılması için sistemin bazı kriterleri sağlaması gerekmektedir. Bu kriterler yardımıyla enerjinin kaliteli olması sağlanmaktadır. Sistemin sağladığı gücün kaliteli olması için kaynak geriliminin ve kaynak akımının sinüzoidal biçimden sapması ve lineer olmayan devre ekipmanlarının davranışı incelenmelidir. Doğrultucular, inverterler, AC regülatörler vb. ekipmanların hızla artması güç sistemlerinde harmoniklerin artması ve gereksiz reaktif güç çekilmesini de beraberinde getirmiştir [4].

Aktif güç filtreleri, günümüzde doğrusal olmayan yüklerin yarattığı sorunların çözümünde daha uygun bir araç olarak kabul görmektedir [5]. Reaktif güç ve harmonikler güç kalitesinin davranışını etkileyen önemli unsurlardır [6]. Harmonikler güç sistemlerinde ek kayıplar, ek gerilim düşümleri, rezonans olayları, güç faktörünün değişmesi gibi teknik ve ekonomik problemlere yol açar [7]. Lineer olmayan yükler tarafından oluşturulan harmonikler nedeniyle enerjinin üretim, iletim ve dağıtım safhalarında enerji kirliliği oluşarak tüketiciye giden enerjinin kalitesi düşmektedir [8]. Enerji kalitesi için sistemde bulunan harmoniklerin temizlenmesi gerekir. Kaynak gerilim ve akım

sinial işaretinin nominal şartlarda sinüzoidal şekilde olması beklenir. Sistemde lineer olmayan ve benzeri yüklerin varlığından dolayı bu durum çok sağlanamamaktadır. Bundan ötürü sistemde harmonikler meydana gelmektedir [9-13]. Temel frekans dışında oluşan harmonikler güç kalitesinde olumsuzlukların oluşmasına neden olmaktadır. Harmoniklerden ötürü devreye bağlı bazı ekipmanların arızalanması, aşırı yüklenme, güç kaybı, aşırı akım, aşırı gerilim ve rezonans gibi durumlar ortaya çıkmaktadır. 1 kV- 69 kV arasındaki gerilim değerleri için izin verilen THD değeri IEEE-519-2014 standardına göre % 5 olarak öngörülmüştür. Güç kalitesi için bu değer sağlanması gerekmekte olup bu değer üzerindeki sistemlerde gerilim işaretinde bozulmalar meydana gelmektedir.

Güç sistemleri için filtreleme yapılırken sistemlere uygun çözüm uygulanmaktadır. Filtreleme yapılırken aktif ve pasif yöntemler uygulanmaktadır. Pasif filtre çözümlerinde harmonik analizi yapıldıktan sonra çıkan harmoniklerin sonucuna göre uygun çözümler tercih edilmektedir. Bu yöntemde dinamik yük davranışının olmadığı statik durumlar ele alınmaktadır. Mevcut yük durumuna göre sistem tasarlanarak uygun filtreleme çözümü uygulanmaktadır. Bu filtreleme yönteminde dinamik yüklere yönelik bir öngörü olmadığı için sisteme yeni uygulanan yüklerin harmoniği hesaba alınmamakta ve bu durumda sistem bu harmonikler açısından korumasız kalmaktadır. Bu durumda güç sistemleri için olumsuz bir durum oluşmakta olup sistemin korunması için ek maliyetler ortaya çıkmaktadır. Pasif filtreleme yapılırken rezonans durumu ayrıca ele alınmalıdır [14-19]. Aktif filtreleme yapılırken harmonikler güç elektroniği devre elemanları kullanılarak elimine edilmektedir [1]. Aktif filtreler Harmoniklerin ortadan kaldırılması için geliştirilmiş elemanlardır [7]. Bu yöntemde basit yöntemden farklı olarak bütün frekanslardaki harmonikler temizlenerek akım ve gerilim eğrileri sinüzoidal dalga şekline gelmektedir. Bu yöntem özellikle dinamik yük davranışının olduğu sistemlerde uygulanmaktadır. Bu yöntemin avantajlarından biri sistem için ilave olarak reaktif güç kompanzasyonunun yapılmasına gerek kalmamaktadır.

Bu çalışmada üç fazlı sistemler için SAGF tasarımı benzetimiyle birlikte yapılmıştır. Filtreli ve filtresiz durumlar incelenerek THD değerlerinin analizi yapılmıştır. SAGF ile kaynak gerilimi harmoniklerden temizlenerek gerilim regülasyonu sağlanmıştır. Benzetim için dengesiz yük durumu incelenmiştir. SAGF'nin dengesiz yük durumdaki sisteme sağladığı faydalar analiz edilmiştir. Akagi'nin anlık güç kuramından yararlanılarak tasarım yapılmıştır. Paralel filtreyle birlikte SAGF kullanılarak hibrit bir yapı oluşturulmuştur. Pasif filtre üçüncü ve beşinci harmonikler için tercih edilmiştir. Hibrit yapı ile SAGF'nin performansının artırılması sağlanmıştır. Benzetimde matlab/simulink programından yararlanılmıştır.

2. Materyal ve Metot

1983 senesinde Akagi tarafından savunulan Anlık Güç Kuramı 1982 senesinde ilk kez ortaya çıkmıştır. Bu kuramla anlık güç cebirsel olarak toplanarak zamanda oluşabilecek gecikmenin önüne geçilmektedir. Bu kuramın uygulama sahaları nötr hattı olan ve olmayan, ideal olan ve olmayan gerilimle akım kullanan, geçici hal ve sürekli hal durumlarını içermektedir [20-24]. Bu teoremin tercih nedeni zamanla oluşabilecek gecikmelerin önlenmesidir. Harmonik akım bileşenleri yük tarafından çekilen akımın içerisinde bulunmaktadır [24].

Clarke dönüşümü olarak bilinen α - β dönüşümü 3-fazlı akım ve gerilimleri iki fazlı durağan yapıya çeviren cebirsel bir dönüşümdür. 2-fazlı α - β durağan referans yapıya çevrildikten sonra anlık güç teorisi kullanılarak yükün gerçek ve sanal güçleri hesaplanır. Gerilim harmonik kompanzasyonu yapmak için aktif gücün dalgalı bileşenine ve reaktif güce ihtiyaç vardır. Seri aktif filtre şebekeye gelen harmonikli gerilimi sinüzoidal dalga şekline dönüştürmek için sisteme enjekte etmesi gereken gerilimi referans gerilimler yardımıyla bulur. Aktif gücün dalgalı bileşeni ve reaktif güç denklem hesaplamaya katılır. Seri aktif filtrenin ürettiği referans gerilimler aşağıdaki eşitliklerde gösterilmiştir. Referans gerilimler aktif filtrenin ihtiyacı

olan tetikleme sinyallerinin oluşturulması için gereklidir. Anlık güç teorisine göre α - β düzleminde hesaplanan referans gerilimler daha sonra ters Clarke dönüşümü ile 3 fazlı sistemdeki gerilimlere dönüştürülür.

Anlık güç eşitliği (1) ile verilmektedir [25].

$$P_a(t) = VI \cos \varphi (1 - \cos 2\omega t) - VI \sin \varphi \sin 2\omega t \quad (1)$$

Ortalama aktif güç değeri ise (2) [12] eşitliğinde gösterilmektedir.

$$P = VI \cos \varphi \quad (2)$$

(3) eşitliği ile α fazına ait akımın etkin değeri bulunmaktadır [12].

$$I = (I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots)^{1/2} \quad (3)$$

(4) denklemiyle üç faza ait görünür güç hesabı verilmektedir [25].

$$S = 3VI \quad (4)$$

Nonlineer yüklerle ait reaktif ve harmonik güç hesaplamaları (5) ve (6) ile verilmektedir [12].

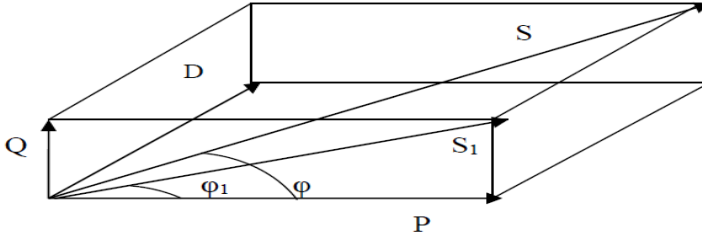
$$Q = 3V I \sin \varphi \quad (5)$$

$$D = 3V (I_2^2 + I_3^2 + \dots)^{1/2} \quad (6)$$

Bu hesaplamaların ardından en son (7) eşitliğindeki görünür güç ifadesi bulunmaktadır [10].

$$S^2 = P^2 + Q^2 + D^2 \quad (7)$$

Şekil 1 ile (7) eşitliğindeki güç dörtyüzlüsü verilmektedir.



Şekil 1. Güç Dörtüzlüsü

Toplam güç katsayısı (8) ile elde edilmektedir [25].

$$\cos \varphi = P/S_1 \quad (8)$$

Clarke dönüşümü ile anlık güçler hesaplanmaktadır. Bu yöntemde üç faza ait akım ve gerilim ifadeleri cebir işlemlerle iki fazlı bir yapıya çevrilmektedir. Bu dönüşüm (9) ve (10) ile verilmektedir [8].

$$\begin{bmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{sa} \\ V_{sb} \\ V_{sc} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{ya} \\ I_{yb} \\ I_{yc} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Anlık aktif güç eşitliğine ait ifade (11) ile verilmektedir [13].

$$P_3 = V_\alpha \cdot I_\alpha + V_\beta \cdot I_\beta \quad (11)$$

(12) eşitliği ile anlık reaktif güç bulunmaktadır [25].

$$Q_3 = V_\beta \times \dot{I}_\alpha - V_\alpha \times \dot{I}_\beta \quad (12)$$

(13)'de anlık gerilim ve anlık akım değerleri yardımıyla anlık güçler bulunmaktadır [8].

$$\begin{bmatrix} P3 \\ Q3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\alpha & I\beta \\ -I\beta & I\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Va \\ V\beta \end{bmatrix} \quad (13)$$

Anlık gerilimlerin elde edilişi (14) ile verilmektedir [12].

$$\begin{bmatrix} Va \\ V\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\alpha & I\beta \\ -I\beta & I\alpha \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P3 \\ Q3 \end{bmatrix} \quad (14)$$

Referans gerilimler (15) ile hesaplanmaktadır.

(28) denklemi ile elde edilen gerilimler a- β düzleminde üç fazlı V_{ca}^* , V_{cb}^* , V_{cc}^* referans gerilimlere dönüştürülmektedir [25].

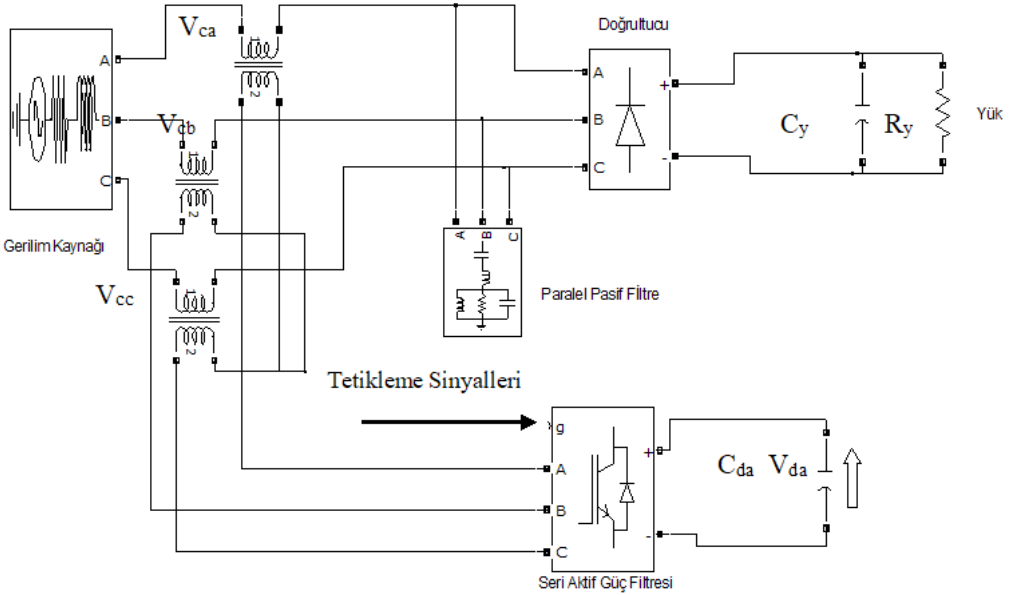
$$\begin{bmatrix} V_{ca}^* \\ V_{cb}^* \\ V_{cc}^* \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1/2 & \sqrt{3}/2 \\ -1/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Va \\ V\beta \end{bmatrix} \quad (15)$$

Bu ifadeyle gerilim değerlerinin cebirsel işlemle a- β düzleminde üç fazlı V_{ca}^* , V_{cb}^* , V_{cc}^* referans gerilimlere dönüşümü gerçekleştirilmektedir. Referans gerilimleri ile seri aktif güç filtresinin ihtiyacı olan tetikleme sinyalleri üretilmektedir.

3. Bulgular

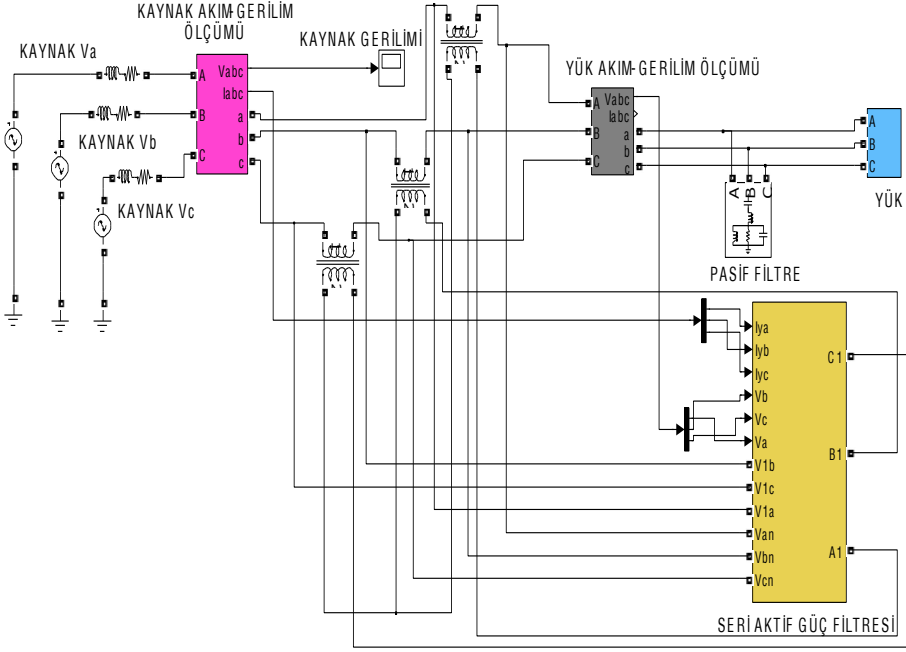
Bu çalışma ile hibrit bir yapı sunularak seri aktif güç filtre paralel pasif filtre ile beraber kullanılmıştır. Pasif filtrenin tercih sebebi çalışma verimini yükseltmekle birlikte üçüncü ve beşinci harmonikleri elimine etmektir. Bu çalışma kapsamında SAGF'nin dengesiz yük dağılımının olduğu sistemlerde davranışı analiz edilmiştir. Benzetim için

anahtarlama frekansı 10 kHz olarak seçilerek ısınma etkisinden kaçınılmıştır. Şekil 2’de tasarlanan hibrit filtreye ait devre modeli gösterilmektedir.



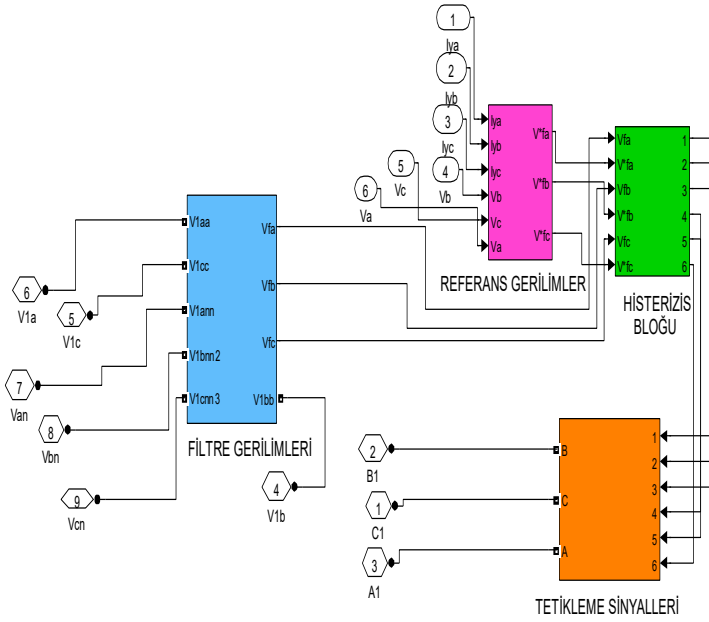
Şekil 2. Hibrit Filtre Bağlantı Şeması

Kaynak gerilim voltajları a fazı için $240 V_{rms}$, b fazı için $200 V_{rms}$, c fazı için $220 V_{rms}$ olarak belirlenmiştir. Bu değerler faz-nötr gerilimlerini ifade etmektedir. Şekil 3’de hibrit filtreye ait benzetim ekranı gösterilmektedir.



Şekil 3. Hibrit Filtre Simulink Devre Şeması

Referans gerilimlerle birlikte tetikleme sinyallerinin oluşturulduğu benzetim ekranı şekil 4 ile verilmektedir.



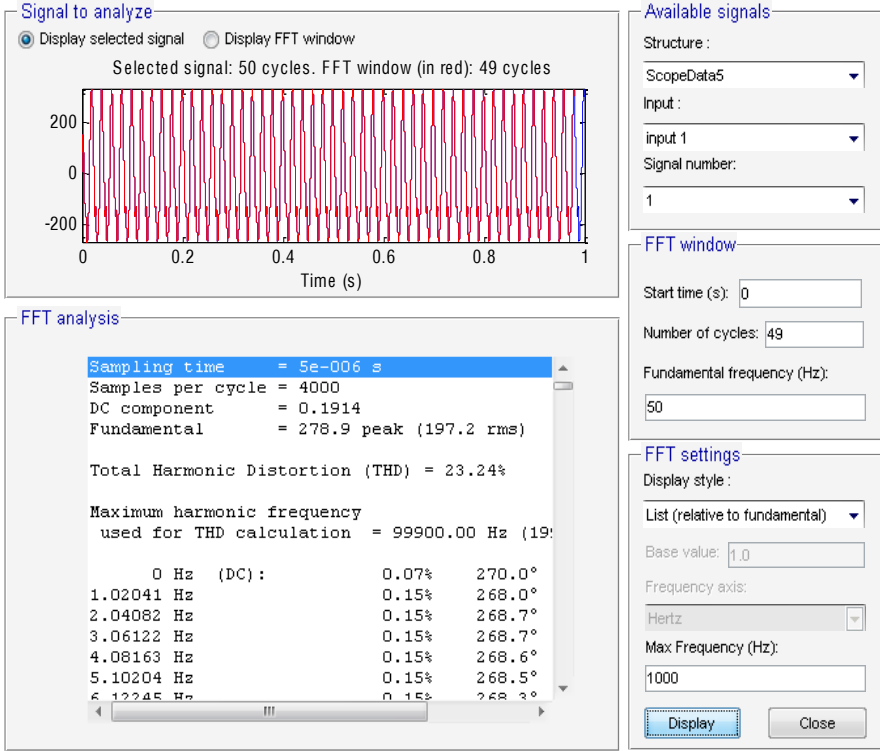
Şekil 4. Tetikleme Sinyallerinin Oluşturulduğu Kısım

Tablo 1’de dengesiz yük durumuna ait SAGF parametreleri yer almaktadır.

Tablo 1. Dengesiz Yük Halinde SAGF Parametreleri

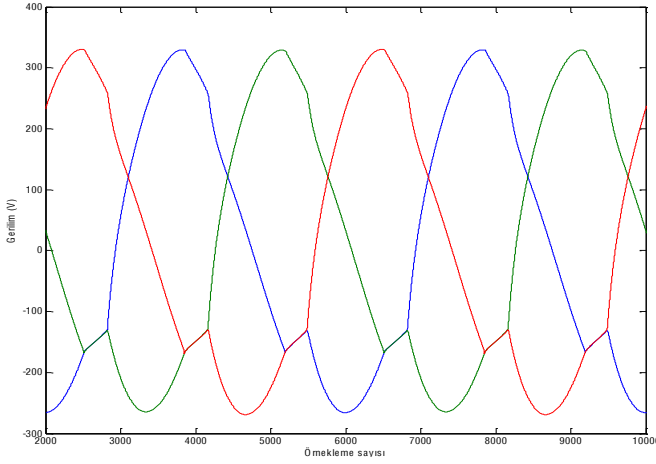
SAGF PARAMETRELERİ	DEĞER
Kaynak Gerilimi (V_a)	220 V_{rms} Faz-Nötr
Kaynak Frekansı	50 Hz
Kaynak Empedansı (R_k, L_k)	1e-2 Ω 1e-3 H
Yük Empedansı (R_{YA}, C_{YA})	2.15 Ω 1e-7 F
Yük Empedansı (R_{YB}, C_{YB})	2.35 Ω 1e-6 F
Yük Empedansı (R_{YC}, C_{YC})	2.2 Ω 1e-5 F
SAGF Histerizis Bant Aralığı	0.2 V
SAGF Empedansı (R_p, L_p)	1e-2 Ω 1e-3 H
SAGF Kondansatör	5000 μ F
Transformatör Çevirme Oranı	1

Filtre tasarımında kalite faktörü 16 olarak seçilmiştir. Benzetime ait filtreli ve filtresiz devrelere ait durumlar ayrı ayrı araştırılmıştır. Şekil 5 ile filtresiz duruma ait benzetim sonuçları ve THD değeri gösterilmektedir.



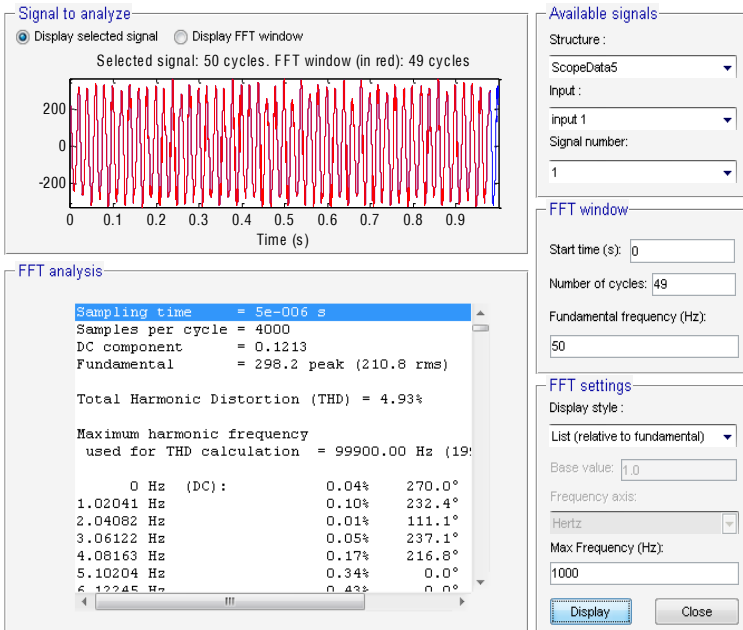
Şekil 5. Filtresiz Durumda Kaynak Gerilimi ve % THD'si

Şekil 6'da filtresiz duruma ait kaynak gerilimlerinin değişimi gösterilmektedir. Filtresiz durumda THD değeri 23 olmaktadır.



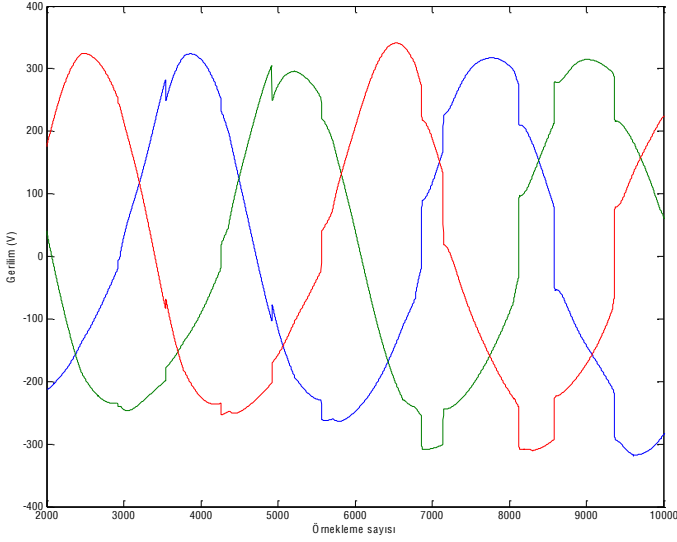
Şekil 6. Filtresiz Duruma Ait Kaynak Gerilimleri

Filtreli duruma ait benzetim sonuçları ise Şekil 7 ile verilmektedir. Bu durumda % THD değeri 4.93 olmaktadır.



Şekil 7. Filtreli Durumda Kaynak Gerilimi ve % THD'si

Filtreli durumda kaynak gerilimlerinin değişimi Şekil 8’de gösterilmektedir.



Şekil 8. Filtreli Duruma Ait Kaynak Gerilimleri

Filtreli ve filtresiz koşullara ait özet durum Tablo 2’de gösterilmektedir. Kaynak gerilimlerinde elde edilen iyileştirme bu tabloda anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Filtreli ve Filtresiz Durumlara Ait Özet Durum

Faz	Seri Aktif Filtrenin Bağlı Olmadığı Durumda % THD	Seri Aktif Filtrenin Bağlı Olduğu Durumda % THD
A	23.24	4.93
B	23.79	4.84
C	23.28	4.75

4. Tartışma

Bu çalışma ile hibrit bir yapıda kurgulanan SAGF ve paralel pasif filtreye ait benzetim çalışmaları yapılmıştır. Filtreli ve filtresiz durumlar ayrı ayrı incelenerek sistem analiz edilmiştir. Filtre kullanılmadığı durumda a fazına ait % THD değeri 23.24 iken b fazında 23.79 c fazında ise 23.28 olmaktadır. Devrede hibrit filtre aktif olduğu durumda ise a fazına ait % THD değeri 4.93 olurken b fazında 4.84 c fazında ise 4.75 olmaktadır. Filtreli durumda nominal dalga şekli olan sinüzoidal biçime yaklaşıldığı görülmektedir. [1] ile belirtilen çalışmada güç kalitesinin iyileştirilmesi için seri aktif güç filtresi tasarımı yapılmıştır. Ancak ilgili çalışmada harmoniklerle ilgili bir analiz yapılmamıştır. Referans [2]'deki çalışmada tek fazlı aktif güç filtresi için yeni algoritmalar kullanılmış ve gerilim % THD 1,2 seviyelerine düşürülmüştür. Ancak ilgili çalışma tek faz için yapılmış olup bu çalışmada ise üç fazlı sistemler için çözüm sağlanmıştır. Ayrıca ilgili çalışmada gerilim % THD değeri 15,2 değerinden 1,2 değerine düşürülürken bu çalışmada % THD değeri 23 seviyelerinden 4 seviyelerine düşürülmüştür [4] ile belirtilen çalışmada ise referans akım çıkartma yöntemleri kullanılarak paralel aktif güç filtresi tasarımı yapılmıştır. İlgili çalışmada % THD değeri 21 seviyelerinden 4 seviyelerine düşürülmüştür. Bu çalışmada ilgili çalışmaya kıyasla daha fazla iyileştirme sağlanmıştır. [6]'da gösterilen çalışmada ise multi-level histerezis band akımı kontrolü ile paralel aktif güç filtre tasarımı yapılmıştır. İlgili çalışmada üç seviyeli evirici ile % THD değeri 28 seviyelerinden 6 seviyelerine indirilmiştir. Bu çalışmada ilgili çalışmaya kıyasla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

5. Sonuçlar ve Değerlendirme

Filtrenin devrede kullanılması durumunda sistemdeki harmoniklerin ortadan kaldırıldığı ve standartta belirtilen sınırların içerisinde kalındığı görülmüştür. Akagi yöntemi ile harmoniklere uygulanan

filtreleme sayesinde enerji kalitesi arttırılmış olup zamanda herhangi bir gecikme yaşanmamıştır. Tasarlanan hibrit yapı yardımıyla performansı yüksek ve etkili bir filtreleme olanağı sağlanmıştır. Bu yapı ile dinamik yük davranışı olması durumunda sistemde bulunan harmonikler hızlı tepki süresi ile temizlenmektedir. SAGF filtre sayesinde yük harmoniğine zıt fazda ve eşit genlikle harmonik gerilimler elde edilerek sistem korunmuştur. Sistemde bulunan harmoniklerin ekipmanlara negatif etkileri olduğu için sistemin filtrenmesi önemli bir yere sahiptir. Harmoniklerin olumsuz etkisini azaltmak için harmonik analizi yapılarak pasif, aktif veya hibrit olmak üzere sistem için en uygun filtreleme yöntemi tasarlanmalıdır. Gelişen teknoloji ile yeni algoritmalar kullanılarak bu tasarımlar için daha etkili sonuçlar elde edilebilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Annapoorani, I., Samikannu, R., Senthilnathan, K. Series Active Power Filter for Power Quality Improvement Based on Distributed Generation. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2017, 12, 12214-12218.
- [2] Teixeira, N., F., Pinto, J., G., O., Freitas, M., J., S., Afonso, J., L. New Control Algorithm for Single-Phase Series Active Power Filter”, *Electric Power Components and Systems Journal*, Taylor & Francis Group, LLC, 2015, 43, 1752-1760.
- [3] Bagde, A., P., Ambatkar, R., B., Bhure, R., G., Rakhonde, B., S. Power Quality Improvement By Series Active Power Filter- A Review. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2017, 4, 1730-1733.
- [4] Kahraman, Ö., A., Sevim, D., Erkan, E., Çelebi, S., B., Cebeci, M. Reference Signal Estimation Methods for Parallel Active Power Filter Control. *International Engineering and Technology Symposium*, May 2018, 1-7.
- [5] Hekimoğlu, B., Ekinci, S. Paralel Aktif Güç Filtresi Denetimi İçin Adaline YSA Tabanlı Farklı Referans Akım Çıkartım Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Journal of Life Sciences*, 2016, 6, 219-237.
- [6] Uçar, F., Coteli, R., Dandil, B. Three Level Inverter Based Shunt Active Power Filter Using Multi-Level Hysteresis Band Current Controller. *Przeгляд Elektrotechniczny (Electrical Review)*, 2012, 88, 227-231.
- [7] Efe, S., B. Active and Passive Harmonic Filter Application for Industrial Installations. *BEU Journal of Science*. 2016, 5, 65-76.

- [8] Sezer, M. Design of shunt active power filter on three phase systems. MSc, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 2006.
- [9] Peng, F.Z. Application issues of active power filters. IEEE Ind. Appl. Mag., September, 1998, 5, 21-30.
- [10] Adak, S. Mitigation of harmonic distortion in electric power system. Phd, Yıldız Technical University, Istanbul, Turkey, 2003.
- [11] Sucu, M. Computer aided modeling and simulation of occurred harmonics filtering in electric energy systems. MSc, Marmara University, İstanbul, Turkey, 2003.
- [12] Bozabali, M. Design and simulation of shunt active power filter on three phase systems. MSc, Sakarya University, Sakarya, Turkey, 2009.
- [13] Ucar, M. Design and implementation of 3-phase 4-wire shunt active power filter. MSc, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey, 2005.
- [14] Gezegin, C. Hybrid active filters for harmonic filtering and reactive power compensation. MSc, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey, 2006.
- [15] Kesler, M. Design of shunt active power filter and DSP based control with Vis-Sim software. MSc, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey, 2005.
- [16] Akagi, H., Watanebe, E. H., Aredes, M. Instantaneous power theory and applications to power conditioning, New Jersey, USA, Wiley-IEEE Press, 2007.
- [17] Singh, B., Haddad, K, Cgandra, A. A Review of Active Filters for Power Quality Improvement. IEEE Trans. Ind. Electron, 1999; 5: 133-138.
- [18] Akagi, H. Active harmonic filters,, Proc. IEEE, 2005; 12: 2128-2141.
- [19] King, A., Knight, W. Uninterruptible power supplies and standby power systems, New York, USA, McGraw-Hill Press, 2003.
- [20] Nielsen, J. G., Blaabjerg, F. A detailed comparison of system topologies For dynamic voltage restorers. IEEE Trans. Ind. Electron,, 2005; 5: 1272-1280.
- [21] Fujita, H., Akagi, H. The unified power quality conditioner: The integration of series- and shunt-active filters. IEEE Trans. Ind. Electron,, 1998; 2: 315-322.
- [22] Roux, A. D., Mouton, H. T., Akagi, H. Digital control of an integrated series active filter and diode rectifier with voltage regulation. IEEE Trans. Ind. Appl, 2003; 6: 1814-1820.
- [23] Peng, F. Z., Akagi, H., Nabae, A. A new approach to harmonic compensation in power systems – a combined system of shunt passive and series active filters, IEEE Trans. Ind. Appl,, 1990; 6: 983-990.
- [24] Bhattacharya, S. High power active filter systems, Phd, University of Wisconsin, Madison, USA 2003.
- [25] Akçay, M., T., Series active power filter design for unbalanced conditions. MSc, Sakarya University, Sakarya, Turkey, 2010.

On Coincidence Degree Theory Some Corrections and Explanations

Ali SIRMA*

*Haliç University, Department of Industrial Engineering, Istanbul, Turkey

Received Date: 18.12.2018

*Corresponding author e mail: alisirma@halic.edu.tr

Accepted Date: 04.03.2019

Atıf/Citation: Sirma, A. "On Coincidence Degree Theory Some Corrections and Explanations", Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/1: 17-34

Abstract

Coincidence degree theory, also known Mawhin's coincidence theory is very powerful technique especially in existence of solutions problems in nonlinear equations. It has especially so broad applications in the existence of periodic solutions of nonlinear differential equations so that many researchers have used it for their investigations. In coincidence degree, mainly existence of solutions of the operator equation in the form $Lx = Nx$ in an open and bounded set Ω in some Banach space was researched. Here, L is a linear operator and N is a nonlinear operator satisfying some special properties. In this study mainly the studies of Gaines and Mahwin are followed, the statement of continuation theory in a coincidence degree theory was corrected and the reason is expressed. A continuation theorem was expressed in different manner. In order to help the researchers with their studies on this subject, the proof that was provided by Gaines and Mawhin has now been presented with more detailed explanation.

Keywords: Coincidence Degree Theory, L -compact operator, Homotopy Theory.

Örtüşen Derece Teorisi Üzerine Bazı Düzeltme ve İzahlar

Özet

Gaines-Mawhin örtüşen derece teorisi olarak da bilinen örtüşen derece teorisi, özellikle doğrusal olmayan denklemlerdeki çözümün varlığı probleminde güçlü bir tekniktir. Özellikle doğrusal olmayan diferansiyel denklemlerin periyodik çözümlerinin varlığının gösterilmesinde çok geniş bir uygulaması olduğundan pek çok araştırmacı çalışmalarında bu metodu kullanmışlardır. Örtüşen derece teorisinde, bir Banach uzayındaki Ω açık ve sınırlı kümesinde tanımlı $Lx = Nx$ formundaki bir operatör

denkleminin çözümlerinin varlığı araştırılır. Burada L bir doğrusal operatör ve N doğrusal olmayan bir operatör olmak üzere L ve N bazı özel koşulları sağlayan operatörlerdir. Bu çalışmada esas olarak Gaines ve Mawhin'in çalışmaları takip edilmiş, örtüşen teoremin sürdürülebilirlik teoreminin ifadesindeki ikinci sonuç düzeltilmiş ve gerekçesi belirtilmiştir. Her ne kadar uygulamalarda birinci sonuç kullanılsa da bu ikincisinin düzeltilmesi de önemli bir çalışmadır. Bu sürdürülebilirlik teoremi farklı bir şekilde ifade edilmiştir. Gaines ve Mawhin'in çok az izahla verdiği ispat ilerideki çalışmalara yardımcı olmak amacıyla yeterince detaylı bir şekilde izah edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Örtüşen Derece Teorisi, L -kompakt operatör, Homotopi Teorisi.

1. Introduction

It is known that in a finite dimensional case, for an open and bounded set $\Omega \subset \mathbb{R}^n$, for a continuous function $f \in C(\bar{\Omega})$ and for a point $p \in \mathbb{R}^n \setminus f(\partial\Omega)$, the degree of f on Ω with respect to p , $d(f, \Omega, p)$, is well defined. But unfortunately this is not the case in infinite dimension for a continuous function $f \in C(\bar{\Omega})$. Luckily, in an arbitrary Banach space X , Leray and Schauder proved that for an open and bounded set $\Omega \subset X$, for a compact operator $M: \bar{\Omega} \rightarrow X$ and for a point $p \in X \setminus (I - M)(\partial\Omega)$, the degree of compact perturbation of identity, $I - M$, in $\bar{\Omega}$ with respect to point p denoted by $d(I - M, \Omega, p)$ is well defined. One of the useful properties of degree theory is that if the degree $d(I - M, \Omega, p) \neq 0$ then the equation $(I - M)x = p$ has at least one solution in Ω . In particular if it is taken $p = 0 \in X \setminus (I - M)(\partial\Omega)$, and if $d(I - M, \Omega, 0) \neq 0$ then the compact operator M has at least one fixed point in Ω .

Gaines and Mawhin in [1] studied existence of a solution of an operator equation

$$Lx = Nx \tag{1}$$

defined on a Banach space X in an open and bounded set Ω using the Leray-Schauder degree theory. But since the operator $I - (L - N)$ is not compact in general the need to define a compact operator M such

that its set of fixed points in Ω would be equal to a solution set of operator equation (1) in Ω aroused. In [1], the compact operator M is given and the coincidence degree for the couple (L, N) in Ω is defined by $d[(L, N), \Omega] = d[I - M, \Omega, 0]$. Coincidence degree theory has especially so broad applications in the existence of periodic solutions of nonlinear differential equations so that many researchers have used it for their investigations (see [2-20] and references therein).

The aim of this paper is to make an effort to understand, to explain and to correct generalized continuation theorem for coincidence degree given and proven densely in [1]. In this study, the theory that was given in [1] tried to explain. Besides proofs of some results that their proofs not given [1] is given. Namely, proofs of Lemma 1 and 2 and proofs of Lemmas 4-6 are given. In the proof of generalized continuation theorem, Theorem 7, important contributions are made to make the proof much more understandable and so that it can improved by interested researchers. Also an important contribution it is done in this study is that one expression of result of generalized continuation theorem is corrected and given in the statement of Theorem 7 and the reason is explained after Theorem 8 of Gaines and Mawhin. The last contribution is that first two assumption of generalized continuation theorem is unified and given in Theorem 9.

2. Material and Method

Let X and Z be two normed space, $\text{Dom}L$ is the domain of the operator L , $L: \text{Dom}L \rightarrow Z$ be a linear operator. Assume that the operators $P: X \rightarrow X$ and $Q: Z \rightarrow Z$ are linear projection operators such that the chain

$$P: X \rightarrow X, L: \text{Dom}L \subset X \rightarrow Z, Q: Z \rightarrow Z$$

is exact. That is the conditions $\text{Im}P = \text{Ker}L$ and $\text{Im}L = \text{Ker}Q$ are satisfied. Here $\text{Im}P$ and $\text{Im}L$ respectively indicate image of the operators P and L , $\text{Ker}L$ and $\text{Ker}Q$ respectively indicate kernels of the operators P and L . Beside this, restriction of the linear operator

L on $\text{Dom}L \cap \text{Ker}P$, the operator $L_P: \text{Dom}L \cap \text{Ker}P \rightarrow \text{Im}L$ is an algebraic isomorfizm [2]. Furthermore, the operators $K_P := L_P^{-1}$ and $K_{P,Q}: Z \rightarrow Z$, $K_{P,Q} = K_P(I - Q)$ are defined.

Definition 1: Let X and Z be two normed space, $\Omega \subset X$ is an open and bounded subset of X , $\bar{\Omega}$ is a closure of the Ω . Assume that the operators $L: \text{Dom}L \subset X \rightarrow Z$ and $N: \bar{\Omega} \subset X \rightarrow Z$ satisfy the following conditions:

- i) L is linear and $\text{Im}L$ is a closed subset of Z ,
- ii) The vector spaces $\text{Ker}L$ and $\text{Coker}L = Z/\text{Im}L$ are finite dimensional vector spaces and $\dim\text{Ker}L = \dim\text{Coker}L$,
- iii) The operator $N: \bar{\Omega} \subset X \rightarrow Z$ is a continuous operator and $\Pi: Z \rightarrow \text{Coker}L$ such that $\Pi(z) = z + \text{Im}L$, the operator $\Pi N(\bar{\Omega})$ is a bounded operator.
- iv) The operator $K_{P,Q}N: \bar{\Omega} \subset X \rightarrow Z$ is a compact operator on $\bar{\Omega}$.
 - a) If the operator L satisfies the conditions (i) and (ii) then L is called a Fredholm operator of index zero.
 - b) If the operator N satisfies the conditions (iii) and (iv) then N is called L – compact operator.

Lemma 1: Let $L: \text{Dom}L \subset X \rightarrow Z$ be a Fredholm operator of index zero and the operator

$$N^*: \bar{\Omega} \times [0, 1] \rightarrow Z$$

$$(x, \lambda) \rightarrow N^*(x, \lambda)$$

be a L – compact operator on $\bar{\Omega} \times [0, 1]$ with $N^*(., 1) = N$.

Let $y \in \text{Im}L$ be any element, for $\lambda \in [0, 1]$ let us consider the family of equations

$$Lx = \lambda N^*(x, \lambda) + y, \quad \lambda \in [0, 1]. \tag{2}$$

Therefore for any $\lambda \in (0, 1]$ the set of solutions of equation (2) is equal the set of solutions of equation

$$Lx = QN^*(x, \lambda) + \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y. \tag{3}$$

And for $\lambda = 0$, any solution of the equation (3) is also a solution of the equation (2).

Proof: Let $\lambda \in]0, 1]$.

Since any $z \in Z$ can be written in the form $z = Qz + (I - Q)z$ and since $N^*(x, \lambda) \in Z$ then the equality $N^*(x, \lambda) = QN^*(x, \lambda) + (I - Q)N^*(x, \lambda)$ holds. Therefore if we write the last equality in the equation (2) then it is obtained the equation

$$Lx = \lambda QN^*(x, \lambda) + \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y, \quad (4)$$

that is the equation

$$Lx + 0 = \lambda QN^*(x, \lambda) + \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y \quad (5)$$

is obtained. Since Z can be written by a direct sum as $Z = \text{Ker}Q \oplus \text{Im}Q = \text{Im}L \oplus \text{Im}Q$ and $Lx \in \text{Im}L = \text{Ker}Q$ and $y \in \text{Im}L$, $\lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) \in \text{Ker}Q$, $QN^*(x, \lambda) \in \text{Im}Q$ and because of the uniqueness of indicating with direct sum, the equation (5) is equivalent to the system of equations

$$0 = \lambda QN^*(x, \lambda), Lx = \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y. \quad (6)$$

Since $\lambda \neq 0$, this system of equations (6) is equivalent to equation (3). If $\lambda=0$ then the equation (3) turns into the form $Lx = QN^*(x, 0) + y$. Again because of uniqueness of indicating with direct sum, this turns into the system of equation $0 = QN^*(x, 0)$ and $Lx = y$. From here the result is trivial. Therefore the proof is completed.

Lemma 2: Let $y \in \text{Im}L$ be an arbitrary but fixed point and $L^{-1}y$ be an inverse image of the operator L then the linear space $L^{-1}\{y\}$ is a finite dimensional space.

Proof: It is known that $\dim \text{Coker}L = \dim \text{Ker}L = n < \infty$.

If $y = 0$ since $\dim L^{-1}\{y\} = \dim L^{-1}\{0\} = \dim \text{Ker}L = n < \infty$ then the space $L^{-1}\{y\}$ is a finite dimensional space.

For the case $y \neq 0$ consider any points $x, x_0 \in L^{-1}\{y\}$. Using linearity of L , $L(x - x_0) = L(x) - L(x_0) = y - y = 0$ is satisfied. Thus $x - x_0 \in \text{Ker}L$. That is any element $x \in L^{-1}\{y\}$ is also an element $x \in x_0 + \text{Ker}L$, hence $L^{-1}\{y\} = x_0 + \text{Ker}L$. Here the space $x_0 + \text{Ker}L$ is an affin space of $\text{Ker}L$. Since $\dim L^{-1}\{y\} = \dim\{x_0 + \text{Ker}L\} = \dim \text{Ker}L = n < \infty$, hence the proof is completed.

Theorem 3: (see [1]) (The property of invariance of coincidence degree under homotopy) Let L be a Fredholm operator of index zero,

$$\begin{aligned} \tilde{N}: \bar{\Omega} \times [0,1] &\rightarrow Z \\ (x, \lambda) &\rightarrow \tilde{N}(x, \lambda) \end{aligned}$$

be an L -compact operator on $\bar{\Omega} \times [0,1]$ and $0 \notin [L - \tilde{N}(\cdot, \lambda)](\text{dom}L \cap \partial\Omega)$.

Therefore the value of coincidence degree $d[(L, \tilde{N}(\cdot, \lambda)), \Omega]$ is independent of the value of $\lambda \in [0, 1]$.

In order to show continuation theorem for the coincidence theory, first the following lemmas will be expressed and proven.

Lemma 4: Assume that the operators L and N^* as in above. Therefore the homotopy $\tilde{N}(x, \lambda)$ defined by

$$\tilde{N}(x, \lambda) = QN^*(x, \lambda) + \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y \tag{7}$$

for $\lambda \in [0, 1]$ is L -compact.

Proof: In order to show that the homotopy $\tilde{N}(x, \lambda)$ is L -compact for any $\lambda \in [0, 1]$, by the definition of L -compactness given in Definition 1, it should be shown that for any $\lambda \in [0, 1]$ the operator $\tilde{N}(\cdot, \lambda): \bar{\Omega} \subset X \rightarrow Z$ is continuous and with $\Pi: Z \rightarrow \text{Coker}L$, $\Pi(z) = z + \text{Im}L$ the operator $\Pi\tilde{N}(\bar{\Omega}, \lambda)$ is bounded and the operator $K_{P,Q}\tilde{N}(\cdot, \lambda): \bar{\Omega} \subset X \rightarrow Z$ is a compact operator on $\bar{\Omega}$. In the right hand side of equation (7), the operators Q and $N^*(x, \lambda)$ appear. It is given that the projection operator Q is continuous and for $\lambda \in [0, 1]$ the operator $N^*(x, \lambda)$ is given that L -compact therefore continuous. Hence for any $\lambda \in [0, 1]$ the homotopy $\tilde{N}(x, \lambda)$ is continuous.

Now let us show that the operator $\Pi\tilde{N}(x, \lambda)$ is bounded on the set $\bar{\Omega}$. From the equation (7) the equation

$$\Pi\tilde{N}(x, \lambda) = \Pi QN^*(x, \lambda) + \lambda\Pi(I - Q)N^*(x, \lambda) + \Pi y \tag{8}$$

is obtained. Since $y \in \text{Im}L$ then $\Pi y = 0$ and since $\text{Im}(I - Q) = \text{Ker}Q$ and $\text{Ker}Q = \text{Im}L$ then $\text{Im}(I - Q) = \text{Im}L$ therefore the equality $\lambda\Pi(I - Q)N^*(x, \lambda) \equiv 0$ is obtained. Hence in order to show that the operator $\Pi\tilde{N}(x, \lambda)$ is bounded on the set $\bar{\Omega}$ it is enough to show that the operator $\Pi QN^*(x, \lambda)$ is bounded on the set $\bar{\Omega}$. Namely:

Since the operator $N^*(x, \lambda)$ is L -compact, by the definition of L -compactness the operator $\Pi N^*(x, \lambda)$ is bounded on the set $\bar{\Omega}$. Since the linear vector space Z can be written direct sum of $\text{Im}L$ and $\text{Im}Q$ as $Z = \text{Ker}Q \oplus \text{Im}Q = \text{Im}L \oplus \text{Im}Q$ then the set $N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \subseteq Z$ is also can be written as $N^*(\bar{\Omega}, \lambda) = ((N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Im}L) \oplus (N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Im}Q))$. Thus the set $\Pi N^*(\bar{\Omega}, \lambda) = \Pi(N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Im}Q)$ is a bounded set. Because the equalities

$$\begin{aligned} QN^*(\bar{\Omega}, \lambda) &= Q((N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Im}L) \oplus (N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Im}Q)) \\ &= Q((N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Ker}Q) \oplus (N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Im}Q)) = Q(N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Im}Q) = N^*(\bar{\Omega}, \lambda) \cap \text{Im}Q \end{aligned} \quad (9)$$

are satisfied, the set $\Pi QN^*(\bar{\Omega}, \lambda)$ is a bounded set. Hence boundedness of the operator $\Pi \tilde{N}(x, \lambda)$ on the set $\bar{\Omega}$ has been shown.

Now in order to show that the homotopy operator $\tilde{N}(x, \lambda)$ for any $\lambda \in [0, 1]$ is L -compact, lastly let us show that for any $\lambda \in [0, 1]$ the operator $K_{p,q} \tilde{N}(x, \lambda): \bar{\Omega} \subset X \rightarrow Z$ is compact on $\bar{\Omega}$. Because $K_{p,q} = K_p(I - Q)$ then

$$K_{p,q} \tilde{N}(x, \lambda) = K_p(I - Q)QN^*(x, \lambda) + \lambda K_p(I - Q)(I - Q)N^*(x, \lambda) + K_p(I - Q)y \quad (10)$$

can be written. Since here $y \in \text{Im}L = \text{Ker}Q$ then $K_p(I - Q)y = K_p y$. Since constant operator is compact thus the operator $K_p(I - Q)y$ is compact. Since the operator Q is a projection operator hence $I - Q$ is also projection operator. So that $(I - Q)(I - Q) = (I - Q)^2 = (I - Q)$ holds, since $K_p(I - Q)(I - Q)N^*(x, \lambda) = K_p(I - Q)N^*(x, \lambda) = K_{p,q}N^*(x, \lambda)$ and by our assumption the operator $K_{p,q}N^*(x, \lambda)$ is compact on $\bar{\Omega}$ then the part $\lambda K_p(I - Q)(I - Q)N^*(x, \lambda)$ is also compact operator on $\bar{\Omega}$. Beside this, since $(I - Q)Q = Q - Q^2 = Q - Q = 0$ then we have $K_p(I - Q)QN^*(x, \lambda) \equiv 0$, so that in this case also the operator $K_p(I - Q)QN^*(x, \lambda)$ is compact on $\bar{\Omega}$. Since sum of the compact operators is also compact, we have that for any $\lambda \in [0, 1]$ the operator $K_{p,q} \tilde{N}(x, \lambda): \bar{\Omega} \subset X \rightarrow Z$ is compact on the set $\bar{\Omega}$. As a result the proof of Lemma 4 is completed.

Lemma 5: Assume that the operators L and N^* as in above, $y \in \text{Im}L$ is any number and $\Lambda: \text{Coker}L \rightarrow \text{Ker}L$ is any isomorphism. Hence the following equalities hold:

$$\begin{aligned} \text{a) } & d[\{-\Lambda \Pi N^*(.+K_p y, 0)\}_{|\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0] \\ & = \pm d[\{\Pi N^*(.+K_p y, 0)\}_{|\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0] \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{b) } & d[\{\Pi N^*(.+K_p y, 0)\}_{|\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0] \\ & = d[\{\Pi N^*(x, 0)\}_{|L^{-1}\{y\}}, \Omega \cap L^{-1}\{y\}, 0] \end{aligned} \quad (12)$$

Proof:

a) Now to an expression

$$d[\{-\Lambda \Pi N^*(.+K_p y, 0)\}_{|\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0] \quad (13)$$

product rule in Brower degree is applied. Namely; here since the mapping $-\Lambda: \text{Coker}L \rightarrow \text{Ker}L$ is any isomorphism then $(-\Lambda)^{-1}\{0\} = \{\bar{0}\}$, so that if we take the set $V \subset \text{Coker}L$, any open and bounded set which contains $\bar{0}$, then by the product rule the expression (13) is equal to expression

$$= d[-\Lambda, V, \bar{0}] d[\{\Pi N^*(.+K_p y, 0)\}_{|\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0]. \quad (14)$$

Because of degree of linear isomorphism ± 1 then we have $d[-\Lambda, V, \bar{0}] = \pm 1$, hence in this case the expression (14) is equal to expression

$$= \pm d[\{\Pi N^*(.+K_p y, 0)\}_{|\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0] \quad (15)$$

which is same with (11).

b) In the expression of $d[\{\Pi N^*(.+K_p y, 0)\}_{|\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0]$ since

$$x \in (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L = (-L_p^{-1}y + \Omega) \cap \text{Ker}L$$

$$\Leftrightarrow x \in (-L_p^{-1}y + \Omega) \text{ ve } x \in \text{Ker}L$$

$$\Leftrightarrow x \in \Omega \text{ ve } x \in (-L_p^{-1}y + \text{Ker}L)$$

$$\Leftrightarrow x \in \Omega \text{ ve } x \in L^{-1}\{y\}$$

are satisfied. Then the equality

$$d[\{\Pi N^*(.+K_p y, 0)\}_{|\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0]$$

$$= d[\{\Pi N^*(x, 0)\}_{|L^{-1}\{y\}}, \Omega \cap L^{-1}\{y\}, 0]$$

holds. In this way the proof of Lemma 5 is completed.

Lemma 6: The operator

$M^*(.,0) = P + (\Lambda\Pi + K_{p,q})(QN^*(.,0) + y)$ can be written in the form $M^*(.,0) = P + \Lambda\Pi N^*(.,0) + K_p y$.

Proof: By definition the open expression of operator $M^*(.,0)$ is

$$\begin{aligned} M^*(.,0) &= P + (\Lambda\Pi + K_{p,q})(QN^*(.,0) + y) \\ &= P + \Lambda\Pi QN^*(.,0) + \Lambda\Pi y + K_{p,q}QN^*(.,0) + K_{p,q}y. \end{aligned}$$

Here since $y \in \text{Im}L, y \in \text{Im}L$ then $\Pi y = \bar{0}, \Pi y = \bar{0}$ and $\Lambda\bar{0} = 0, \Lambda\bar{0} = 0$ and beside this, since

$$y \in \text{Im}L = \text{Ker}Q \text{ thus } K_{p,q}y = K_p(I - Q)y = K_p y - K_p Qy = K_p y.$$

Therefore the equalites

$$\begin{aligned} M^*(.,0) &= P + \Lambda\Pi QN^*(.,0) + 0 + K_p(I - Q)QN^*(.,0) + K_p(I - Q)y \\ &= P + \Lambda\Pi QN^*(.,0) + K_p(Q - Q^2)N^*(.,0) + K_p y - K_p Qy \\ &= P + \Lambda\Pi QN^*(.,0) + K_p(Q - Q)N^*(.,0) + K_p y - 0 \\ &= P + \Lambda\Pi QN^*(.,0) + K_p y \end{aligned}$$

are obtained.

But since $\Lambda\Pi N^*(.,0)$ can be written in the form $\Lambda\Pi N^*(.,0) = \Lambda\Pi QN^*(.,0) + \Lambda\Pi(I - Q)N^*(.,0)$ and $\text{Ker}Q = \text{Im}L$ hence $\Pi(I - Q) = \bar{0}$ and this also follows that we have $\Lambda\Pi N^*(.,0) = \Lambda\Pi QN^*(.,0)$. In this way the expression $M^*(.,0) = P + \Lambda\Pi N^*(.,0) + K_p y$ is obtained. Thus, the proof of Lemma 6 is completed.

Theorem 7: (Generalized Continuation Theorem) Assume that the operators L and N^* as in above and $y \in \text{Im}L$ is any number. Assume also that the following conditions are satisfied:

- 1) For any $x \in \text{Dom}L \cap \partial\Omega$ and for any $\lambda \in (0, 1)$

$$Lx \neq \lambda N^*(x, \lambda) + y$$
- 2) For any $x \in L^{-1}\{y\} \cap \partial\Omega$ için
$$\Pi N^*(x, 0) \neq 0$$
- 3) $d[\Pi N^*(.,0)|_{L^{-1}\{y\}}, \Omega \cap L^{-1}\{y\}, 0] \neq 0$.

Therefore the equation

$$Lx = Nx + y \tag{16}$$

has at least one solution on $\overline{\Omega}$. Beside this, whenever the equation (16) does not have any solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$ then for any $\lambda \in [0,1]$ the equation

$$Lx = \lambda N^*(x, \lambda) + y \tag{17}$$

has at least one solution in Ω .

Proof: In Lemma 2 we showed that space $L^{-}\{y\}$ has a finite n dimension, same with the dimension of $\text{Coker}L$. If basis for the spaces $L^{-}\{y\}$ and $\text{Coker}L$ are chosen and if a sign of the degree is taken with respect to this orientation, then degree in the assumption 3) can be considered as a classical Brouwer degree from R^n to R^n . For the detail see Mawhin [3]. In Lemma 4 it is shown that the operator $\tilde{N}(x, \lambda)$ defined by

$$\tilde{N}(x, \lambda) = QN^*(x, \lambda) + \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y \tag{18}$$

is L -compact for any $\lambda \in [0,1]$. Now to an homotopy operator $L - \tilde{N}(x, \lambda)$ the theorem of invariance of coincidence degree under homotopy given in Theorem 3 will be applied. In order to apply the theorem of invariance of coincidence degree under homotopy, it is needed to show that the operator $L - \tilde{N}(x, \lambda)$ does not have any root on $\text{dom}L \cap \partial\Omega$ for any $\lambda \in [0,1]$. Namely:

Assume that $\lambda \in (0, 1)$. By the assumption 1), for any $x \in \text{dom}L \cap \partial\Omega$ the inequality

$$Lx \neq \lambda N^*(x, \lambda) + y \tag{19}$$

is satisfied. Therefore by the consequence of Lemma 1, for any $x \in \text{dom}L \cap \partial\Omega$ and for any $\lambda \in (0, 1)$ the inequality

$$Lx \neq QN^*(x, \lambda) + \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y \tag{20}$$

is obtained.

The equation (20) for the case $\lambda = 0$ is equivalent the system of equation

$$Lx = y \quad \text{ve} \quad QN^*(x, 0) = 0.$$

$$Lx = y \Leftrightarrow x \in L^{-}\{y\} \quad \text{and}$$

$$QN^*(x, 0) = 0 \Leftrightarrow N^*(x, 0) \in \text{Ker}Q = \text{Im}L \Leftrightarrow \Pi N^*(x, 0) \in \Pi(\text{Im}L) = \overline{0}$$

hold. Here $\overline{0}$, equivalence class of 0 in $\text{Coker}L$, hence for $\lambda = 0$ the equation (20) is equivalent to equation

$$\Pi N^*(x, 0) = \bar{0} \text{ ve } x \in L^-\{y\}. \quad (21)$$

But by the assumption 2) in this theorem the equation (21) does not have any solution on $\partial\Omega$ and therefore for any $x \in \text{dom}L \cap \partial\Omega$ and for any $\lambda \in [0, 1[$

$$Lx \neq QN^*(x, \lambda) + \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y \quad (22)$$

and

$$Lx \neq \lambda N^*(x, \lambda) + y \quad (23)$$

are satisfied.

Now the case $\lambda = 1$ is considered. There are two cases related the equation

$$Lx = N^*(x, 1) + y = N(x) + y. \text{ (the case } \lambda=1) \quad (24)$$

It does not have any solution on the boundary set $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$ or it has at least one solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$.

Assume that the equation (24) that is the equation (16) does not have any solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$. Therefore since by assumptions 1) and 2) the inequality (25) is satisfied for any $\lambda \in [0, 1[$ by the above arguments for any $\lambda \in [0, 1]$ and $x \in \text{Dom}L \cap \partial\Omega$ the inequality

$$Lx \neq \lambda N^*(x, \lambda) + y \quad (25)$$

holds. Thus by the Theorem 3 the value of coincidence degree $d[(L, \tilde{N}(\cdot, \lambda)), \Omega]$ is independent from the value of $\lambda \in [0, 1]$ and hence it is equal to its value at $\lambda = 0$.

Now let us try to find the value of coincidence degree $d[(L, \tilde{N}(\cdot, \lambda)), \Omega]$ at $\lambda = 0$, that is let us try to find the value of degree $d[(L, \tilde{N}(\cdot, \lambda)), \Omega] = d[(L, \tilde{N}(\cdot, 0)), \Omega] = d[(L, QN^*(\cdot, 0) + y), \Omega] = d[I - M^*(\cdot, 0), \Omega, 0]$. (26)

By the definition

$$M = P + (\Lambda\Pi + K_{P,Q})N$$

hence

$$M^*(\cdot, 0) = P + (\Lambda\Pi + K_{P,Q})(QN^*(\cdot, 0) + y). \quad (27)$$

But by the Lemma 6 the equality (27) can be written as

$$M^*(\cdot, 0) = P + \Lambda\Pi N^*(\cdot, 0) + K_P y. \quad (28)$$

Therefore we have

$$d[(L, \tilde{N}(\cdot, \lambda)), \Omega] = d[I - M^*(\cdot, 0), \Omega, 0]$$

$$= d[I - P - \Lambda \Pi N^*(., 0) - K_p y, \Omega, 0].$$

If $\text{Ker}L = \{0\}$ then because $\text{Ker}L = \text{Im}P$, $P = 0$ is obtained. But because of $\dim \text{Ker}L = \dim \text{Coker}L = \dim(Z/\text{Im}L)$ and $\dim \text{Ker}L = 0 \implies \dim \text{Coker}L = 0$ then we have $\dim(Z/\text{Im}L) = 0$ thus we have $\text{Im}L = Z$ hence $\Pi = 0$ is obtained. Since $Z = \text{Im}L = \text{Ker}Q$ then $\text{Ker}Q = Z$ hence this implies $Q = 0$.

$$Q = 0, \text{ and } K_p = L^{-1} \text{ implies that } d[(L, \tilde{N}(., 0), \Omega)] = d[I - L^{-1}y, \Omega, 0]. \tag{29}$$

Assumption 2) puts the condition for any $x \in L^{-1}\{y\} \cap \partial\Omega$, $\Pi N^*(x, 0) \neq 0$. But in this case since $\Pi = 0$ then for any $x \in L^{-1}\{y\} \cap \partial\Omega$ we have $\Pi N^*(x, 0) = 0$. Thus in this case the assumption 2) can be satisfied if and only if the condition $L^{-1}\{y\} \cap \partial\Omega = \emptyset$ is satisfied.

Now let's write the assumption 3) again:

$$d[\Pi N^*(., 0)|_{L^{-1}\{y\}}, \Omega \cap L^{-1}\{y\}, 0] \neq 0 \tag{30}$$

Since $\Pi N^*(., 0) = 0$ then the necessary and sufficient condition that the inequality (30) holds is that $\Omega \cap L^{-1}\{y\} \neq \emptyset$. That is why, if $\Omega \cap L^{-1}\{y\} = \emptyset$ then $d[0, \emptyset, 0] = 0$.

If $\Omega \cap L^{-1}\{y\} \neq \emptyset$ then $d[0, \Omega \cap L^{-1}\{y\}, 0] = 1 \neq 0$.

Since now we investigate the case $\text{Ker}L = \{0\}$, because in this case the linear operator L one-to-one and $y \in \text{Im}L$ therefore we have $L^{-1}\{y\} = \{x_0\}$.

$$\Omega \cap L^{-1}\{y\} \neq \emptyset$$

That is

$$\Omega \cap L^{-1}\{y\} = \{x_0\}$$

this means that $L^{-1}y = x_0 \in \Omega$.

Since the set Ω is an open set then $x_0 \in \Omega$ but $x_0 \notin \partial\Omega$. That is

$$L^{-1}\{y\} \cap \partial\Omega = \emptyset.$$

That is assumption 2) and assumption 3) occur if and only if under the condition $L^{-1}\{y\} \cap \partial\Omega = \emptyset$. Therefore since $0 \notin (I - L^{-1}\{y\})(\partial\Omega)$ then the triple $(I - L^{-1}y, \Omega, 0)$ is an admissible triple.

Now again let us return to calculate the degree

$$d[(L, \tilde{N}(., 0), \Omega)] = d[I - L^{-1}y, \Omega, 0]. \tag{31}$$

Because the equalities

$$d[I - L^{-1}y, \Omega, 0] = d[I, \Omega, L^{-1}y] = d[I, \Omega, x_0] \quad (32)$$

and $x_0 \in \Omega$ then $d[I, \Omega, x_0] = 1$.

As a result because of existence theorem and Theorem 3, for the case $\text{Ker}L = \{0\}$, for $y \in \text{Im}L$ the equation

$$Lx = \lambda N^*(x, \lambda) + y$$

for any $\lambda \in [0, 1]$ has at least one solution in Ω .

Now let us consider the case $\text{Ker}L \neq \{0\}$. Using the rule of invariance of Leray-Schauder degree under translation and using its definition the equality

$$d[I - P - \Lambda PN^*(\cdot, 0) - K_p y, \Omega, 0] = d[I - P - \Lambda PN^*(\cdot + K_p y, 0), K_p y + \Omega, 0] \quad (33)$$

is satisfied. Since here

$$(I - P - \Lambda PN^*(\cdot + K_p y, 0))(x) = 0 \Leftrightarrow x - Px - \Lambda PN^*(x + K_p y, 0) = 0 \quad (34)$$

$$\Leftrightarrow Px + \Lambda PN^*(x + K_p y, 0) = x \quad (35)$$

and $Px \in \text{Im}P = \text{Ker}L$, $\Lambda PN^*(x + K_p y, 0) \in \text{Ker}L$ then $x \in \text{Ker}L$. So that the domain of the expression $(I - P - \Lambda PN^*(\cdot + K_p y, 0))$ becomes a subset of $\text{Ker}L$. Hence we have

$$d[I - P - \Lambda PN^*(\cdot, 0) - K_p y, \Omega, 0] = d[I - P - \Lambda PN^*(\cdot + K_p y, 0), -K_p y + \Omega, 0] \quad (36)$$

$$= d\left[\left(I - P - \Lambda PN^*(\cdot + K_p y, 0)\right)_{\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0\right]. \quad (37)$$

But on the set $\text{Ker}L = \text{Im}P$ we have $(I - P) = 0$ then this implies

$$= d\left[\{-\Lambda PN^*(\cdot + K_p y, 0)\}_{\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0\right]. \quad (38)$$

Beside by the result of Lemma 5 (a) the expression (38) is equal to

$$= \pm d\left[\{PN^*(\cdot + K_p y, 0)\}_{\text{Ker}L}, (-K_p y + \Omega) \cap \text{Ker}L, 0\right]. \quad (39)$$

Moreover by the result of Lemma 5 (b) the expression (39) is equal to

$$= \pm d\left[PN^*(x, 0)_{L^{-1}\{y\}}, \Omega \cap L^{-1}\{y\}, 0\right]. \quad (40)$$

Since by the assumption (3) the degree $d[PN^*(x, 0)_{L^{-1}\{y\}}, \Omega \cap L^{-1}\{y\}, 0] \neq 0$. So that, because of existence theorem and Theorem 3, for the case $\text{Ker}L \neq \{0\}$, for $y \in \text{Im}L$ the equation

$$Lx = \lambda N^*(x, \lambda) + y$$

for any $\lambda \in [0, 1]$ has at least one solution in Ω .

Therefore beside the assumptions 1) and 2) if we assume that the equation (16) or (24) does not have any solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$ then for $y \in \text{Im}L$ the equation

$$Lx = \lambda N^*(x, \lambda) + y$$

for any $\lambda \in [0, 1]$ has at least one solution in Ω . Hence the second part of Theorem 7 is proved. In particular for $\lambda = 1$, if we assume that the equation (16) does not have any solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$ then for $y \in \text{Im}L$ the equation

$$Lx = N^*(x, 1) + y = N(x) + y$$

has at least one solution in Ω . So this indicates first part of Theorem 7 for the case the equation (16) does not have any solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$. But if the equation (16) does have a solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$, then the first part of Theorem 7 still clearly holds, however because in this case the necessary condition for the homotopy does not hold, we cannot apply Theorem 3, so that we cannot talk about the existence of solution of equation (17) for $\lambda \in [0, 1[$. In this case equation (16) has a solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$. This completes the proof of Theorem 7.

However, Gaines and Mawhin [1] expressed Theorem 7 in the following way and this expression is partly false, namely in the second part of Theorem 8 there is an important absence of a condition. Namely:

Theorem 8: Assume that the operators L and N^* as in above and $y \in \text{Im}L$ is any number. Assume also that assumptions 1), 2) and 3) of Theorem 7 holds. Therefore the equation

$$Lx = Nx + y \tag{41}$$

has at least one solution on the set $\bar{\Omega}$ and for any $\lambda \in [0, 1[$ the equation

$$Lx = \lambda N^*(x, \lambda) + y \tag{42}$$

has at least on solution in Ω .

Theorem 8 as a consequence says that the equation (41) which is the equation (16) has at least one solution on $\bar{\Omega}$ and for any $\lambda \in [0, 1[$ the equation (42) which is the equation (17) has at least one solution in Ω . But this two expression sometimes cannot hold at

the same time. Namely; the equation (41) has at least one solution on $\partial\Omega$ or does not have any solution on $\partial\Omega$. Beside the assumptions 1) and 2) if the equation (41) does not have any solution on $\partial\Omega$, the rule of invariance of coincidence degree under homotopy can be applied like in the proof of Theorem 7. In this way it is shown that for any $\lambda \in [0, 1[$ the equation (42) does have a solution in Ω . But, however, if the equation (41) has a solution on $\partial\Omega$, because of the rule of invariance of coincidence degree under homotopy can not be applied, then for any $\lambda \in [0, 1[$ it can not be said anything about existence of solution of equation (42) in Ω with this method. That is this proof does not say anything about existence of solution of equation (42) in Ω for $\lambda \in [0, 1[$ under the condition equation (41) has a solution on $\partial\Omega$. Because of this, the result of Theorem 8 should be like the result of Theorem 7.

In fact assumption 2) in Theorem 7 or Theorem 8 is a special case of assumption 1) for $\lambda = 0$, so that assumption 1) and assumption 2) can be unified as in the following theorem.

Theorem 9: Assume that the operators L and N^* as in above and $y \in \text{Im}L$ is any number. If the conditions

1) For $x \in \text{Dom}L \cap \partial\Omega$ and $\lambda \in [0, 1[$ için

$$Lx \neq \lambda N^*(x, \lambda) + y$$

2) $d[\Pi N^*(\cdot, 0)|_{L^{-1}\{y\}}, \Omega \cap L^{-1}\{y\}, 0] \neq 0$

are satisfied, then the equation (41) has at least one solution on $\bar{\Omega}$. And whenever the equation (41) does not have any solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$ then for any $\lambda \in [0, 1]$ the equation (42) does have at least one solution on Ω .

3. Results and Discussion

As a result, in this study it is seen that for $y \in \text{Im}L$ the linear space $L^{-1}\{y\}$ is a finite dimensional space; the homotopy $\tilde{N}(x, \lambda)$ defined by $\tilde{N}(x, \lambda) = QN^*(x, \lambda) + \lambda(I - Q)N^*(x, \lambda) + y$ for $\lambda \in [0, 1]$ is L

-compact. The operator $M^*(.,0) = P + (\Lambda\Pi + K_{p,q})(QN^*(.,0) + y)$ can be written in the form $M^*(.,0) = P + \Lambda\Pi N^*(.,0) + K_p y$. Also it is seen that in order the operator equation $Lx = \lambda N^*(x,\lambda) + y$ has at least one solution in Ω , the equation $Lx = Nx + y$ should not have any solution on $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$, this fact is not expressed in the study of Gaines and Mawhin in [1] which is expressed in Theorem 8.

4. Conclusions

Generalized continuation theorem for coincidence degree given and proven densely by Gaines and Mahwin in this paper explained in detail and corrected. Besides the proofs of some results that their proofs not given by them are given in this study. Namely, the proofs of Lemma 1 and 2 and proofs of Lemmas 4-6 are given. In the proof of generalized continuation theorem, Theorem 7, important contributions to make the proof much more understandable are made. Also it is explained that in result of generalized continuation theorem, for the existence of solution of the equation (42) it is necessary that the equation (41) should not have any solution on the boundary set $\text{Dom}L \cap \partial\Omega$ with respect to proof of generalized continuation theorem. So generalized continuation theorem given by Gaines and Mahwin, here is corrected, reason is explained and proof is given in detail. Lastly first two assumption of generalized continuation theorem are unified and given in Theorem 9.

References

- [1] Gaines, R. E., and Mawhin, J. L., Coincidence Degree and Nonlinear Differential Equations, vol. 568 of Lecture Notes in Mathematics, Springer, 1977.
- [2] Sırma, A., and Şevgin S., A Note on Coincidence Degree Theory, Abstract and Applied Analysis, (2012) 370946; 1-18. Doi:10.1155/2012/370946.
- [3] Mawhin, J. L., Reduction and Continuation Theorems for Brouwer Degree and Applications to Nonlinear Difference Equations, Opuscula Math., (2008) 28(4); 541-560.

- [4] Feltrin G., and Zanolin F., Existence of Positive Solutions in Superlinear Case via Coincidence Degree: The Neumann and the Periodic Boundary Value Problems, *Adv. Differential Equations*, 20(9-10), (2015) 937-982.
- [5] Dong, X., Bai, Z. and Zhang, S., Positive Solutions to Boundary Value Problems of p-Laplacian with Fractional Derivative, *Boundary Value Problems*, 2017(5), (2017). Doi:10.1186/s13661-016-0735-Z
- [6] Tian-Wei-Tian, Z., Multiplicity of Positive Almost Periodic Solutions in a Delayed Hassell-Varley-Type Predator-Prey Model with Harvesting on Prey, *Math. Meth. Appl. Sci.*, 37(5), (2014) 686-697. Doi:10.1002/mma.2826
- [7] Liu Z., Dynamics of Positive Solutions to SIR and SEIR Epidemic Models with Saturated Incidence Rates, *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 14 (2013) 1286-1295. Doi:10/1016/j.nonrwa.2012.09.2016
- [8] Muhammadhaji, A., and Teng, Z., Global Attractivity of a Periodic Delayed N-Species Model of Facultative Mutualism, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2013, 580185, (2013) 1-11. Doi:10.1155/2013/580185
- [9] Li Y., and Ye Y., Multiple Positive Almost Periodic Solutions to an Impulsive Non-autonomous Lotka-Volterra Predator-prey System with Harvesting Terms, *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat*, 18(2013) 3190-3201. Doi:10.1016/j.cnsns.2013.03.014
- [10] Hou X., Duan L., and Huang Z., Permanence and Periodic Solutions for a Class of Delay Nicholson's Blowflies Models, *Applied Mathematical Modelling*, 37(2013) 1537-1544. Doi:10.1016/j.apm.2012.04.2018
- [11] Moussaoui A., Bassaid S., and Ait Dads El H., The Impact of Water Level Fluctuations on a Delayed Prey-Predator Model, *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 21(2015) 170-184. Doi:10.1016/j.nonrwa.2014.07.011
- [12] Niyaz T., and Muhammadhaji A., Positive Periodic Solutions of Cooperative Systems with Delays and Feedback Controls, *International Journal of Differential Equations*, (2013) 502963 1-9. Doi:10.1155/2013/502963
- [13] Zhang A., Qiu J., and She J., Existence and Global Stability of Periodic Solution for High-order Discrete-time BAM Neural Networks, *Neural Networks*, 50(2014) 98-109. Doi:10/1016/j.neuret.2013.11.005
- [14] Barcaggin A., Feltrin G., and Zanolin F., Positive Solutions for Super-sublinear Indefinite Problems: High Multiplicity Results via Coincidence Degree, *Trans. Amer. Math. Soc.*, 370(2018) 791-845. Doi:10.1090/tran/6992
- [15] Xie D., and Jiang Y., Global Exponential Stability of Periodic Solution for Delayed Complex-valued Networks with Impulses, *Neurocomputing* 207(2016) 528-538. Doi:10.1016/j.neucom.2016.04.054
- [16] Feltrin G., and Zanolin F., An Application of Coincidence Degree Theory to Cyclic Feedback Type Systems Associated with Nonlinear Differential

- Operators, *Topol. Methods Nonlinear Anal.*, 50(2), (2017) 683-726. Doi:10.12775/TMNA.2017.038
- [17] Lv W., Solvability for a Discrete Fractional Three-Point Boundary Value Problem at Resonance, *Abstract and Applied Analysis*, (2014) 601092, 1-7. Doi:10.1155/2014/601092
- [18] Li Y., and Qin J., Existence and Global Stability of Periodic Solutions for Quaternion-Valued Cellular Neural Networks with Time-Varying Delays, *Neurocomputing*, 292(2018) 91-103. Doi:10.1016/j.neucom2018.02.077
- [19] Mohammed M.J., Ibrahim R.W., and Ahmad M.Z., Periodicity Computation of Generalized Mathematical Biology Problems Involving Delay Differential Equations, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(2017) 737-740. Doi:10.1016/j.sjbs.2017.01.050
- [20] Chen F., Coincidence Degree and Fractional Boundary Value Problems with Impulses, *Computers and Mathematics with Applications*, 64(2012) 3444-3455. Doi:10.1016/j.camwa.2012.02.022

Sağlık Sigortacılığında Eczane – İlaç Üretici Firması Arasında İlişkilendirme Analizi

Erdi AKPINAR¹, Mustafa Cem KASAPBAŞI^{1*}

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği,
İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 07.01.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** mckasapbasi@ticaret.edu.tr **Kabul Tarihi:** 22.02.2019

Atıf/Citation: Akpınar, E. ve Kasapbaşı, M. C. “Sağlık Sigortacılığında Eczane – İlaç Üretici Firması Arasında İlişkilendirme Analizi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/1: 35-47

Özet

Artan kişisel sağlık giderleri ile birlikte devletler bireysel sağlık sigortaları üzerinde ciddi çalışmalar yapmaktadır. Bu kapsamda sigorta sistemleri özellikle pahalı ilaçları kapsayacak şekilde iyileştirilmektedir. İlaç kapsamı arttıkça sistem içerisindeki harcamalar da buna paralel olarak artmaktadır. Sistemdeki bu durumu gören kötü niyetli kişiler Tıbbi Dolandırıcılık adı verilen ve sistemi büyük maddi zararlara uğratacak girişimlerde bulunmaktadır. Yapılan sahtekarlıkların tespit etmek ciddi çalışma ve zaman gerektirmektedir. Bu çalışmada, ilaçlar sınıflandırılarak benzer kategorideki ilaçların normalden fazla satışı olan eczane ve ilaç firmaları eşleştirilmiş muhtemel anomaliler istatistiksel yöntemlerle tespit edilmiştir. İlaç üretici firmalar ve eczaneler aralarında anlaşma yaparak doktor reçetesinde belirtilen bir ilacın muadili olan kendisine ait ilacı satmayı hedefleyebilmektedirler. Bu çalışmada, verilerin ölçeklenerek iki farklı varlık arasındaki ilişki istatistiksel yaklaşımla değerlendirmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlarla istatistiksel analizi yapılarak dolandırıcılığa meyilli ilaç üretici firmaları daha da daraltılmıştır. Sonuç olarak dolandırıcılık tespiti yapılması gereken veri havuzunun daraltılarak bu tespitin kolaylaştırılması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık sigortacılığı sahtekarlığı, Sahtekarlık anomali tespiti, Veri Madenciliği

Association analysis between pharmacies and pharmaceutical companies in Healthcare Insurance systems

Abstract

With increasing personal health care costs, governments are working hard on individual health insurance. In this context, insurance systems are improved to cover

especially expensive drugs. As the scope of the drug increases, the expenditures in the system increase accordingly. Malicious people take advantage of the health care system and cause incidents that exploit the system financially. Detecting such frauds attempts requires serious work and time. In this study, after the drugs were categorized, the possible anomalies paired with pharmacy and pharmaceutical companies, which are more than normal sales of drugs of similar category, were determined by statistical methods. Drug manufacturers can deal with pharmacies and aim to sell their own medication, which is a counterpart to a drug specified in the doctor's prescription. In this study, the relationship between the two different entities by normalizing the data has been tried to be correlated with the statistical approach. With the results obtained, statistical analysis was made and the pharmaceutical manufacturers which are prone to fraud were further narrowed. As a result, it was ensured that the data pool, which required fraud detection, was narrowed and this determination was facilitated.

Keywords: Heath Insurance Fraud, Fraud anomaly detection, Data mining, Normalization

1. Giriş

Veri madenciliği, büyük ölçekli verilerden bilgi alır ve bu verilerden genelleştirilmiş bilgiler çıkarımını sağlar. Başka bir deyişle, veri madenciliği bir bilgisayar programı kullanarak büyük veri yığınlarından geleceğe dair tahminler yapabilmemizi sağlayacak korelasyonların aranması ve geri çağırılmasıdır.

Temel olarak veri madenciliği, gizli bilgi, veri analizi ve yazılım teknikleri kullanarak veri kümeleri arasındaki kalıp veya düzenlerin keşfidir. Veriler arasında kural ve özellik çıkarımı, önceden tanınmayan veri kalıplarını tanımlamak için uygun bilgisayar yazılımının kullanılması gerektirir.

Bauder ve arkadaşları doktor ve diğer tedarikçi bilgilerini içeren veri setlerini kullanarak 2012 ve 2013 yıllarında yayımlanan "Medicare ve Medicaid Services (CMS)" Merkezleri'nin birkaç modelini eğitmişlerdir [1-3]. Eğitimin ardından çıkan sonuçlar ile var olan orijinal sonuçları karşılaştırmışlar ve anormallik katsayısını bulmuşlardır.

Tsai ve Ko bilgiye dayalı sistemleri kullanarak sigorta dolandırıcılığı üzerine bir çalışma yapmıştır [4]. Sigorta sistemleri için geliştirilmiş şema ve kuralları kullanarak problemleri analiz etmişlerdir. Geliştirdikleri modeller sonucunda iş gücü maliyetini ve gereksiz zaman harcamalarını azaltmışlardır.

Pedro ve arkadaşları veri madenciliğine dayalı, Şili'deki özel bir sağlık sigortası şirketi tarafından kullanılan "sigorta sahtekârlığı tespit sistemini" açıklamışlardır [5]. Geliştirilmiş olan bu sistem yapay sinir ağlarını kullanarak tıbbi sahtekârlıkları tespit etmektedir. Ayrıca geliştiriciler sistemin çevrim içi çalışabilir olduğunu belirtmektedirler.

Zhang ve He 2017 yılında ilaç sahtekârlığında anormallik tespiti için bir yapı geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri yapı "Yoğunluk Tabanlı Yaklaşım" ile değişkenler arasındaki doğrusal bağımlılığı belirleyebilmek için Regresyon Analizi şeklinde iki kısımdan oluşmaktadır [6]. Bu yapıyla her türlü dolandırıcılığı tespit edilmektedir sonucuna ulaşılmıştır.

İlaç sektöründeki sahtekârlıklar dışında bazı araştırmacılar genel sahtekârlık türleri üzerinde de çalışmalar yapmışlardır. Bolton ve Hand 2002 yılında yaptıkları çalışmada sahtekârlık tespiti yapan yapıları ve bunların çalışma prensiplerini açıklamıştır [7]. Chan ve arkadaşları 1999 yılında Veri Madenciliği yöntemlerini kullanarak kredi kartı sahtekârlıklarını belirleyecek bir çalışma yapmıştır [8]. Kou ve diğerleri 2004 yılında kredi kartlarında sahtekârlık tespiti için geliştirilen teknikleri inceleyen detaylı bir çalışma hazırlamışlardır [9].

2. Materyal ve Metot

Çalışmada ilaç firmalarının eczanelere satışını yaptıkları ilaçlara bağlı olarak anormallığı belirlemek hedeflenmiştir. Burada kullanılan veriler Türkiye'nin sağlık sigortacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir sigorta şirketi tarafından sağlanmıştır. Tüm verileri temsil etmek için kullanılan tablolarda bir kısmına yer verilmiş ve anonimleştirilmesine gayret gösterilmiştir.

Uygulamada veri madenciliği yöntemlerinden kümeleme ile işlem yapılmıştır. Kümeleme analizi ile eczanelerin satışını yaptıkları ilaç firmalarına ait ilaçların sayısına bağlı olarak anormallik tespiti yapılması hedeflenmiştir.

Veri, Türkiye'nin farklı yerlerindeki eczanelerin ilaç satışlarını içermektedir. Satışı gerçekleşen bu ilaçlar bir sigorta şirketi firmasına ait sigortalıların ilaçlarını içermektedir.

Burada analiz yapılırken PL/SQL Developer uygulaması kullanılmıştır. PL/SQL Developer uygulaması prosedür bir yapıya sahip, ilişkisel veri tabanlarında verinin tutulduğu birimlerle ilgili işlem yapabilmek veya yönetebilmek için kullanılan bir programdır.

2.1 Verilerin hazırlanması

Eczanelerin satışını yapmış oldukları ilaçlar Ocak 2012'den Nisan 2018'e kadarki zaman aralığını kapsamaktadır. Burada incelemeye alınan 5244 eczane vardır. İncelenen ilaç üretici firmaları da 54 adettir.

Bir doktorun reçeteye yazacağı ilaç bilgisine bağlı olarak satılan ilaçların muadili olabilecek farklı alternatifleri vardır ve genellikle bu muadil ilaçlar farklı ilaç üretici firmalarına ait ilaçlardır. Reçeteye yazılacak olan ilaç tamamen doktorun tercihine bağlıdır. Burada ilaçların doktorlara bağlı tercih edilebilirliği tespiti ayrı olarak değerlendirilebilir ancak uygulamada bu göz ardı edilmiştir. Bu çalışmada bir ilaç üretici firmasının ürettiği bir ilaç, başka bir ilaç firmasının ürettiği ilaç ile muadili olması verideki anormalliğin tespiti için önem arz etmektedir. Bu sebeple öncelikle üretilen bu ilaçların muadillerini de göz önünde bulundurması gerekmektedir.

Tablo 1. İlaç Grupları Listesi

Değer	İlaç Grubu Adı
1	Vitamin
5	Hamile İlaçları
20	Psikiyatrik İlaçlar
32	Kadın İlaçları
36	Tonimer
37	Akne Sivilce
38	Astım
48	Pastiller
63	Kansere Yardımcı İlaçlar
104	Alerji Hastalıkları
123	Antibiyotik
124	Anti bakteriyel
126	Soğuk Algınlığı
128	Analjezik
140	Ağız Sağlığı İlaçları
148	Şeker İlaçları
149	Kalp Hastalıkları
151	Peptik Ülser
162	Basit Antipiretik ve Aneljezikler
397	Damla ve Spreyler

İlaçlar konusunda uzman olan bir doktor yardımıyla ilaçları kendi içerisinde gruplara ayırarak muadil listeleri oluşturulmuştur. Burada, piyasadaki tüm ilaçlar için muadil çalışması uzun bir süreç olacağından yoğun satışı gerçekleşen Tablo1'deki 20 adet ilaç grubu belirlenmiştir. Verimizde bulunan ilaçlar bu ilaç gruplarına göre ayrılarak muadili belirlenmiştir.

Tablo 2. Anti Bakteriyel İlaç Grubuna Ait Eczanelerdeki Satış Dağılımı Bir Kısmı

ECZANE	Şirket_2**	Şirket_79*	Şirket_23*	Şirket_301*	Şirket_30**	Şirket_51**
6002***	261	289	78	0	436	459
6007***	167	292	146	0	347	273
6009***	154	63	25	0	80	56
6008***	131	55	73	0	79	199
6224***	73	1130	225	0	524	627

Tablo 3. Astım İlaç Grubuna Ait Eczanelerdeki Satış Dağılımı Bir Kısmı

ECZANE	Şirket_2**	Şirket_79*	Şirket_23*	Şirket_301*	Şirket_30**	Şirket_51**
6002***	430	2584	0	134	218	0
6007***	427	1047	0	79	133	18
6009***	231	1022	0	168	100	12
6008***	225	758	0	47	100	15
6224***	193	513	0	106	64	12

Tablo 1’de belirtilen bu ilaç gruplarını PL/SQL Developer aracılığıyla bir prosedür yazılıp eczanelerdeki satış miktarları hesaplanmıştır. Burada 20 farklı ilaç grubuna ait 5244 eczane için sonuç üretildiğinden burada yalnızca iki ilaç grubu için veri yapısı belirtilmiştir. Tablo 2’de ve Tablo 3’de Anti bakteriyel ilaç grubu ve Astım ilaç grubuna ait 5 farklı eczane için ilaç üretici firmalarına dağıtılmış satış miktarları görülmektedir.

Tablo 4. Eczanelerin İlaç Üretici Firmalarına Göre Toplam Satış Miktarları

ECZANE	Şirket_2**	Şirket_79*	Şirket_23*	Şirket_301*	Şirket_30*	Şirket_51*
6002***	2937	2234	5091	2519	1154	1492
6224***	1749	8498	1798	2983	1298	2120
6007***	1169	3332	947	1684	978	1194
6078***	1115	4281	1566	2332	1082	1107
6004***	1101	2895	1230	1320	695	1198

Eczanelerin bulunduğu lokasyona bağlı olarak müşteri kapasiteleri değişebilmektedir. Müşteri kapasitesine bağlı olarak da ilaç satış miktarları farklılık gösterebilmektedir. Bu sebeple her bir kuruma ait toplam satış miktarlarının ilaç üretici firmalarına göre dağılımı hesaplanmıştır. Tablo 4’te 5 farklı eczane için farklı ilaç üretici firmaları ait toplam satış miktarları belirtilmiştir.

Her bir ilaç üretici firmasının satış oranına bağlı olarak aritmetik ortalaması hesaplanıp, buradan da standart sapması hesaplanmıştır.

Tablo 5. İlaç Üretici Firmalarına Ait Toplam Satış Miktarı, Aritmetik Ortalaması ve Standart Sapması Değerleri

	Şirket_2	Şirket_79	Şirket_23	Şirket_301
TOPLAM	99590	249180	122108	124291
Aritmetik Ortalama	18,99122807	47,51716247	23,28527841	23,70156369
Standart Sapma	83,23171583	207,8695285	120,5332668	109,4773497

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Verilerin ölçeklenmesi

PL/SQL Developer aracılığıyla yazılan bir prosedür ile düzenlenen veriler min- max ölçekleme yöntemi ile ölçeklenmiştir. Min-Max ölçekleme işlemi ile sayısal değerler dizisi en küçük değer 0 ile en büyük değer 1 olacak şekilde 0 ile 1 arasındaki değerlere dönüştürülür.

Tablo 6. Ölçeklenmiş Örnek Eczane Verileri

ECZANE	Şirket_2**	Şirket_79*	Şirket_23*	Şirket_301*	Şirket_30**
6779***	0,002722316	0,001090314	0,001847503	0,002042437	0,004292219
6004***	0,002503601	0,001019922	0,001752435	0,001921309	0,003955415
6000***	0,002538153	0,001034866	0,001760196	0,001939382	0,003992601
6010***	0,000321933	0,000532654	0,000741361	0,001141747	0,000933164
6778***	0,002402275	0,000948847	0,000625484	0,001386442	0,004292219

Ölçekleme işlemi hem muadil olan ilaç gruplarına ait satış verilerine hem de, eczanelerin genel toplamını barındıran verilere uygulanmıştır. Ölçekleme sonrasında tekrardan ortalaması hesaplanarak, Standart Sapma değerleri bulunmuştur. Tablo 7’de Ortalama ve Standart Sapma bilgilerinin ölçekleme sonrası değişimi görülmektedir.

Tablo 7. Ölçeklenmiş Verilerin Standart Sapma ve Ortalama Değerleri

	Şirket_2*	Şirket_79*	Şirket_23*	Şirket_301*	Şirket_30**
ORTALAMA	0,002458112	0,000983308	0,001691656	0,001864789	0,003845361
STANDART					
SAPMA	0,00052415	0,000211928	0,00033411	0,00038961	0,000864109

3.2 Verilerin istatistik olarak ayrıştırılması

İlaç üretici firmalarının yapmış oldukları eczanelere göre dağılımına bağlı olarak merkezi limit teoremine göre dağılımı hesabı yapılmıştır. Burada bir ilaç üretici firmasının alt sınır ve üst sınırına göre eczanelerin ayrıştırılması hedeflenmiştir. Tablo 8’de ki veriler ilaç üretici firmalarının satış limitlerinin ölçeklenmiş halini içermektedir. Bu hesaplama yapılırken istatistikteki güven sınırı formülü Eşitlik 1’deki gibi kullanılmıştır.

$$(a, b) = \mathbf{X}' \pm z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (1)$$

Tablo 8. İlaç Üretici Firmalarının Satış Limiti Sonuçları

	ŞİRKET_2**	ŞİRKET_79*	ŞİRKET_23*	ŞİRKET_301*	ŞİRKET_30**
MİNİMUM	-0,002431416	-0,000972515	-0,00167464	-0,001844946	-0,003801352
MAKSİMUM	0,002484807	0,000994102	0,001708673	0,001884632	0,003889371

Merkezi Limit Teoreminden yararlanılarak Tablo 9’da her bir eczane için ilaç üretici firmalarının normalinden çok satış yaptığı veya normalinden az satış yaptığına dair bilgi hesaplanmıştır. Sıfır (0) ile belirtilenler yapılan satış miktarının normal olduğunu belirtir. Bir (1) ile belirtilenler ise o firmanın eczanede daha az veya daha çok satış yaptığını belirtmektedir.

Tablo 9. Anormallik Durumunu Belirten Eczane – İlaç Üretici Firma İlişkisi

ECZANE	ŞİRKET_2**	ŞİRKET_79*	ŞİRKET_23*	ŞİRKET_301*	ŞİRKET_30*
6777***	0	1	0	0	0
6004***	0	1	0	0	0
6005***	0	0	1	0	0
6006***	0	0	0	0	0
6079***	0	1	1	0	0

Elde edilen sonuç doğrultusunda ilaç üretici firmalarının ilaçlarının yoğun olarak satıldığı eczaneler tespit edilmiş olur. Burada gerçekten bir dolandırıcılığın olduğunu kesinleştirebilmek için doğrudan eczane ile iletişime geçilerek kontroller sağlanmalıdır. Elimizdeki veriler toplamdaki 5244 eczanenin hangilerinin şüpheli olduğunu belirtmiş olur. Verinin analizi sonucunda ilaç üretici firmalarının toplamdaki şüpheli olabilecek eczane sayıları Şekil 4.10'da belirtilmiştir.

Tablo 10. İlaç Üretici Firmalarının İlişkisi Olabilecek Eczane Sayıları

ŞİRKET KODU	ECZANE SAYISI
ŞİRKET_23*	128
ŞİRKET_301*	136
ŞİRKET_79*	161
ŞİRKET_2**	180
ŞİRKET_30*	282

Örneğin ŞİRKET_23* Kodlu ilaç üretici firması 5244 eczaneye ilaç satışı gerçekleştiriyor. Ancak 128 adet eczanede satış miktarları diğerlerine oranla daha fazla veya daha azdır. Böylelikle ŞİRKET_23* Kodlu ilaç firması için yalnızca bu 128 adet eczanenin incelemeye alınması dolandırıcılık tespiti için daha çabuk sonuç üretecektir.

3.3 Tartışma

Bu kısımda farklı çalışmalarda da yapılan reçete sahtekârlıkları ile ilgili kıyaslamalı bir tartışma yapılacaktır. Aynı tekniği kullanan çalışmaya araştırma sırasında bulunamamasından dolayı, tam olarak sonuçlar kıyaslamalı tartışma yapılamasa da sağlık sahtekârlığı için kullanılan tekniklerden bahsedilmektedir.

Altı Avrupa Birliği ülkesini içeren ilaç ve reçete sahtekârlığını çıkarmak üzere yapılan çalışmada [10], reçeteler üzerindeki ilaçlar ve 2105 eczanedeki reçete formları incelenerek, bildirilen her ilaç için, bin kişi başına rapor edilen sahte reçete sayısı temel istatistik yöntemlerle tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ulusal satış ve geri ödemeler üzerinde sahte satış oranı hesaplanarak en fazla değiştirilmiş reçeteler arasında en fazla tercih edilen kimyasallar tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sunulan çalışma ile farkı ise hangi kimyasallar üzerinde sahtecilik yapıldığının değil ilaç şirketleri ile eczaneler arasındaki normal olmayan ilişkilerin tespit edilmeye çalışılmasıdır.

Bir başka çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'nin [11] birçok eyaletinde yaygın olan hasta paylaşım planlarını belirlemek için yeni bir yöntem önermektedir. Bu şekilde sağlıkla ilgili sahtekârlıklarının önlenmesi hedeflenmektedir. Benzerlikleri ve farklılıkları ortaya çıkarabilmek için Google tarafından kullanılan PageRank ile işlemler yapılmıştır.

Eczanelerde yapılan sahtekârlığı ortaya çıkarmak için de [12] geliştirilen çalışmada anlatılanlara bakılarak aykırılık saptayarak sonuç elde etmek için kullanılmıştır. Sunulan çalışmada farklı olarak, beklenenden ortalama satıştan, daha fazla ya da az olması durumları incelenmiştir.

4. Sonuçlar

Müşterilerin eczanelerden ilaç satın alırken muadil bir ilaç satın alma mecburiyetine düşmemesi için veri madenciliği ile eczanelerin tüm

ilaçları barındırmasının kontrolü yapılabilir. Doktorların muadili olan ilaçlarda bile özellikle belirtmiş olduğu ilacın kullanılması sağlık açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple eczanelerin daha çok kâr amacı gütmek için ilaç satıcı firmaları ile yapmış oldukları anlaşmalar hastaların sağlığında tehlike oluşturmaktadır.

Bu projede, bir sağlık sigortası firmasına ait veriler üzerinden eczanelerin ilaç satıcı firmaları ile ilgili ilişkilerinin tespiti yapılarak, bu ilişki doğrultusunda önlemler alınması gerektiğini bildirmeyi hedeflemiştir.

Verilerin analizi yapılırken PL/SQL Developer uygulaması aracılığıyla yardımcı prosedürler yazılıp, uygulamanın barındırdığı formüller üzerinden sonuçlar elde edilmiştir.

Toplamda 5244 eczanenin satış bilgilerine göre 54 ilaç üretici firması üzerinde inceleme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ilaç üretici firmalarının 12 tanesinde anormallik tespit edilmiş olup, ortalama 153 eczane ile ilişkilendirilmesi sağlanmıştır.

Eczane – İlaç satıcı firmaları arasındaki ilişkinin tespitinde farklı yaklaşımlar olabilir. Belirli bir ilaç grubuna ait ilaçların satışı sağlanarak bir ilişki kurulacağı gibi, bir ilaç üreticisine ait tüm ilaçların satışı sağlanarak da ilişki kurulabilir. Bu sebeple hem ilaç gruplarına bağlı ilişkilere hem de doğrudan tüm ilaçlar için olan ilişkilere göre tespitler yapılmalıdır.

İlaç üretici firması eczane ile anlaşarak dolandırıcılık sağlayabildiğini gösteren adli vakalar bulunmaktadır. Eczanelerin bulunduğu bölgedeki hastane ve aile hekimliğine ait doktorlar da bu firmalarla anlaşarak, kendi ilaçlarını reçeteye yazdırabilirler. Satılan ilaçların reçeteyi yazan doktorlarla da ilişkilendirilerek veri analizi yapılabilir.

Bu çalışmadaki veri içeriğinde doktor bilgisi edilemeden yapılması gerekmiştir. Bunun sebebi, Sağlık Bakanlığının reçeteye ait doktor bilgilerinin gizliliğini savunmakta ve dışarıya paylaşmamaktadır. Bu sebeple sigorta şirketi firmaları ve bu firmalara aracı olan yazılım şirketleri doktor bilgilerini anlamlı veri olarak saklayamamaktadır.

Sonuç olarak, sağlık sektöründe daha iyi koşullarda hizmet almak için ilaç satıcı firmalarının eczanelerle olan ilişkilerinin tespiti yapılarak anormallik durumu varsa bunun incelenmesi gerektiği yönünde sonuçlar edinilmiştir. Bu ilişkiye dahil olan eczane – ilaç satıcı firması ikilileri yetkili kişiler tarafından yakın takip alınarak bu tip ilişkilerin önüne geçilebilir.

Teşekkür

Verileri sağladığı için sigorta şirketlerine teşekkür ederiz. Tüm verileri temsil etmek için, kullanılan tabloların bir kısmına yer verilmiş ve anonimleştirilmesine gayret gösterilmiştir. Burada yapılan istatistiksel deneysel çalışma her ne kadar gerçek veriler üzerine işlenmiş olsa da ne ilaç firmaları ne de eczaneler üzerinde muhtemel sahtekârlık için kesin sonuç işaret etmediğini bildirmek isteriz. Anomalilerin gerçek sebepleri sahtekârlıkla ilişkilendirilebileceği gibi kesin yargılara varmak için daha ayrıntılı incelemelere gerek olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Bauder, R. A., Khoshgoftaar, T. M., Medicare Fraud Detection Using Machine Learning Methods, 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), pp. 858-865(2017),. Cancun,
- [2] Herland, M., Bauder, R.A., Khoshgoftaar, Approaches for identifying U.S. medicare fraud in provider claims data, T.M. Health Care Manag Sci (2018) Oct 27. doi: 10.1007/s10729-018-9460-8.
- [3] Bauder, R.A., Khoshgoftaar, T.M., Multivariate outlier detection in medicare claims payments applying probabilistic programming methods, Health Services and Outcomes Research Methodology 17 (3-4), (2017) 256-289
- [4] Tsai, Y.H., Ko C. H., Using CommonKADS Method to Build Prototype System in Medical Insurance Fraud Detection, Journal Of Networks, Vol. 9, No. 7, (2014) July
- [5] Pedro, O. A., Cristián J. F., Gonzalo, R. A Medical Claim Fraud/Abuse Detection System based on Data Mining, A Case Study in Chile. DMIN. 6. (2006). 224-231.

- [6] Hoda, E., Juan, L., Ying, Z., Markus, F., Fraud Detection for Healthcare. KDD2013 Workshop On Data Mining For Healthcare(2013, August) 11–14.
- [7] Bolton, R.J., Hand D. J., Statistical Fraud Detection: A Review, Statistical Science Vol. 17, No. 3 (2002 Aug.), 235-249
- [8] Chan, P. K., Fan, W., Prodromidis A. L., Stolfo, S. J., Distributed data mining in credit card fraud detection,, in IEEE Intelligent Systems and their Applications, vol. 14, no. 6, (1999Nov.-Dec)..pp. 67-74,
- [9] Yufeng, K., Lu, C.T., Sirwongwattana, S., Huang, Y.-P., Survey of fraud detection techniques. 2. 749 - 754 Vol.2. (2004). 10.1109/ICNSC.2004.1297040.
- [10] Lapeyre-Mestre M., · Gony M., · Carvajal A., · Macias D., · Conforti A., · D’Incau P. , · Heerdink R. and· Van der Stichele R., A European Community Pharmacy-Based Survey to Investigate Patterns of Prescription Fraud through Identification of Falsified Prescriptions, European Addiction Research 2014; 20: 174-182
- [11] Gangopadhyay A., Chen S., Yesha Y., Detecting Healthcare Fraud through Patient Sharing Schemes, ICISTM 2012. Communications in Computer and Information Science, vol 285: 421-426
- [12] Konijn R.M., Kowalczyk W. , Finding Fraud in Health Insurance Data with Two-Layer Outlier Detection Approach Data Warehousing and Knowledge Discovery. DaWaK 2011 Lecture Notes in Computer Science, vol 6862. Springer, 394-405

Ankara, Gölbaşı, Hallaçlı Mahallesi’nde I. Ulusal Mimarlık Dönemi’ne Ait Bir Örnek: “Mehmet Ağa Konağı”

Sevinç DUYGU YALVAÇ^{1*}, Gediz URAK²

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık ABD., Yüksek Lisans
Öğrencisi Ankara, Türkiye

²Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, Türkiye

Geliş Tarihi: 19.02.2019

***Sorumlu Yazar e mail:** sevincdy@gmail.com

Kabul Tarihi: 14.03.2019

Atf/Citation: Duygu Yalvaç, S. ve Urak, G. “Ankara, Gölbaşı, Hallaçlı Mahallesi’nde I. Ulusal Mimarlık Dönemi’ne Ait Bir Örnek: “Mehmet Ağa Konağı””, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/1: 49-76

Özet

Bu makale, Ankara İli, Gölbaşı İlçesi, Hallaçlı Mahallesi’nde yer alan Mehmet Ağa Konağı’nı konu almakta olup “**Ankara İli, Gölbaşı İlçesi, Hallaçlı Mahallesi’nde Bulunan Mehmet Ağa Konağı’nın Restorasyon Önerisi**” isimli yüksek lisans tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır. Makalenin amacı, I. Ulusal Mimarlık Dönemi mimarisinin, kırsal alanda yer alan bir örneği olarak tanıtımının yapılarak; özgün nitelikleri ile gelecek kuşaklara aktarımının sağlanması için yapılan belgeleme çalışması sonucunda elde edilen veriler ile yapı ile aynı dönemde inşa edilmiş konut örnekleri ile yapılan karşılaştırmalı çalışması sonuçlarının ortaya konmasıdır. Bu sayede, Kurtuluş Savaşı’nda orduya yaptığı önemli katkılarıyla bilinen ve milli mücadelenin önemli destekçilerinden biri olan yapının ilk sahibi Mehmet (ATAK) Ağa’nın anısının da yaşatılarak, kültürel mirasımızın korunmasına katkı sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ankara, Gölbaşı, Hallaçlı, Kültürel Miras, Koruma, Konut, Mehmet Atak.

An Example of the First National Architectural Movement in “Hallaçlı” District, “Gölbaşı, Ankara: Mehmet Ağa” Mansion

Abstract

This article is about the “Mehmet Ağa” Mansion located in “Hallaçlı” District in “Gölbaşı, Ankara” and it is prepared by the results of the master thesis “**Restoration**

Proposal of the Mehmet Aga Mansion in Hallaçlı, Gölbaşı, Ankara". It aims to present the building, which is one of the unique examples of the First National Architectural Movement in rural area, and show the results of the survey and documentation done to ensure preservation of the authentic qualifications of the building to be passed on the future generations and the comparative study done with similar dwellings built in the same period. Therefore the memory of the first owner of the dwelling, "Mehmet (ATAK) Ağa", who is well-known as one of the important supporters of the national struggle with his contributions to the army in the War of Independence will also be maintained and contributed the conservation of cultural heritage.

Keywords: "Ankara, Gölbaşı, Hallaçlı", Cultural Heritage, Conservation, Dwelling, "Mehmet Atak".

1. Giriş

Bizim için değerli olanı, anıları olanı, tarihsel olanı; bize kadar yaşayarak gelebilmiş olan, ön açmış ve ön açan geleneği korumak isteriz. Böyle bir şeyin bozulmamasını, niteliklerini yitirmemesini, yıpranmamasını, yok olmamasını isteriz. Giderek bütün bu özellikleriyle bizden sonra da sürsün yaşasın isteriz. Çocuklarımıza, torunlarımıza da aktarmak isteriz onu; onlar da değerini bilsinler isteriz. Böylece onlar da kişiliklerini, geleceklerini daha sağlıklı, daha insana yakışacak şekilde kurabileceklerdir [1]. Kültür varlıkları, salt fiziksel varlık olmanın ötesinde içerdikleri ve geçmişten günümüz toplumuna aktardıkları bilgi nedeniyle önemlilerdir. Bir kültür varlığının en önemli değeri belgesel değeridir. İncelendiğinde, geçmişte onu inşa eden, kullanan ve değişimine neden olan toplumlara ait özelliklere de ulaşmak mümkündür. Dolayısıyla, kültür varlıklarımızı sahip oldukları değerlerle birlikte gelecek kuşaklara aktarmak ve geçmişten gelen mirasımıza sahip çıkmak için; bu varlıklarımızı özgün niteliklerini koruyarak yaşatmak, yaptıkları dönemin inşa teknikleri, yapı geleneği, yaşam tarzı gibi bilgileri korumak gerekmektedir.

Çalışmaya konu olan Mehmet Ağa Konağı, kırsal alanda yer almasına karşın, döneminin modern kentsel mimari unsurlarını ve I. Ulusal Mimarlık Dönemi'nin belirgin özelliklerini taşımaktadır. Yapı,

Kurtuluş Savaşı'nda orduya yaptığı önemli katkılarıyla bilinen milli mücadelenin önemli destekçilerinden biri olan Mehmet (ATAK) Ağa'dan günümüze kalan bir andaç olması nedeniyle de tarihi değere sahiptir. Çalışma, sahip olduğu tüm özgün nitelikleriyle birlikte Mehmet Ağa Konağı'nın tanıtımının yapılarak; yapının güncel durumunu ve I. Ulusal Mimarlık Dönemi konut mimarisindeki yerini ortaya koyarak yapının korunmasına katkı sağlamayı; bu sayede Cumhuriyet tarihimizde değerli bir yere sahip Mehmet (ATAK) Ağa'nın anısını da yaşatmayı amaçlamaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmanın yöntemi; literatür ve arşiv araştırması yapılması, sahada yapılan ölçüm, fotoğraflama ve görsel analizler neticesinde elde edilen verilerin grafik, fotografik belgeleme metotları ile yapının güncel durumunun belgelenmesi, yapının inşa edildiği Erken Cumhuriyet Dönemi'nde görülen I. Ulusal Mimarlık Akımı irdelenmesi ve yapının aynı dönemde Ankara'da inşa edilmiş konut örnekleri ile karşılaştırılmalı değerlendirmesinin yapılarak Erken Cumhuriyet Dönemi konut mimarisindeki yerinin tespit edilmesi şeklindedir.

2.1. Mehmet Ağa Konağı'nın güncel durum tespiti

Mehmet Ağa Konağı'nın güncel durum tespiti; arazi ve büro ortamlarında yapılan çalışmalarla iki aşamalı gerçekleştirilmiştir. Arazi ortamında yapılan çalışmalarda, yapı ile ilgili tespit ve ölçümler tamamlanmıştır. Büro ortamında ise arazi çalışması neticesinde elde edilen veriler doğrultusunda yapının grafik belgeleme (rölöve) çizimleri oluşturulmuştur.

Yapının grafik belgelenmesine yönelik arazi çalışmasında yapının RIEGL Vz-400 marka 3D yersel lazer tarayıcı ve tarayıcı ile bütünlük çalışın Nikon D600 kamera kullanılarak ölçümleri yapılmıştır. Kamera, yapılan her tarama pozisyonunda elde edilen nokta bulutunu

renklendirmek için kullanılmıştır. Her tarama pozisyonunda 5 ile 10 arasında fotoğraf çekilmiş, toplamda 95 istasyon kurulduğu göz önüne alındığında ise cihaz tarafından toplamda 665 adet fotoğraf elde edilmiştir. Arazi çalışması esnasında ayrıca geleneksel yöntemler kullanılarak yapıda bulunan mimari elemanların detaylarını oluşturmaya yönelik ölçüler alınarak, hazırlanan detay taslaklarına işlenmiştir. Ayrıca, yapıda oluşmuş değişim ve bozulmalar bu aşamada tespit edilerek oluşturulan taslak çizimlere gerekli notlar alınmıştır.

Yersel tarayıcı lazer cihazı ile birlikte gelen veri, ofis ortamında RiSCAN-Pro yazılımında işlenerek, çizimlerin oluşturulduğu Autocad programında kullanılabilir nokta bulutu ve ortografik fotoğraf haline getirilmiştir. Elde edilen nokta bulutu ve gerekli noktalarda geleneksel yöntemler ile alınan ölçüm verileri, bilgisayar ortamında yapılan çalışmalarla Bentley Pointools Model for Autocad ve AutoCAD 2014 programları kullanılarak grafik belgeleme (rölöve) çizimleri (Şekil 8-10) oluşturulmuştur.

2.2. Erken Cumhuriyet dönemi ve Mehmet Ağa Konağı

Karşılaştırmalı çalışma; zaman içinde yapının geçirdiği değişimler ile yok olan, değiştirilen ya da bozulan yapı elemanlarına ait yapıdan gelen izlerin ve yapı ile ilgili elde bulunan belgelerin yetersiz kalması durumunda; yapı ile aynı dönemde, benzer teknikte ve üslupta yapılmış olan yapıların özgün bilgilerinden faydalanılarak yapının restitüsyonuna kaynak sağlamayı amaçlar. Yapıdan gelen izlerin ve eldeki verilerin yeterli olduğu durumlarda ise karşılaştırmalı çalışma, restitüsyonun doğruluğunun kanıtı olması açısından önem taşımaktadır.

Çalışmanın konusu olan Mehmet Ağa Konağı'nda yapılan mevcut durum analizleri neticesinde yapının doğal etmenlere bağlı bozulmaları ve çatı katında yapılan değişimler dışında, plan şemasının değiştirilmediği ancak yapı elemanlarında bir takım kayıpların mevcut olduğu ortaya çıkmıştır. Her ne kadar, yapının restitüsyonuna yönelik yapıdan gelen izlerin ve yapı ile ilgili elde edilen belgelerin yeterli

olabileceği düşünülmekte olsa da yapının inşa edildiği dönemdeki benzer yapılarla birlikte karşılaştırmasının yapılarak değerlendirilmesinin restitüsyonunun kanıtı olması ve yapının özgün değerlerinin net olarak ortaya konması açısından önemlidir.

Bu doğrultuda; öncelikle yapının inşa edildiği Erken Cumhuriyet Dönemi'nde etkin olan I. Ulusal Mimarlık Akımı irdelenmiş, ardından yapı ile aynı dönemde inşa edilmiş benzer mimari üsluba sahip konut örnekleri arasında karşılaştırma yapılmıştır. Karşılaştırmaya konu olan örnekler; yapının kırsal alanda inşa edilmiş olmasına karşın yapıldığı dönemin kentsel mimari özelliklerini daha çok taşıması nedeniyle, Ankara kent merkezinde yer alan konut örneklerinden seçilmiştir.

3. Bulgular ve Değerlendirme

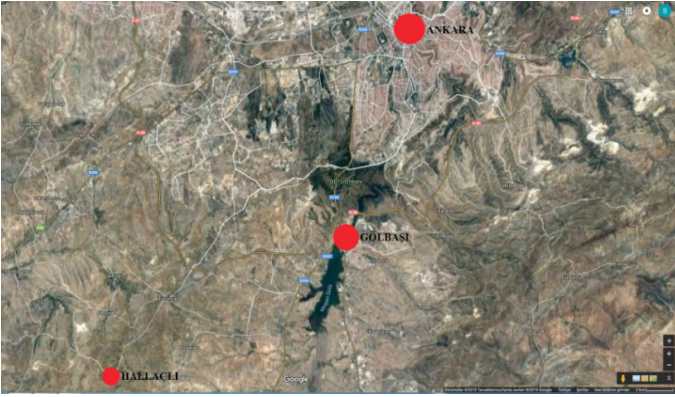
Çalışma kapsamında; Mehmet Ağa Konağı'nın tarihi araştırması sonucunda elde edilen bilgiler, sahada yapılan ölçüm, fotoğraflama ve görsel analizler neticesinde elde edilen belgeleme verileri ile literatür araştırması sonucunda elde edilen I. Ulusal Mimarlık Akımı konut yapılarının ortak özelliklerine ait veriler ortaya konarak yapının değerlendirilmesi yapılmıştır. Bugüne kadar literatürde yer almamış, I. Ulusal Mimarlık Dönemi üslubuna ait bir konut örneği bilim dünyasına tanıtılmıştır.

3.1. Mehmet Ağa Konağı'nın konumu ve tarihi araştırması

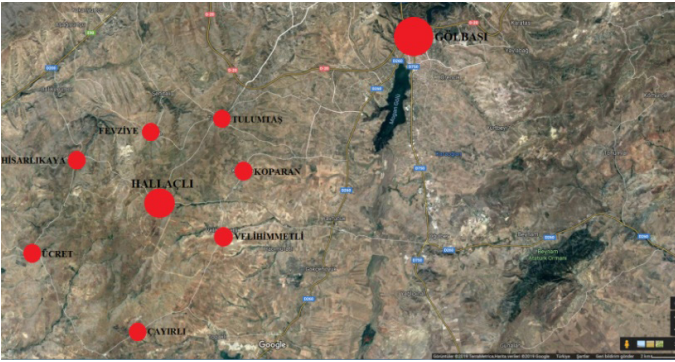
Mehmet Ağa Konağı, Ankara İl'inin Gölbaşı İlçesi'nin Hallaçlı Mahallesi (Köyü)'nde yer almaktadır. Hallaçlı Mahallesi (Köyü), Gölbaşı şehir merkezine 23 km, Ankara şehir merkezine 40 km uzaklıkta yer almaktadır (Şekil 1). Konak, Hallaçlı Mahallesi, köy içi mevki, 115911 ada 1 parselde yer almaktadır. Tulumtaş ve Koparan mahallelerine giden yolların kesiştiği köşe parselde bulunmaktadır (Şekil 2).

Konağın hemen yakın çevresinde yapılaşma bulunmamaktadır. Konağın kuzeybatı tarafında bulunan en yakın parselde, Mehmet

Ağa'nın kardeşi Hüseyin ATAĞ'a ait olduğu belirtilen ve yapıyla yakın tarihlerde inşa edildiği düşünülen bir konut yer almaktadır. Ancak bu yapının zaman içerisinde değiştirilerek özgün niteliklerini kaybettiği; özgününde ahşap olduğu düşünülen kapı ve pencere doğramalarının pvc doğramalar ile kat silmesinin yine özgün malzeme ile uyumlu olmayan polystyrene esaslı yapay bir malzeme ile üretilmiş kat silmesi ile değiştirildiği tespit edilmiştir (Şekil 3).



(a)



(b)

Şekil 1. (a) Hallaçlı Mahallesi, Ankara ve Gölbaşı Şehir Merkezlerinin Konumunu Gösteren Uydu Fotoğrafı [2]
 (b) Hallaçlı Mahallesi ve Komşu Mahalleleri ile Gölbaşı Şehir Merkezini Gösteren Uydu Fotoğrafı [2]



Şekil 2. Mehmet Ağa Konağı Yakın Çevre Uydu Fotoğrafı [2]



Şekil 3. (a) Mehmet Ağa Konağı'nın ve Yakınındaki Konutun Eski Durumu (1930'lar) [6]

(b) Mehmet Ağa Konağı'nın Yakınındaki Konutun Mevcut Durumu (2017) [14]

Gölbaşı, Koparan ve Tulumtaş yönünden Hallaçlı mahallesine doğru yol alındığında konak, etraftaki tarlaların ve bozkırın ortasından bir anda yükselerek yoldan geçenleri etkilemeyi başarır (Şekil 2, 5).

Milli Mücadele döneminde maddi ve manevi katkılarıyla orduya verdiği desteklerle ünlenen Mehmet (ATAK) Ağa, konağın ilk sahibidir. Kendisi 1880 yılında Hallaçlı köyünde dünyaya gelmiş olup anne ve baba tarafından Ankara'nın yerlisidir. 27 Aralık 1919'da Atatürk'ün

Konağın yapımına 1923 yılında başlandığı, 1929 yılında da tamamlandığı, ayrıca planlarının İsviçreli bir mimar tarafından hazırlandığı ve Rum ustalarca inşa edildiği belirtilmektedir [4]. Yapının mevcut sahibi Mehmet (ATAK) Ağa'nın kızı Andaç ATAK hanımın aktardığı bilgiler de yapının 1920'li yıllarda inşa edildiğini doğrulamaktadır. Ancak yapıya ait günümüze ulaşan herhangi bir mimari belge bulunmamaktadır. Yapı, Ankara Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'nun 18.03.1994 tarihli ve 3423 sayılı kararı ile tescil edilmiştir [5]. Tescil fişinde yapı, Atatürk Evi olarak adlandırılmıştır (Şekil 4).

3.2. Mehmet Ağa Konağı'nın güncel durumu

Mehmet Ağa Konağı, Ankara ili, Gölbaşı ilçesi, Hallaçlı mahallesinde köy içi mevkiinde yer almaktadır. 5755 m2 alana sahip bir parsel içerisinde bulunan yapının 165 m2 oturma alanı bulunmaktadır. Yapının bahçe duvarları zaman içerisinde hasar görmüştür ve duvar bahçe boyunca kesintisiz devam etmemektedir ve bahçe kapısı yok olmuştur. Günümüzde, yapıya Tulumtaş Mahallesi yolundan bahçe duvarı yıkılarak giriş sağlandığı anlaşılmaktadır (Şekil 2, 5).



Şekil 5. Mehmet Ağa Konağı'nın Güncel Durumu (2017) [14]

Yapı çevresinde arazi kotu kuzeybatı yönüne doğru yükselmektedir. Yapı bahçesi moloz taş duvarlar ile sınırlandırılmıştır. Ancak, mevcutta bahçe duvarları yıkılmış durumdadır. Yapının kuzey cephesine kaba yonu taş istinat duvarı örülerek cephede toprak kotu iki kademeli yapılmış ve bodrum ve zemin katlara bu cepheden erişim sağlanmıştır. Bahçenin kuzey bölümünde meyve ağaçları ve yapı sahibi tarafından sonradan eklendiği belirtilen bir tandır evi yapısı ile bir kümes yapısı yer almaktadır (Şekil 5, 6).

Yapı, bodrum üzerine iki ana kat (zemin ve 1. kat) ve çatı katından oluşmaktadır. Yapının güneydoğu köşesinde silindirik biçimli üstü kubbeli bir köşe kulesi yer almaktadır (Şekil 5-6). Yapının doğu cephesi orta hizasında çatı katında bir cihannüma, 1. katında ise bir çıkma bulunmaktadır. Zemin katta, çıkma altında ahşap iki kanatlı bir kapı bulunmaktadır. Bu kapı, yapının ana giriş kapısı niteliğinde görülmekle beraber cephede kapının önündeki beton saçağa toprak seviyesinden herhangi bir erişim bulunmamaktadır. Zemin kat girişleri güney ve kuzey cephelerinde bulunan iki kanatlı ahşap kapılar ile sağlanmaktadır (Şekil 6-10).



(a)

(b)

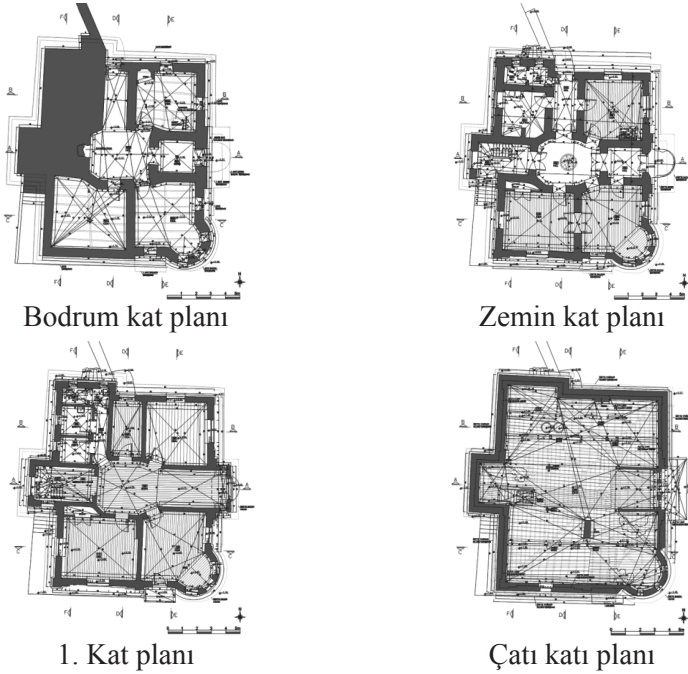
(c)

Şekil 6. Mehmet Ağa Konağı'nın Doğu (a), Güney (b) ve Güneybatı (c) Görünüşleri (2017)[14]



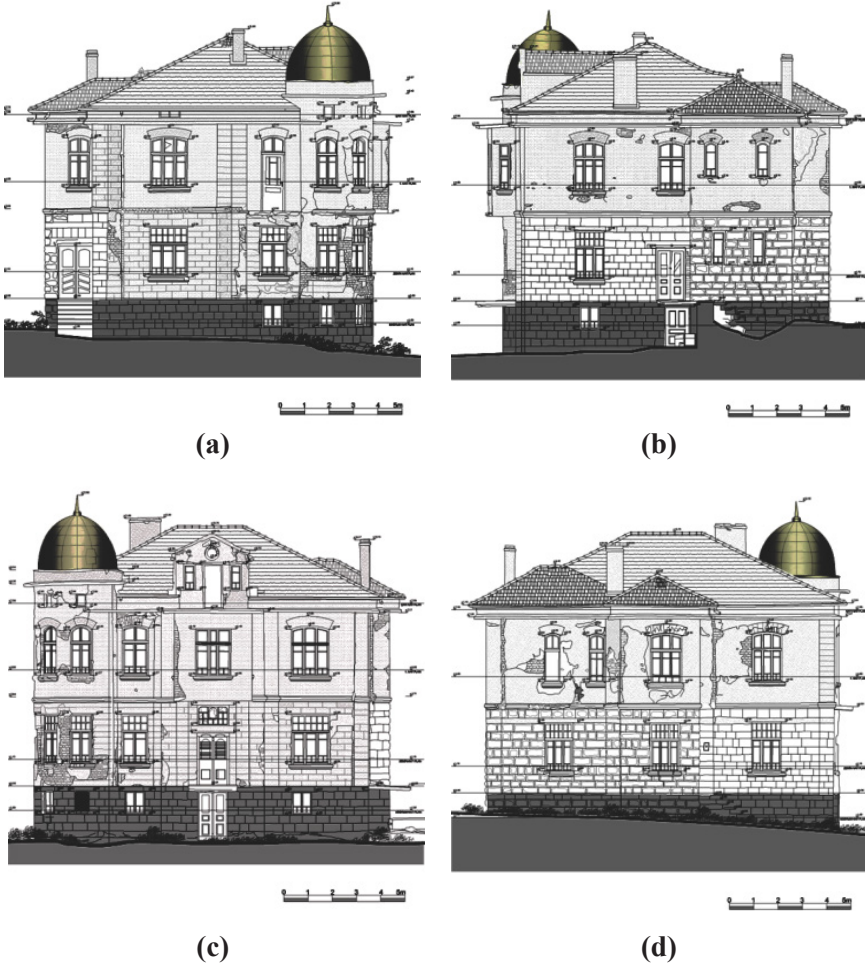
Şekil 7. Mehmet Ağa Konağı'nın Batı (a), Kuzey (b) ve Kuzeydoğu (c) Görünüşleri (2017)[14]

Yapı, orta sofalı plan tipindedir. Odalar ve servis mahallerinin açıldığı koridorlar sofa mahallerine açılmaktadır. Yapının esas yaşam alanları zemin ve birinci katlarda yer almaktadır (Şekil 8-10).

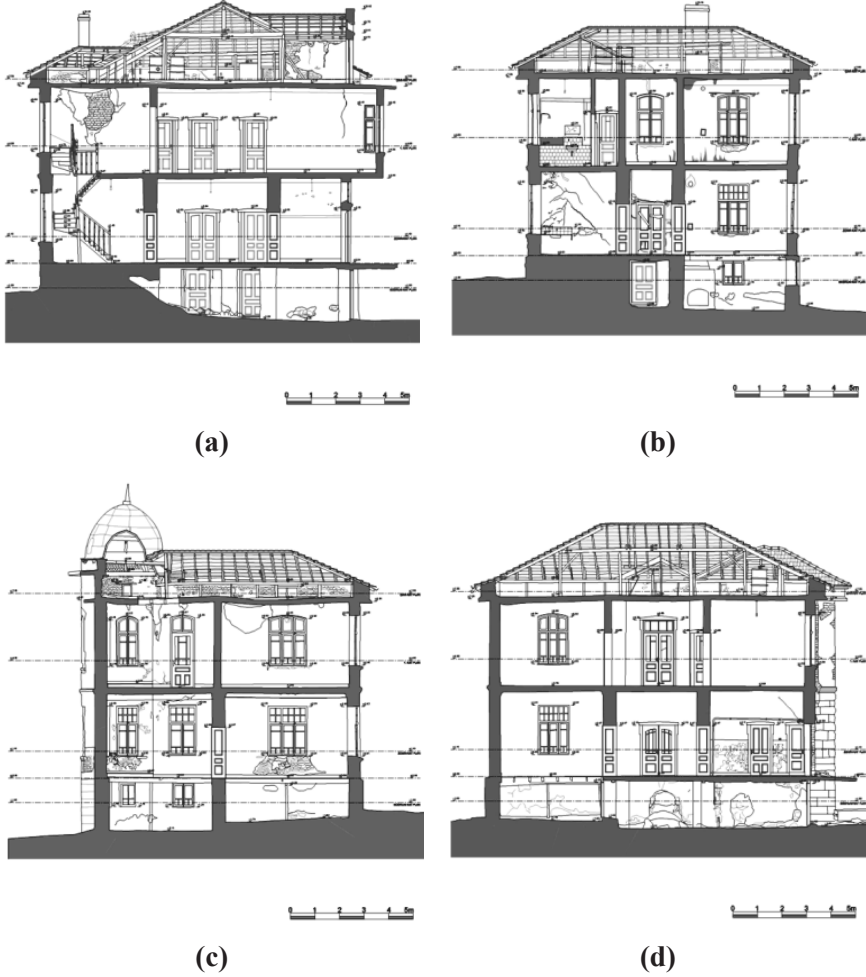


Şekil 8. Mehmet Ağa Konağı'nın Kat Planları

Yapının cephelerinde, cephenin önemine göre; taş kaplama, kesme taş görünümlü sıva ve düz sıva gibi farklı kaplama malzemeleri farklı oranlarda kullanılmıştır (Şekil 5-7, 9).



Şekil 9. Mehmet Ağa Konağı'nın Güney (a), Kuzey (b), Doğu (c) ve Batı (d) Cepheleri



Şekil 10. Mehmet Ağa Konağı'nın A-A (a), B-B (b), C-C (c) ve D-D (d) Kesitleri

Yapıya bodrum katta kuzey cephesine açılan tek kanatlı, zemin katta ise güney ve kuzey cephelerindeki iki kanatlı ahşap kapılarla girilmektedir. Bu katta, iki oda ve penceresi bulunmayan bir kiler odası mevcuttur (Şekil 8, 11, 12).



(a)

(b)

Şekil 11. Mehmet Ağa Konağı'nın Bodrum Katı B0(a) ve B02(b) Hol Mekânları (2017)[14]



(a)

(b)

Şekil 12. Mehmet Ağa Konağı'nın Bodrum Katı B03(a) ve B05(b) Oda Mekânları (2017)[14]

Zemin katta, güney, kuzey ve doğu cephelerine açılan kapıların açıldığı üç hol, üç oda, mutfak ve lavabo-hela ıslak hacim mekânları ile tüm oda ve diğer hollerin açıldığı orta sofa mekânı bulunmaktadır (Şekil 8, 13-16).



Şekil 13. Mehmet Ağa Konağı'nın Zemin Kat Orta Hol (sofa) Mekânı (2017)[14]



(a)

(b)

Şekil 14. Mehmet Ağa Konağı'nın Zemin Kat Z03 (a) ve Z08 (b) Hol Mekânları (2017)[14]



Şekil 15. Mehmet Ağa Konağı'nın Zemin Kat Z09 Oda Mekânı (2017)[14]



(a)



(b)

Şekil 16. Mehmet Ağa Konağı'nın Zemin Kat Z07(a) ve Z10(b) Oda Mekânları (2017)[14]

Birinci kata, zemin katına güney cepheden girilen ahşap kapının açıldığı giriş holünden ahşap bir merdiven ile çıkılır. Birinci katta önce merdiven holüne ulaşılır ve bu merdiven holünden iki kanatlı ahşap bir kapı ile sofa mekânına girilir. Birinci katta bulunan dört oda mekânı ile depo, banyo, lavabo-helanın açıldığı koridor kapıları sofaya açılmaktadır. Doğu cephesinde bulunan çıkma da sofanın uzantısıdır (Şekil 17-19).



Şekil 17. Mehmet Ağa Konağı'nın 1. Kat Sofa Mekânı (2017)[14]



(a)

(b)

Şekil 18. Mehmet Ağa Konağı'nın 1. Kat 108 (a) ve 109 (b) Oda Mekânları (2017)[14]



Şekil 19. Mehmet Ağa Konağı'nın 1. Kat 110 (a) ve 111 (b) Oda Mekânları (2017)[14]

Merdiven holünden devam eden M3 ahşap merdiveni ile çatı katına ulaşılmaktadır (Şekil 20, 21). Merdivenin sonunda çatı döşemesindeki merdiven boşluğunu kapatan ahşap bir kapak vardır (Şekil 8, 21). Çatı katı tek mekândan oluşmaktadır. Merdivenden çıkar çıkmaz cihannüma görülür. Doğu cephesine açılan cihannüma kapısı ile birinci katta bulunan çıkmanın üzerinde yer alan üç tarafı açık balkona ulaşılır (Şekil 8, 20). Yapının diğer balkonlarında olduğu gibi bu kısımda da korkuluk bulunmamaktadır.



Şekil 20. Mehmet Ağa Konağı'nın Çatı Katı (2017)[14]



Şekil 21. Mehmet Ağa Konağı'nın Çatı Katı (2017)[14]

3.3. I. Ulusal Mimarlık Akımı ve yapının karşılaştırmalı çalışması

Politik, sosyal ve ekonomik unsurlarla birlikte inşaat, eğitim, yapı endüstrisindeki gelişmeler ile değişen estetik anlayışları gibi farklı olgulardan etkilenen Erken Cumhuriyet Dönemi Türk Mimarlığı bu doğrultuda gelişerek değişim göstermiştir.

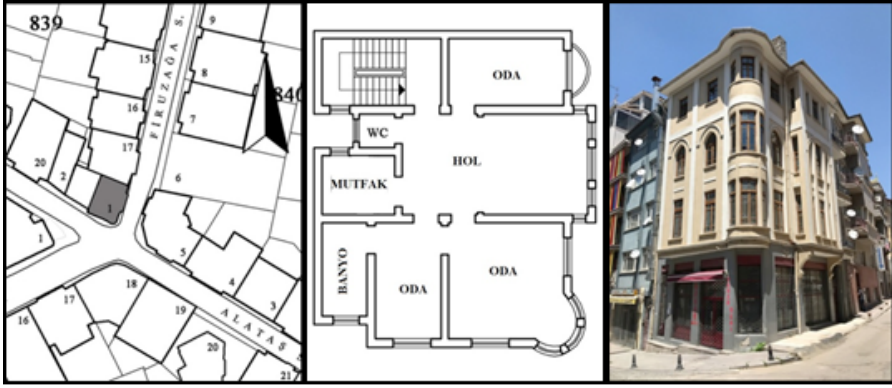
II. Meşrutiyet sonrasında, özellikle İttihat ve Terakki Fırkasının başlıca düşünürlerinden biri olan Ziya Gökalp'in geliştirdiği Türkçülük düşüncelerinin zamanla güç kazanması, yaygınlaşması, mimarlık alanında da etkilerini göstermiştir. Kısa zamanda Milli Mimari, Milli Mimari Rönesans'ı, Milli Mimari Üslubu, Neo-Klasik Üslup olarak adlandırılan I. Ulusal Mimarlık Akımı geçerlilik kazanmıştır. Ulusal mimarlık anlayışı Cumhuriyet'in ilk yıllarında da yeni bir ulus yaratma çabalarının yoğunlaşmaya başladığı bir ortam içerisinde yaygınlaşma ortamı bularak gelişme göstermiş ve 1930 yılı dolaylarına kadar etkinliğini sürdürmüştür. Cumhuriyetin ilk yıllarında, sınırlı sayıdaki mimarın hemen hemen tümüne yakını, ulusal mimarlık akımına bağlı kalmıştır. Metin Sözen bunun en büyük nedenini; dönemin eğitim kurumlarında yerli ve yabancı öğretim üyelerinin, eğitimin ağırlığını bu tür bir mimarlığa vererek bu eğilimde bir mimar kuşağının yetişmesine olanak sağlaması, olarak ifade etmektedir. Ayrıca yönetimlerin bu üslubu desteklemelerinin de üslubun yayılmasına olanak sağladığı, dolayısıyla üslubun sadece İstanbul ve Ankara gibi şehirlerde değil küçük yerleşim merkezlerinde bile örneklerine rastlanılabildiği Sözen tarafından belirtilmektedir [7].

I. Ulusal Mimarlık Akım'ında, ideoloji-mimarlık birliği, özellikle cephelerde kubbe, kemer, portik, taç kapı, vb. Osmanlı mimarlık öğeleri ve süslemelerinin kullanılması şeklinde kendini göstermiştir. İnci Aslanoğlu, yapıların cephelerinde kullanılan ortak öğelerin bir lise yapısı, bir postane, banka, hükümet konağı, otel, bakanlık binası, ya da bir tren istasyonu arasında görünüşte hem kütle düzeni, hem de dış bezeme açısından bir fark olmadığı etkisini yarattığını belirtmiştir. Aslanoğlu'na göre amaçlanan, klasik Osmanlı yapı ve bezeme öğelerinin ulusal hisleri yansıttığı kanısıyla kullanılmasıydı [8].

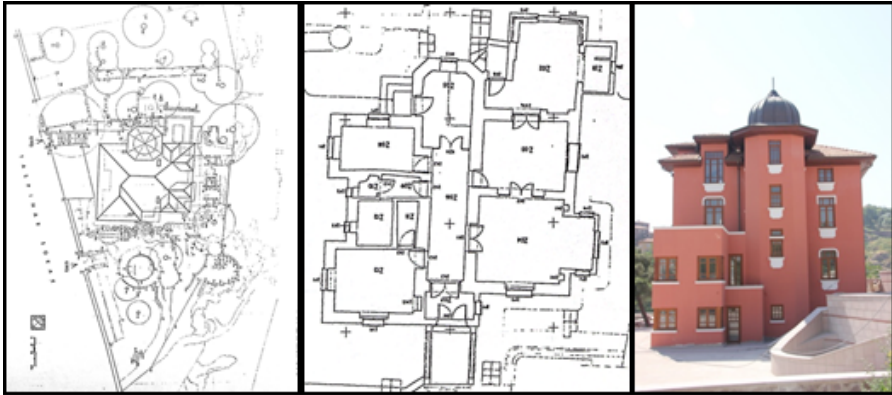
Sözen, dönemin ana ilkesini, cephelerin ayrıntılarına kadar düşünülerek çözülmesi, olarak ifade etmektedir. Bununla birlikte yerleşme ve planın, gerekli işleve göre çözümü, cephelerden sonra gelmektedir. Cephelerde beliren bir diğer konuyu da ana cephe ve diğer cepheler arasındaki ilişki olarak belirtmekte; yapının önemine, yapıldığı yerin özel durumuna göre değişmekle birlikte, cephelerin çoğu kez eşit biçimde değerlendirilmediği ve bazen cepheler arasında büyük ayrımların ortaya çıktığına değinmektedir [9].

Nalbantoğlu da aynı konuya değinerek, cephelerinin zenginliğinin kullanıcılarının da zenginliğini yansıtan birinci ulusal mimarlık dönemi yapılarının plan özellikleri bakımından henüz standartlaşmadığını düşünmekte; odalarda işlevsel ayrışmanın görülmediğini ve çoğu kez mutfak ve banyoların yakınlığı nedeniyle hangi mekânın oturma hangilerinin yatma işlevini göreceğini plandan ayırmsamanın olanaksızlaştığını ifade etmektedir. Yapıların önemli bir bölümünde, yeni yapı teknikleri ve malzemesi kullanılmakla birlikte, dönem üslubunun unsurlarına yer verebilmek için bu durum gizlenerek dışarı yansıtılmamıştır [10].

Karşılaştırmalı çalışmada incelenen konut yapıları değerlendirildiğinde, plan şeması anlamında bu dönemde tam bir tipleşme olmadığı tespit edilmiştir. Yapıların çoğunluğunda, özellikle apartman tipi konutlarda mahremiyetin düşünülmezsizin mekânların konumlandırıldığı, farklı işleve sahip odaların merkezi bir hol etrafında düzenlendiği göze çarpmaktadır. Ayrıca bazı yapılarda banyo mekânlarının hol yerine odaya açıldığı durumlar da bulunmaktadır. Salonların ise çoğunlukla büyük planlandığı görülmektedir (Şekil 22,23). Çalışma konusu Mehmet Ağa Konağı'nda da farklı işlevdeki odaların bir orta sofa etrafında kurgulandığı görülmektedir. Ancak, yapıda mutfak, banyo ve hela gibi servis mekânları doğrudan orta sofaya açılmamakta ikincil bir koridora açılmaktadır. Banyo ve mutfak mekânları yaklaşık aynı büyüklükte kurgulanmıştır. Konak, kırsal alanda yer almasının da etkisiyle plan kurgusu anlamında hem kent içi yapılarla hem de geleneksel Türk konut yapılarıyla benzerlikler göstermektedir (Şekil 8).



Şekil 22. Ankara, Necatibey, Ulus'ta Bulunan Köşe Parsel Bir Apartmanın Yerleşimi, Kat Planı ve Fotoğrafi [11]

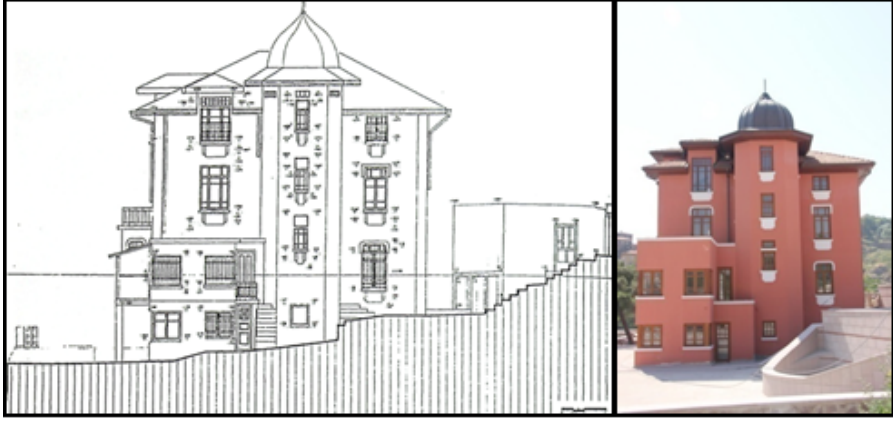


Şekil 23. Ankara, Hacıbayram, Ulus'ta Bulunan Bir Yapının Yerleşimi, Kat Planı ve Fotoğrafi [12]

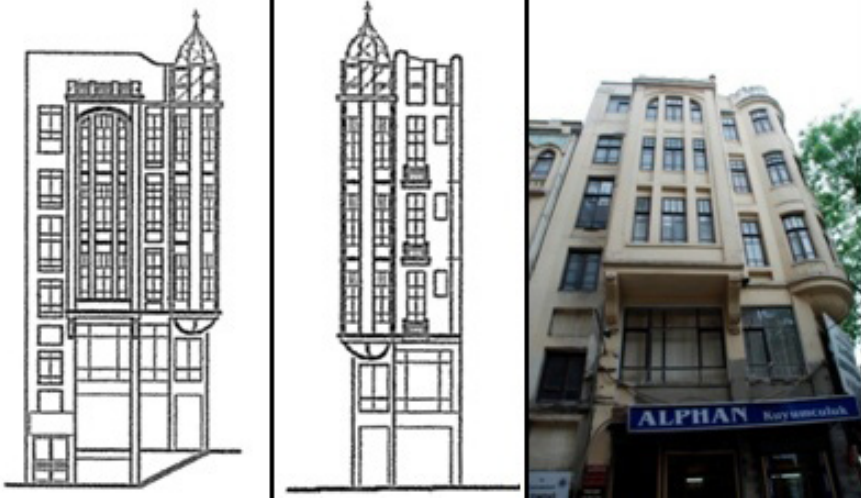
Yapılan çalışma sonucunda, bu dönemde inşa edilen konutların çoğunlukla yığma yapım tekniği ile tuğla ve taş malzeme kullanılarak inşa edildiği görülmüş olup betonarme yapılar da bulunmaktadır. İncelenen yapılarda, farklı inşa tekniklerinin bir arada kullanıldığı örnekler de mevcuttur. Beden duvarlarının yığma teknikte yapıldığı ancak merdivenkovanın betonarme olduğu ya da alt kısımlarda yığma teknik üst katlarda ahşap karkas tuğla ya da kerpiç dolgu malzemesi kullanılarak inşa edildiği örnekler vardır. Mehmet Ağa Konağı da yığma

yapım tekniği ile taş ve tuğla malzeme kullanılarak inşa edilmiş, yapının balkon, saçak ve çıkma döşemelerinde özgün olarak betonarme kullanılmıştır.

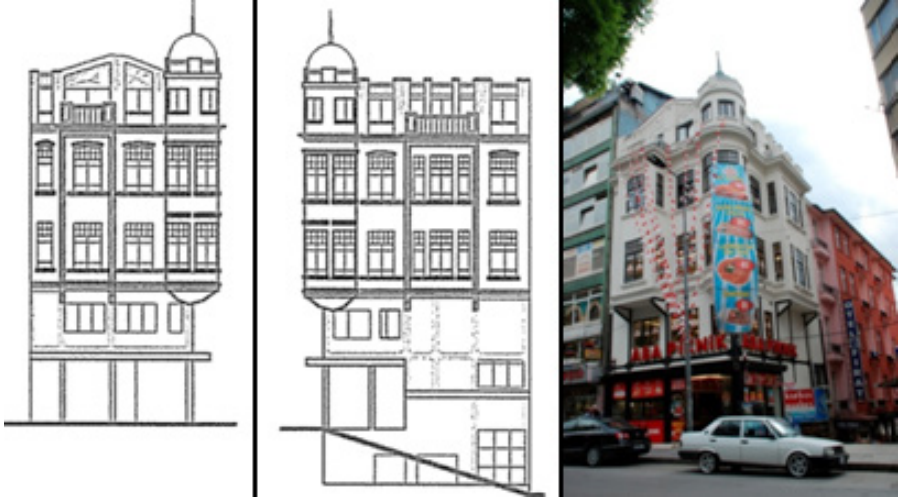
Bu dönem yapı cephelerinde eğrisel ve dairesel biçimlerin; özellikle köşe parsellerde yer alan yapılarda zemin hizasından başlayan ya da çıkma olarak biçimlenmiş yuvarlatılmış kütlelerin çoklukla kullanıldığı görülmektedir. Yuvarlatılmış kulemsi kütlelerin çoğunlukla bir kubbe üst örtüsü ile birlikte inşa edildiği de göze çarpmaktadır. Bunun yanında cephelerde bezeme, rölyef ve rozet gibi dekoratif cephe elemanlarının kullanıldığı, silmelerle katların ayrıldığı örnekler de sıklıkla görülmektedir. Ayrıca, çıkma, balkon ve geniş saçaklarla cephelere 3. boyutta hareket kazandırma çabasını gösteren pek çok örnek bulunmaktadır. Balkon korkuluklarında düz hatlı taş tiplerle birlikte metal ferforje korkulukların da kullanıldığı örneklerden anlaşılmaktadır. Cephelerde basık ve sivri kemerli pencere ve açıklık kullanımı da gözlenen bir diğer özelliktir (Şekil 24-26). Mehmet Ağa Konağı'nda da cephe elemanı olarak karşılaştırmalı çalışmada incelenen örneklerde görüldüğü gibi; kule biçimli yuvarlatılmış köşe, kubbe, çıkma, balkon ve silme gibi elemanlardan faydalanılmıştır. Konakta alt katlarda dikdörtgen biçimli pencereler bulunurken üst katlarda basık kemerli pencereler bulunmaktadır. Yapı cephelerinin eşit biçimde değerlendirilmediği; kesme taş, kesme taş görünümlü sıva ve düz sıva gibi farklı kaplama malzemelerinin cephelere göre farklı oranlarda kullanıldığı göze çarpmaktadır.



Şekil 24. Ankara, Hacıbayram, Ulus'ta Bulunan Bir Yapının Cephe Çizimi ve Fotoğrafi [12]



Şekil 25. Ankara, Necatibey, Ulus'ta Köşe Parsel Bir Apartmanın Cephe Çizimleri ve Fotoğrafi [13]



Şekil 26. Ankara, Necatibey, Ulus'ta Köşe Parsel Bir Apartmanın Cephe Çizimleri ve Fotoğrafi [13]

İncelenen konutların çoğunluğunda üst örtünün kırma çatı biçiminde, Marsilya tipi kiremit ile kaplı olduğu; bununla birlikte özellikle bitişik nizamlı apartman tipi konut yapılarında beşik ve düz çatı tiplerinin de sıklıkla kullanıldığı anlaşılmaktadır. İncelenen örneklerden köşe kulesi bulunanlarda kule üst örtüsünün kubbe olarak tasarlandığı görülmektedir. Yapıların pek çoğunda üst örtü geniş saçaklarla cephede de vurgulanmıştır. Mehmet Ağa Konağı üst örtüsü de kırma çatı biçiminde Marsilya tipi kiremit ile kaplıdır. Güneydoğu köşesinde bulunan kule biçimli yuvarlatılmış kısmın üst örtüsü incelenen diğer yuvarlak köşeli ve kuleli yapılarda da görüldüğü gibi kubbe olarak inşa edilmiştir.

5. Sonuçlar

Giriş bölümünde de ifade edildiği gibi, kültür varlıkları, salt fiziksel varlık olmanın ötesinde geçmişten günümüze aktardıkları bilgi nedeniyle özgün belge değerine sahiptir. Sahip oldukları bu değerlerin gelecek kuşaklara aktarımını sağlamak ve geçmişten gelen mirasımıza

sahip çıkmak için; bu varlıklarımızı özgün niteliklerini koruyarak yaşatmak, yapıldıkları dönemin inşa teknikleri, yapı geleneği, yaşam tarzı gibi bilgileri korumak gerekmektedir.

Ankara, fiziksel ve stratejik özelliklerinin ötesinde siyasi bir kararın sonucunda ülkenin başkenti olmuş bir şehirdir. Yeni yönetim, savaş sonrası harap durumdaki ülkeyi, çağdaş ve modern bir Cumhuriyet'e dönüştürme çabaları içerisinde; Ankara'yı başkent olarak seçerek, Osmanlı'dan tamamen farklı kimlikte bir ülkenin yaratıldığını vurgulamıştır. O dönemde İstanbul, Osmanlılık görüşüne ait bir simge iken; Ankara radikal, devrimci yeni hükümetin, simgesi olmuştur. Bu doğrultuda da tarih kitaplarında bakımsız, köhne bir Anadolu yerleşkesi olarak anlatılan Ankara'nın modern Cumhuriyet'in başkenti olması için bayındırlık çalışmalarına başlanılmıştır.

Yeni bir ulus yaratma çabalarıyla birlikte ulusalcı duyguların yoğun olarak yaşandığı bu süreçte, I. Ulusal Mimarlık Akımı gelişerek, 1930 yılı dolaylarına kadar etkinliğini sürdürmüş ve başta Ankara olmak üzere ülkenin pek çok şehrinde yeni yapılan yapılarda etkilerini göstermiştir.

Çalışmaya konu olan Mehmet Ağa Konağı'nda da geleneksel yapı unsurlarıyla birlikte I. Ulusal Mimarlık Akımı etkilerini net olarak görmek mümkündür. Konağın sahip olduğu özgün yapısal niteliklerinin yanı sıra milli mücadelenin önemli destekçilerinden biri olan Mehmet (ATAK) Ağa'nın günümüze ulaşmış bir andacı olması nedeniyle tüm özgün değerleriyle birlikte sürdürülebilir korunmasını sağlamak gerekmektedir.

Bu doğrultuda yapının güncel durumu analiz edilerek çağdaş belgeleme teknikleri kullanılarak belgelenmiş ve karşılaştırmalı çalışmaları tamamlanmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde yapının plan şemasının günümüze herhangi bir değişikliğe uğramadan geldiği, ancak doğal etkenlere bağlı olarak bazı malzeme ve elemanlarında bozulma ve kayıplar bulunduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın devamında, konağın özgün durumu ortaya çıkarılarak restitüsyonu hazırlanacaktır. Bu sayede, restorasyon kararlarına

altlık oluşturacak, bilimsel bulguları kapsayan bir zemin elde edilmesinin yanı sıra gelecek kuşaklara yapının özgün hali ve geçirdiği değişimlere ait sağlıklı bilgi aktarımının sağlanması planlanmaktadır. Yapının restitüsyonu hazırlanırken yapıya ait elde edilen eski fotoğraflarından, yapı üzerindeki izlerden, korunmuş kısımlardan ve aynı dönemde yapılan benzer konutlardan yararlanılarak; değiştirilmiş, bozulmuş veya yok olmuş yapı elemanları özgününde olduğu gibi ifade edilecektir. Restitüsyonunun tamamlanmasının ardından yapının sürdürülebilir korunmasını sağlamak üzere bulunduğu çevre ve yapı programı ile uyumlu yeni bir işlevin verileceği restorasyon projesi hazırlanacaktır.

Kaynaklar

- [1] Bektaş, C. Koruma Onarım, Literatür Yayınları, İstanbul. (2001). s.9.
- [2] <http://www.google.com/maps/place/Halaçlı> (Erişim Tarihi: Şubat 2019).
- [3] Erdoğan, A. Tarih İçinde Gölbaşı, Gölbaşı Belediye Başkanlığı Kültür Yayınları, Ankara. (2007). s.346, s.190.
- [4] Uçak, H.İ. Tarih İçinde Haymana, Haymanalılar Yardımlaşma ve Tanışma Derneği, Ankara. (1986). s.118-119.
- [5] Ankara 1 Numaralı Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü Arşivi. (2019, Özel İzinle Erişilmiştir.)
- [6] Atak, A. Kişisel Fotoğraf Arşivi. (2017, Özel İzinle Erişilmiştir.)
- [7] Sözen, M. Cumhuriyet Dönemi Türk Mimarlığı (1923-1983), Türkiye İş Bankası Yayınları, Ankara. (1984). s.27-29.
- [8] Aslanoğlu, İ. Erken Cumhuriyet Dönemi Mimarlığı 1923-1938, Bilge Kültür Sanat, İstanbul. (2010). s.31, 32.
- [9] Sözen, M. Birinci Ulusal Mimarlık Dönemi ve Mimarları, Mimaride Türk Milli Üslubu Semineri Bildiri Kitabı, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, İstanbul. (1984). s. 37.
- [10] Nalbantoğlu, G. 1928-1946 Döneminde Ankara'da Yapılan Konutların Mimari Değerlendirmesi, Tarih İçinde Ankara, Eylül 1981 Seminer Bildirileri Kitabı, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, Ankara. (2000). s.254-256.
- [11] Aydın, N.B. Apartman Bloklarında Plan Tipolojileri Üzerine Bir Araştırma: Necatibey Mahallesi Örneği, Ankara (1920'ler-1960'lar), Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü (2017).

- [12] Yavuz, A., İzzet Aykurt Evi: Bir Erken Cumhuriyet Dönemi Konutu, Tarih İçinde Ankara II 1998 Seminer Bildirileri Kitabı, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, Ankara. (2001). s. 289.
- [13] Kefu, G. Ankara-Anafartalar Caddesi ve Üzerindeki Bir Grup Apartmanın Koruma Sorunu Açısından İnceleyen Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2001).
- [14] Duygu Yalvaç, S. Kişisel Fotoğraf Arşivi, (2017-2018).

Otomotiv Tasarımında Modülerlik Kavramı Üzerine Araştırma ¹

Esra AYIK*

¹Haliç Üniversitesi, Endüstri Ürünleri Tasarımı / Mimarlık Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 05.02.2019

***Sorumlu Yazar e mail:** esraayik93@gmail.com

Kabul Tarihi: 12.03.2019

Atf/Citation: Ayık, E. “Otomotiv Tasarımında Modülerlik Kavramı Üzerine Araştırma”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/1: 77-101

Özet

Günümüzdeki otomotiv tasarımında kullanılan ürünler incelendiğinde büyük bir bölümünün bileşenlerden oluştuğu görülür. Tamamı olmasa da çoğu modülerliği yansıtmaktadır. Modüler ürünleri tasarlamak birtakım avantajlar sağlar. Bu avantajlar otomotiv sektöründe de fark edildi. Modülerlik, yakın zamanda imalat firmalarında artan bir önem kazanmaktadır; özellikle otomobil endüstrisinde. Bu yazıda, modülerliğin genel bir incelemesi yapıp otomotiv sanayindeki uygulamalar tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri Ürünleri Tasarımı, Modülerlik, Modüler Tasarım, Otomotiv Tasarımı, Ürün Tasarımı

Research on the Concept of Modularity in Automotive Design

Abstract

When we examine today's products, it is seen that a large part is composed of components. Modularity is found in most products. Designing modular products offer a number of advantages. These advantages have also been recognized in the automotive sector. Modularity is gaining increasing importance in manufacturing firms recently; especially in automotive industry. In this article, a general review of the modularity was be made and applications in the automotive industry will be discussed.

Keywords: Industrial Product Design, Modularity, Modular Design, Automotive Design, Product Design

¹ Makale, EÜT 519 Endüstri Tasarımında Modüler Tasarım İlke ve Uygulamaları dersinde yapılan çalışmadan geliştirilerek hazırlanmıştır.

1. Giriş

Çevremizde milyonlarca farklı ürün vardır. Bu ürünler gün geçtikçe gelişmekte ve tasarımlar giderek karmaşık bir hal almaktadır. Bu karmaşıklığa çözüm olarak modülerlik kavramı geliştirilmiştir. Bu yazıda ise bu karmaşıklığa çözüm olan ürün modüleritesi araştırıldı, türleri ve avantajları incelendi. Modülerite çalışması olarak da otomotiv sektörü incelendi. Otomotiv endüstrisindeki modülerlik ise gövde altı yapısıyla ön plana çıktığı için, bu alanda firmaların çalışmaları incelendi. Gövde altı yapısı, bir aracın en kritik bileşenlerinden biridir. Firmalar kendi araç modellerine uygun olarak tasarlanan, tüm araçlarında kullanabilecekleri modüler platformlar geliştirmektedir.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde modülerliğe kavramsal açıdan bakılmış ve incelenmiştir. Bu bölümde modülerlik ile ilgili kapsamlı bir literatür taraması yapılmış, modüleritenin ne anlama geldiği bulunmaya çalışılmıştır. Daha sonra modüleritenin türleri incelenmiş, avantajları ve dezavantajlarına değinilmiştir. Hem ürün hem de organizasyonlar ve sistemlerde kullanılabilen bir yöntem olan modülerite, bu yazının temel amacıdır.

İkinci ve üçüncü bölümlerde ise dünyada yeni yeni filizlenen otomotiv sektöründeki modülerite için bir literatür taraması yapılmıştır. İlk önce sektörde modüleritenin neler vaat ettiği avantajlarıyla incelenmiştir. Daha sonra ise modüleritenin oluşturduğu rekabet ortamında firmaların kendi çözümleri araştırılmıştır. Her firma kendi gövde altı platformunu tasarlamaya başlamıştır. Kimi çözümler hayata geçirilmiş, kimi ise hala gelişim aşamasındadır.

2. Modülerlik

Modülerlik son yıllarda hızla gelişen bir tasarım yöntemidir. Bu yöntem günümüzde hemen hemen her ürün sektöründe kullanılmaktadır. Bu bölümde ise modülerliğin tanımı, türleri, avantaj ve dezavantajlarından bahsedildi.

2.1 Modülerlik kavramı

Tesadüfi bir şekilde uygulanmaya başlanan modülerlik, 1960'lı yıllarda ortaya çıkmış 1980'li yıllarda yaygınlaşmış, bilimsel araştırmalar ve uygulamalar sayesinde 1990'lı yıllarda tamamen hayatımıza girmiştir. Kökleri daha eskilere dayansa da kapsam farklılığından ötürü başlangıcı 1960'lı yıllar olarak kabul edilir [1].

Literatürde bu konuda çok fazla tanım olmamasına rağmen, her araştırmacının farklı tespitleri vardır.

- Ulrich & Tung (1994): Modülerlik bileşenlerin bağımsızlığına, standardizasyona ve değişebilirliği izin veren bir tasarım özelliğidir. Modülerlik, bir ürünün fiziksel bileşenlere ayrılma şeklinden kaynaklanmaktadır. Modülerlik göreceli bir özelliktir; ürünler modüler olarak sınıflandırılabilir veya sınıflandırılmaz, fakat tasarımda modülerlik gösterirler [2].
- Gerhanson & Prasan & Zhang (2003): Modülerlik, bir ürünün alt montajlara ve bileşenlere ayrışmasından kaynaklanır [3].
- Chang & Ward (1995): Modülerlik, bir ürünü değişiklikler yapmadan aynı işlevsel amaç için farklı sistemlere entegre edilebilen fonksiyon odaklı tasarımıdır [4].
- Baldwin & Clark (1997): Modülerlik, karmaşık ürünlerin ve işlemlerin verimli bir şekilde organize edilmesi için bir stratejidir. Modüler bir sistem, bağımsız olarak tasarlanmış ancak entegre bir bütün olarak işlev gören ünitelerden (veya modüllerden) oluşur [5].
- O'Graddy (1999): Modülerlik, bir dizi modül ürünün montajını içerir. Modülerlik aynı zamanda tasarım görevlerinin bölümlere ayrılmasını sağlar [6].
- Schilling (2000): Modülerlik, genel bir sistem konseptidir: bir sistemin bileşenlerine ayrılması ve yeniden birleştirilmesi derecesini tanımlayan bir sürekliliktir ve hem bileşenler arasındaki birleşmenin sıklığını hem de sistem mimarisinin sağladığı kuralları ifade eder [7].

Yukarıdaki tanımlamalardan yola çıkarak; modülerliğin, bir sistemin bileşenlerine ayrılmasını ve yeniden birleşebilmesini sağlayan bir yöntem olduğunu görüyoruz. Modülerlik; birbirine bağlanabilir bileşenlerden oluşan hiyerarşik bir yapıdır. Yazarların hepsi farklı birer tanımlama yapsa da modülerliğin küçük modüllerin birleşerek ürün oluşturduğunu kabul eder niteliktedir [1].

Modüler nitelikte olan bileşenlere ise modül denir. Bir modülde, her bileşen aynı modülde bulunmayan diğer tüm bileşenlerden bağımsızdır. Düzen hiyerarşik olabilir; bir modül daha küçük modüllerden de oluşabilir. Bu derlemede bulunan tek tam fikir birliği, hepsinin modüler bir ürünün modüllerden yani yapı taşlarından oluştuğuna inanıyor olmasıdır. Bu modüllere uyan bileşenlerin ne kadar bağımsız olursa, bir ürün o kadar modüler olur. Bu nedenle modülerliğin tanımı modüllerin tanımı üzerine kuruludur.

2.2 Ürün tasarımı ve modülerlik

Modülerliğin temelinde ürün vardır. Ürün tasarımında modülerlik, daha küçük alt sistemleri birleştirerek daha büyük sistemleri oluşturan bir mühendislik tekniğidir. Modüler tasarım veya “tasarımda modülerlik”, bağımsız olarak oluşturulabilen ve daha sonra farklı sistemlerde kullanılabilen bir sistemi daha küçük parçalara ayıran bir tasarım yaklaşımıdır.

Modüler tasarım, karmaşık bir sistemin, daha küçük, tamamlayıcı ve farklı bileşenlere ayrılmış olarak düzenlenmesidir. Bu bileşen ayrı ayrı tasarlanabilir ve ardından tüm sistemi tekrar sorunsuz bir şekilde oluşturmak üzere birleştirilebilir. Modüller iyi tanımlanmalıdır ki modüllerden oluşturulan tasarım o kadar hatasız ve iyi olsun. Tek tek bileşenler, başka sistemler oluşturmak için kullanılabilir ve bu nedenle birden çok işlevsellik kazanabilirler

Modüler ürün tasarımı, kanıtlanmış bir konsepttir ve entegre bir ürünün yaşam döngüsü yönetimi (PLM) stratejisini geliştirmenin en önemli yönlerinden biridir. Piyasadaki çok çeşitli ürünlerde

kullanılabilir ve ürün bileşenlerinin standardizasyonunu kolaylaştırır- lar [8]. Tasarımda modülerliği tercih etmenin birden fazla avantajı var- dır.

Modüler sistemlerin örnekleri arabalar, bilgisayarlar, mobilyalar, küçük ev aletleri, telefonlar ve hatta telefon uygulamaları gibi günlük hayatımızın içindeki birden fazla üründür.

Modüler bir ürünün en klasik örneği ise; işlemci, sabit disk, moni- tör gibi parçaların geliştirildiği, farklı kuruluşlar tarafından üretildiği ve diğer şirketler tarafından monte edildiği kişisel bilgisayardır [1].

Temel olarak tasarımda modülerlik, üretim ve kullanım alanla- rında birçok konuya değiniyor. Modülerliğe oluşturduğu işlevsel ba- ğımsızlıktan ötürü, iyi tasarımın amacı denir. Endüstri, ürünlerin hem son kullanıcıların hem de pazarlamanın ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde modüler hale getirilmesi için çaba gösterdi. Modüler her bir parça -yani modüller farklı kombinasyonlar- ile farklı ürünler elde etti. Bu da yeni ürün ailelerinin yaratılmasına yol açtı.

Ürün modüleritesi, çeşitli modüllerin karıştırılması ve eşleştiril- mesi ile basit bir platform tasarımıyla ürün ailelerinin kolayca oluş- turulmasını sağlar. Ürün çeşidi sayesinde de yüksek derecede özel- leştirme sağlanabilir. Dahası, modülerlikle parçaların veya modüllerin taşınması ve yeniden kullanılması da mümkündür [9].

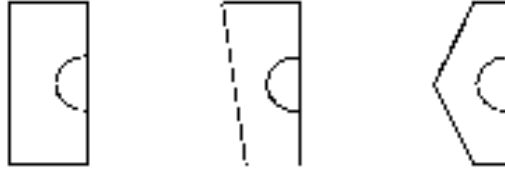
2.3 Modülerliğin çeşitleri

Modüler ürün mimarisi fonksiyonel modülerlik adı altında yedi türe ayrılmıştır. Fonksiyonel modülerlik ise bir ürünü işlevsel modüllere ayırmayı ve bu ayrımın nasıl olacağını belirten modülerlik yaklaşımı- dır [1].

2.3.1 Bileşeni paylaşan modülerlik (component-sharing modularity)

Bu kategoride, aynı temel bileşeni paylaşan farklı modüller birleştiril- lerek, farklı ürün ailelerine ait farklı ürün çeşitleri oluşturulmaktadır.

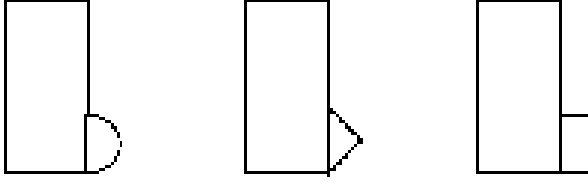
Bileşen paylaşımı, bileşen değişiminin tamamlayıcısı olarak kabul edilir. Bileşen paylaşımı ve bileşen değiştirme modülerliği, değiş tokuşun farklı bileşenleri kullanan aynı temel ürünü içermesi ve paylaşımın aynı bileşeni kullanan farklı temel ürünleri içermesi dışında aynıdır. Aralarındaki fark, temel ürün ve bileşenlerin belirli bir durumda nasıl tanımlandığına bağlıdır. Şekil 1, aynı bileşeni paylaşan üç farklı temel bileşeni göstermektedir. Aynı motoru kullanan farklı araçlar örnek olarak gösterilebilir [10].



Şekil 1. Bileşeni Paylaşan Modülerlik

2.3.2 Bileşen-değişim modülerlik (component-swapping modularity)

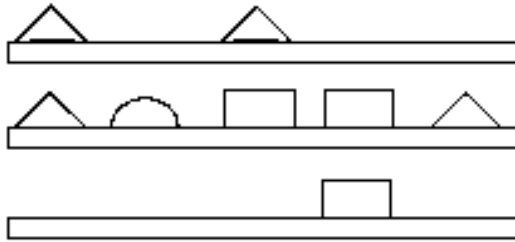
Bir temel parçanın veya ürünün değişik modüller kullanabilmesi ve bu sayede farklı görevler gerçekleştirebilmesidir. Bileşen değişim modülerliği, bir bileşenin iki veya daha fazla alternatif türünün, aynı ürün ailesine ait farklı ürün varyantları yaratan aynı temel ürünle eşleştirilebilmesi durumunda meydana gelir. Bilgisayar endüstrisindeki bu tür modülerlik örnekleri, farklı sabit disk tiplerinin, monitör tiplerinin ve klavyelerin aynı bilgisayar ile olası eşleşmesi olabilir. Bileşen değişim modülerliği genellikle müşteri tarafından algılanan ürün çeşitliliği ile ilişkilidir [11]. Şekil 2’de bu modülerlik görselleştirilmiştir.



Şekil 2. Bileşen-Değişim Modülerlik

2.3.3 Taşıyıcı modülerlik (bus modularity)

Bu modülerlik, bir modül herhangi bir sayıda temel bileşenle eşleştirildiğinde ortaya çıkar. Bir ürünlerdeki temel bileşenlerin sayısı ve konumunu değiştirebilir. Taşıyıcı modülerlik, Şekil 3'te gösterilmektedir. Bir taşıyıcı modülerliğe örnek olarak, farklı türdeki farelere, RAM'lere ve sabit disklere ek olarak farklı giriş ve çıkış birimlerinin var olabileceği ve hem konumlarında hem de sayılarında farklılık gösterebilecekleri bir bilgisayar verilebilir [10].

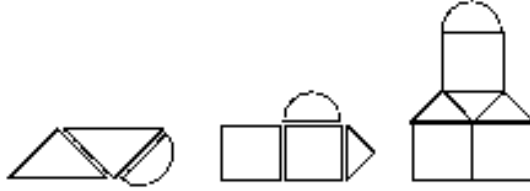


Şekil 3. Taşıyıcı Modülerlik

2.3.4 Bölgesel modülerlik (sectional modularity)

Bölgesel modülerlikte, diğer elemanlarla ara yüz oluşturan ortak bir veri yolu veya temel öge yoktur. Her eleman birbiriyle bağlanmak için

ortak bir ara yüz kümesi kullanır [12]. Klasik örneği ise çok iyi bilinen bir modüler mobilya üreticisi olan USM ve ünlü Lego bloklarıdır. Bölgesel modülerlik Şekil 4’te gösterilmektedir.



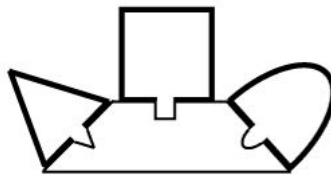
Şekil 4. Bölgesel Modülerlik

2.3.5 Kes-Yapıştır modülerlik (cut-to-fit modularity)

Bir veya daha fazla standart bileşen bir veya daha fazla sonsuz değişken ek bileşenle kullanılır. Varyasyon genellikle değiştirilebilecek fiziksel boyutlarla ilişkilidir [10]. Örneğin: Bisikletler ve giyim eşyaları gibi.

2.3.6 Yuvalı Modülerlik (Slot Modularity)

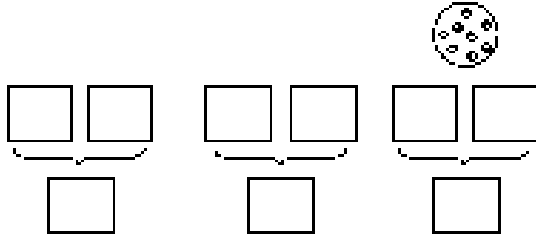
Yuvalı modülerlik, farklı ara yüzlere sahip elemanlardan oluşur. Her eleman bir baz elemanla benzersiz bir ara yüz paylaşır. Bu nedenle, elemanlar etrafında değiştirilemez [12]. Şekil 5 Yuvalı Modülerlik görselidir.



Şekil 5. Yuvalı Modülerlik

2.3.7 Karma modülerlik (mix modularity)

Diğer modülerliklerin beraber kullanımını ifade eder. Bu tip modülerlikte bileşenler birlikte karıştırılarak kullanılır ve yeni bir ürün oluşturulur. Örneğin; boyalar karıştırıldığında orijinal rengini kaybederler ve yeni bir renk oluştururlar [13]. Şekil 6 Karma Modülerlik örneğidir.

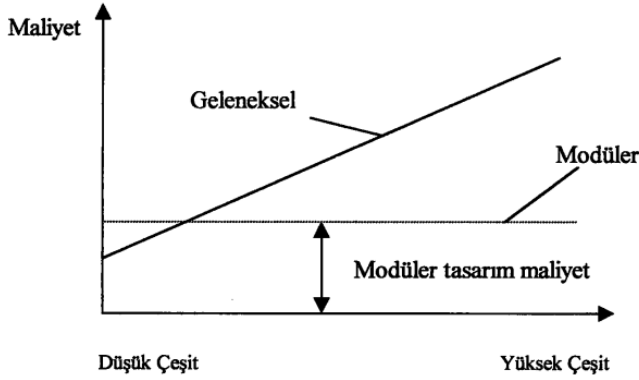


Şekil 6. Karma Modülerlik

2.4 Modülerliğin yararları

Modülerliğin; karmaşıklığı en düşük düzeye indirme, yeniden kullanılabilirlik, genişletilebilirlik, taşınabilirlik, bakım kolaylığı, maliyet gibi birçok yararları vardır. Aşağıda literatürdeki yazarların modülerlik ile ilgili bahsettikleri avantajları inceleyeceğiz.

Modülerlik, maliyet düşürme (kişiselleştirme olmaması ve daha çabuk öğrenme süresi nedeniyle), tasarımda esneklik gibi avantajlar sunar. Geleneksel ürün geliştirme sistemlerinde ürün çeşitliliği arttıkça, maliyet de artar. Ama modülerlik yaklaşımı ile bu sorunun üstesinden gelinbilir. Elde var olan modüllerin değişik kombinasyonları ile ürün çeşitliliği elde edilirken maliyet söz konusu olmayacaktır. Modüler tasarımda en büyük maliyet, ilk ürünün maliyetidir. Bu ilişkinin grafiği Şekil 7'deki gibidir [1].



Şekil 7. Modüler Tasarım ve Maliyet Grafiği

Şekil 7’de de görüldüğü gibi modüler tasarım süreyi ve riskleri azaltmaktadır. Ulrich ve Tung’un çalışmaları, modüler ürünlerin maliyet ve faydalarını ayrıntılarıyla anlatmaktadır. Modüler tasarımın avantajları hakkındaki ifadeleri şöyledir:

- Ürün aileleri arasında aynı bileşenlerin kullanımı sayesinde, bileşenlerin ekonomilerinde sınırlama yapılabilir.
- Fonksiyonel modüller sayesinde ürünü güncelleme kolaylığı vardır.
- Daha az modüller grubu ile daha çok ürün çeşitliliği sağlanır.
- Daha küçük modüller sayesinde siparişin teslim süresi azalır [2].

Modülerlik, tasarımcının imalat süreçlerinde meydana gelen değişikliklerin ürün tasarımını ne derece etkilediğini kontrol etmesini sağlar. Hatta değişebilirliği teşvik ederek, tasarımcılara daha fazla esneklik ve daha kısa devir süresi sağlar. Modülerliğin sunduğu esneklik, üretimdeki belirsizlik arttıkça giderek önemli hale gelir. Modülerlik, bir ürünün bağımsız bileşenlere bölünmesinden kaynaklanmaktadır. Bu bağımsızlık standartlaştırılmış bileşenlerin kullanımını artırır ve tasarımcıların çok daha küçük bir bileşen seti kullanarak daha geniş bir ürün çeşitliliği yaratmalarına olanak tanır. Ürün çeşitliliği, var olan üründeki her bileşenin birkaç değişik versiyonuyla oluşturulur.

Bileşenler arasındaki fiziksel ve işlevsel ara yüzler aynıdır. Sonuç, bileşenlerin herhangi bir kombinasyonu ile aynı ürünün farklı versiyonlarına ya da küçük bir değişiklikle farklı bir ürün ortaya çıkabilir. Modülerlik, ürün çeşitliliği ve stratejilerde esneklik sağlar [3].

Günümüzde birçok ürün karmaşık tasarım ve ürün yapısına sahiptir. Modüler yaklaşım, karmaşık ürünü alt parçalara böldüğü ve bu alt parçalar arasındaki standart ilişkileri tanımladığı için bu karışıklık ortadan kalkmış olur.

“Temin süresi = İşlem süresi + kontrol süresi + taşıma süresi + bekleme ya da depolama süresi” olarak tanımlanmıştır. Hazır bulunan modüllerin bir araya getirilmesinden elde edilen ürünler dolayısıyla daha kısa sürede müşteriye teslim edilecektir. Böylece modüler ürünler kısa temin süresi sağlarlar [1].

Birbirinden bağımsız olan modüllerde sorunlar tek bir modül üzerinden çözüldüğü için ürünün bakımı, tamiri ve gelişimi kolaylaşır. Ürünün kontrolü de bağımsız modüller sayesinde daha kolaydır.

Modülerliğin avantajları araştırılıp incelendiğinde birden fazla olduğu görülmüştür. Aynı modüller ile farklı ürünler oluşturulduğu için, maliyette azalma, integral bir üründen ziyade modüllere ayrılmış bir ürün olduğu için, daha çabuk temin, daha çok seçenek ve daha kolay tamir gibi avantajları vardır.

2.5 Modülerliğin dezavantajları

Modüler tasarımı kullanmak kuruluş genelinde birtakım avantajlar sağlıyor olsa da şirketler modüler tasarımın uygulanmasına ilişkin kararı değerlendirirken veya mevcut modüler süreçleri gözden geçirirken olası riskleri dikkate almalıdır [6].

Aşağıda görülebilecek dezavantajlar gibi, modülerliğin yanlış kullanımı ya da sisteminden dolayı oluşan dezavantajlardan ötürü, dikkatle ve özenle kullanılması gereken bir tasarımdır.

- Modülerlik düzgün uygulanmadığında önemli zorluklardan biri de ilk tasarımdır. Modüllerin sayılarının az olup ve bu

modüllerin değişik görevler yapmalarının istenmesinden dolayı, performansta düşüklük olur. Mevcut sistemleri ve süreçleri yeniden yapılandırma maliyetleri de yüksektir. Modüler tasarım önemli bir girişimdir ve bu durum ürün hattının mevcut akışını bozabilir.

- İntegral bir tasarımda, şirketler ürün özelliklerini müşteri ihtiyaçlarına göre belirler; bununla birlikte, modüler bir mimari hem müşteri ihtiyaçlarını hem de maliyet etkinliklerini kullanmaktadır.
- Modüler tasarım, süreçlerin yeniden yapılandırılmasını gerektirir ve şirketler iyi planlanmış bir uygulama sürecinde sahiplik ve sorumluluklar atayamazlarsa, ürün geliştirmede karmaşıklık artabilir. Uygulama sonrası, birimler arası iş birliği eksikliği, süreçlerin çoğaltılmasına, ürün özelliklerinde, satın alma siparişlerinde ve üretim planlarında tutarsızlıklara ve işletme birimleri arasında uyumsuz ara yüzlere neden olabilir. Şirketler bu koordinasyon sorunlarını ele almazlarsa, ürünler kalite ve istikrar açısından sorunlu olabilir.
- Modüler tasarım benimsendiğinde, tedarikçi tabanı ve gerekli hizmetler değiştirilecektir. Yeni tedarikçilerle iş birliği yaparken şirketler, gecikmeler ve düşük malzeme kalitesi yaşayabilir.
- Tasarımcıların bileşenleri tanımlamak için daha geniş bir teknik anlayışa sahip olmaları gerekir. Tasarım ekibi bu geniş becerilerden yoksun olursa, şirketler potansiyel faydaları yakalayamazlar [14].

3. Otomotiv Endüstrisinde Modülerlik

Birinci bölümde modülerliği kavramsal açıdan anlamaya çalıştık. Bu bölümde ise otomobil sektöründe parlayan modülerliğin avantajları ve nasıl kullanılmaya başlandığına değineceğiz.

Otomotiv sektöründe orijinal parça üreticilerinin satış ve pazar konumunu artırmak için, maliyetleri düşürmeye, kaliteyi artırmaya ve ürünün piyasaya sürülmesini hızlandırmaya devam ederken, yenilikçi ürünler geliştirmek için de kapsamlı stratejileri olmalıdır. Bu hedeflere ulaşmada en umut verici stratejilerden biri modüleritedir. Küresel otomotiv sanayinde, modülerleştirme kavramı, büyük otomobil imalatçılarının tasarım ve montaj stratejilerinde başarılı yeni ürünlerin kullanımını kolaylaştıran bir yaklaşım olarak artan bir ilgi görmüştür.

Otomobil üretim endüstrisini oluşturan tüm şirketler şirket standardı ya da endüstri standardı yerine kısa ömürlü, standart olmayan, değiştirilebilir parçaları kullanmayı tercih etmeye başladılar. Hemen hemen tüm otomobil parçaları kısa sürede modellenip, üretilebilen, tekel fiyatlamaya izin verir hale geldi. Otomotiv sektöründe en göze çarpan modülerliği ise araçların altı denilen ana platform yapılarında görüyoruz. Her firma Rekabet ortamı doğrultusunda kendilerine ait platformlarını oluşturuyor. Bu firmaları ve modüler platform tasarımlarını ise üçüncü bölümde inceleyeceğiz.

3.1 Otomotiv endüstrisinin modülerlik beklentileri

Son yıllarda modülerleştirme, günümüzün ısmarlama döneminden dolayı dünya otomobil endüstrilerinde artan bir ilgi ve dikkat kazanmıştır. Otomotiv sanayisinde modülerliğin kavramları ve amaçları ülkeden ülkeye ve şirketten şirkete farklılık göstermektedir. Japonya’da çoğunlukla üretim hatlarında kullanılırken, Avrupa endüstrilerinde firmalar arası sistemlerde uygulanmaktadır. Genellikle, otomotiv endüstrisi çeşitli karmaşıklıklarla karşı karşıyadır. Peki bu karmaşıklıklar içerisinde müşteri beklentileri nasıl karşılanabilir? Modülerlik kavramı, daha fazla ürün çeşidi üretmek amacıyla müşterinin ihtiyaçlarını karşılamada bir cevap olabilir [15].

Otomotiv endüstrisinde, modülerlik belirsiz bir şekilde tanımlanmış ve kendi karmaşıklığı nedeniyle uygulaması sınırlı kalmıştır. Literatürde, modüler tasarımın pek çok uygulaması bilgisayarlar

ve yazılımlar gibi endüstrilerde bulunabilir; az sayıda otomobil üreticisi, ürün tasarım ve geliştirme sitelerinde modülerlik konsepti ile geniş araştırmalar yapmıştır [16]. Otomobil endüstrisinde, modülerlik kavramı, özellikle karmaşık ve ergonomik zorlu görevleri içeren montaj operasyonlarında ve üretim hattında benimsendi. Otomotiv endüstrileri, ürünlerin imalat sürecinde modülerleştirmeyi benimsemek için dikkatle hareket ediyorlar. Temel sorun, modüller arasındaki arayüzleri tasarlamaktır. Modüller arasında doğru arabirim standartlarının bulunmaması, geliştirilmiş modüllerin bütünlüğünün ve kalitesinin düşürülmesine sebep olur. Her ne kadar otomotiv sektörüne yeni girmiş olsa da modülerlik sektörde beklentilere yanıt verdiği için hızla gelişmekte ve bir rekabet ortamı oluşturmaktadır.

3.2 Otomotiv sanayisinde modülerliğin yararları

Günümüzün otomotiv sanayisinde hızlı ve yüksek kalitede, en düşük maliyetle araç üretme ve tasarlama ihtiyacı vardır. Modülerlik yaklaşımı, bu hedeflere ulaşmanın en güçlü yollarından biridir.

- Piyasaya sürülme zamanı, yeni parça tasarımı ve tedarik sürelerini azaltır.
- Malzemeler, alet takımları ve teçhizat için daha düşük maliyet sunar.
- Mühendislik ve imalat değişikliklerini yalnızca değişiklik gerektiren alanlara odaklayarak yatırım verimliliği sağlar.
- Parçalar, araçlar, süreçler ve bilgi ile ilgili kalite sorunlarını ortadan kaldırarak kaliteyi artırır.
- Gereksiz yeni imalat süreçlerini, ekipman ve tesisleri elimine ederek hazır hale getirir.

Otomotiv üreticileri için avantajlar önemlidir. Bir defaya mahsus harcamalar için modülerlik maliyet tasarruflarının %20'ye ulaşabileceği, kalkınma süresinin %30 ve birim maliyetlerin %20 oranında düştüğü tahmin edilmektedir. Maliyet tasarrufuna katkıda bulunan en

büyük faktör, iş ücretinin düşürülmesi, malzeme maliyet tasarrufu ve montaj verimliliğinin artırılmasıdır [17].

3.3 Araç tasarımında modüler ve integral yaklaşım farkı

İntegral ürün mimarisi, fonksiyonel öğelerden fiziksel bileşenlere ve bileşenler arasındaki ara yüzlere kadar karmaşık ve fazla eşleşme içerir. Modüler bir mimari, modüller ve işlevler arasında bire bir uygunluk sunar ve bileşenler arasındaki eşleşmemiş arabirimleri belirler. Bununla birlikte, ürünün yapısı da üretimini etkiler. Modüler tasarımdan türemiş tüm ürün varyantlarını çevik bir şekilde üretebilen üretim sistemleri gereklidir. Bu tür sistemlerin temel unsurları esnek donanımlar ve aletler, vasıflı iş gücü, kablosuz teknoloji, otomatik robot kalibrasyonu ve esnek zemin alanı gibi teknolojilerin entegrasyonudur [9].

Tasarımda modüler ve integral yaklaşım anlatımına örnek olarak araçların gövde altı yapısı yani platform tasarımı seçilmiştir. Gövde altı araç tasarımında modülerlik de en dikkat çeken bölümdür. Üçüncü bölümde bu bölüme sektördeki firmaların çözümlerini ve ürettikleri modüler platformları inceleyeceğiz. Gövde altı yapısı aracın uzunluğunu ve nihai şeklini büyük ölçüde belirler. Gövde altı yapısı, integral veya modüler formda tasarlanabilir.

3.3.1 Gövde altı yapısının integral tasarımı

Bütünleşik tasarım mimarisine sahip bir gövde altı yapısı genelde yüksek karmaşıklıklara sahiptir. Eğer tasarlanan platformun bir bölümünde bir değişiklik yapılırsa, gövdenin diğer bölümlerini de etkileyeceği anlamına gelir. Çoğu zaman, bu tür değişiklikler tasarımcılar ve üretim planlamacılar tarafından yeniden bir çaba gerektirir. Esnek olmayan mimarisi nedeniyle gövde altı yapısı alternatif tasarım türevleri üretme konusunda başarılı değildir [9].

3.3.2 Gövde altı yapısının modüler tasarımı

Gövde altı yapısının modüler tasarımı üç ana modülden oluşabilir: zemin, ön uç ve arka modüller. Bu modülerlik sayesinde, alternatif tasarım varyantları, her bir modülün farklı varyantlarıyla karıştırılarak ve eşleştirilerek oluşturulabilir.

Dahası, modüllerin bölünmesi yoluyla, gövde yapısının boyutundaki ölçeklenebilirliğe kolayca erişilebilir. Modüler bir gövde biçimi ve boyutları açısından alternatif platform varyantları üretilebilir [9].

4. Araç Tasarımında Modülerliğe Firmaların Yaklaşımı

Bir gövde altı yapısı yani platformu, aracın temel çekirdeğini oluşturur. İkinci bölümde gövde altı yapısının modülerliğinden yani modüler platform tasarımından ve avantajlarından bahsettik. Otomobil üreticileri model geliştirme maliyetlerini azaltmak için şasi ve yürür aksamaları tekrar tekrar tasarlamak yerine modüler platformlar geliştiriyorlar. Bu bölümde ise son yıllarda gelişen modüler platform tasarımının, araç firmalarınca geliştirilen farklı yöntemlerini inceleyeceğiz. Volkswagen'in geliştirdiği MQB sisteminden sonra rekabet ortamı artmış, modülerliğin sektördeki avantajları kanıtlanmış ve diğer firmalar da kendilerine uygun modüler platform tasarımları geliştirmeye başlamıştır. Bu bölümde farklı firmaların modüler platform tasarımına yaklaşımını incelendi.

4.1 Volkswagen'in modüler platform yönetimi (MQB)

Modüler Platform Yönetimi (MQB) Volkswagen'in ilk kez Golf VII modeli ile kullanmaya başladığı MQB (Modular Transversal Matrix) segmentler arası da kullanılabilen, yani sadece A segmenti değil, A0'dan B'ye kadar tüm segmentlerde kullanılabilen bir yapıya sahiptir. Bu sayede, artık B segmentine ait olan teknolojiler, A ve A0 segmentinde dahi görülebilecektir. MQB, aynı zamanda üretim hattında

ve aracın yaşamı boyunca karşılaşılabileceği onarımlarda standardizasyon anlamına da gelmektedir. MQB platformunun sağladığı en büyük gelişimlerden biri de ağırlık tasarrufu olmuştur. Golf VII, genişleyen boyutları ve artan teknolojilerine rağmen, Golf VI'dan modele ve konfigürasyona bağlı olmakla birlikte maksimum 100 kg daha hafif olacak şekilde geliştirilmiştir [18]. Bu platform Şekil 8'deki gibidir.

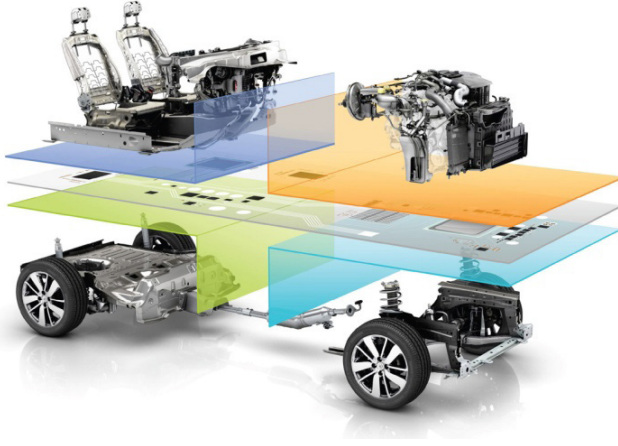


Şekil 8. Volkswagen MQB [18]

Skoda Octavia, Audi Q7, Skoda Kodiaq ve Volkswagen Tiguan gibi SUV otomobiller, MQB platformunun sunduğu çeşitliliğe dayanıyor. Volkswagen Group, bu platformu kullanarak ürünlerinde standardizasyona uyum sağlamış ve farklı markalar aracılığıyla ürün sunumunu genişletmiştir. Platform, 2007 yılından beri varlığını sürdürüyor. Daha hafif koltuk iskeletleri ve daha pek çok unsurla birlikte toplam tasarruf, verimliliği fark edilebilir seviyeye çıkarmak için yeterli olmaktadır

4.2 Renault-Nissan ortak modül ailesi (CMF)

Ortak Modül Ailesi (CMF), otomobil üreticileri Nissan ve Renault tarafından ortaklaşa geliştirilen modüler bir mimari konsepttir. Bu konsept çok çeşitli araç platformlarını kapsıyor. Şekil 9'de CMF platform örneği vardır.



Şekil 9. Renault-Nissan (CMF) [19]

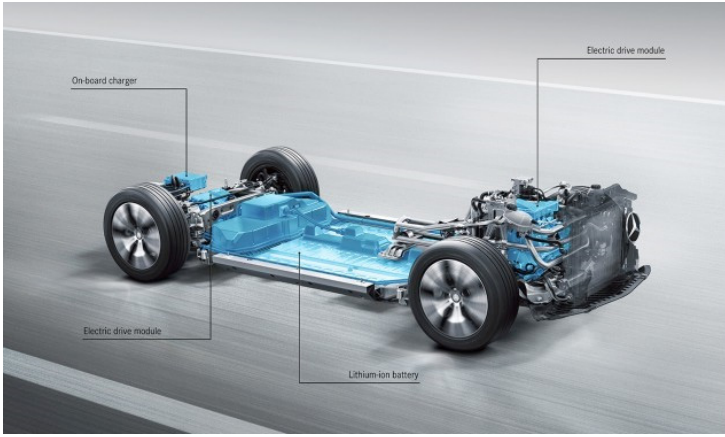
CMF, üretim maliyetlerini düşürmeyi ve Volkswagen Group'un MQB'si gibi önceki konseptlerle yarışmayı hedefliyor. Gerçek platformlar, sınırlı sayıda ortak modül kombinasyonu ile oluşturulmuştur. Tek bir modül, farklı araç sınıflarını kapsayan farklı platformlar için kullanılabilir ve böylece hem Nissan hem de Renault arasında bileşenlerin daha büyük bir standardizasyonuna izin verilir. Renault-Nissan CMF kullanarak geliştirilen çeşitli varyantlarını açıkladı: CMF-C / D büyük ve orta büyüklükteki araçlar (Örneğin; üçüncü nesil Nissan X-Trail ve ikinci nesil Nissan Qashqai) CMF-B kompakt kompresörler ve daha küçük araçlar için CMF-A kullanılacaktır [19].

4.3 Mercedes'in elektrikli otomobiller için modüler platformu

Mercedes-Benz, yeni nesil elektrikli otomobilleri için özel bir platform hazırladı. Mercedes'in "çok modellenli bir araç mimarisi" dediği platform, elektrikli otomobil lideri Tesla Motors'un platformuna benzer bir düzen kullanıyor. Böyle bir tasarım, bazen üst şapka olarak da adlandırılan çeşitli vücut kıvrımlarının kolayca yerleştirilmesini

sağlar. Aslında, Mercedes'in platformunun en az dört model üretmesi bekleniyor: iki sedan ve iki SUV [20].

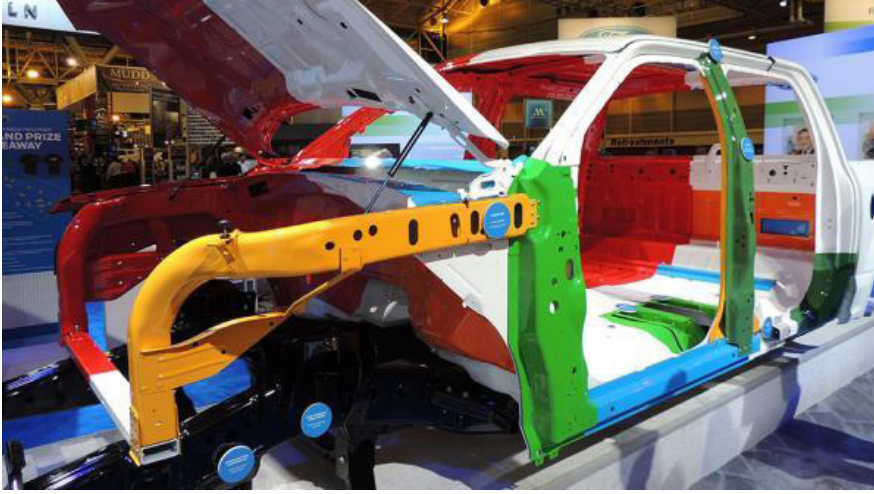
İç mekânı en üst düzeye çıkarmak için araç tabanında düz bir batarya bulunur ve düşük bir ağırlık merkezi oluştururken her iki dingildeki bir elektrik motoruyla birleştirilerek dört tekerlekten çekiş sağlar. Şekil 10 bu platformu göstermektedir.



Şekil 10. Mercedes'in Elektrikli Otomobiller İçin Modüler Platformu [20]

4.4 Ford F serisi'nin onarımı kolay modüler yapısı

Ford'un F-Serisi pikabı, alüminyum bakım gerektirmeyen beyaz gövde (body-in-white) modüler tasarımına sahiptir. Yeni F-150'nin modüler ön yapısının mevcut modellerle olduğundan 6-7 saat daha kısa sürede değiştirilebileceğini belirtiyor. İlk başta gövdenin alüminyum olmasından dolayı birçok korku düşünülürdü. Ancak Ford yöneticileri, otomobilin çarpışma hasarını daha az masraflı hale getiren kamyonun modüler yapısını detaylandırdıktan sonra korkular hafifletildi. Şekil 11'de Ford'un modüler gövde tasarımı vardır [21].



Şekil 11. Ford F Serisi'nin Onarımı Kolay Modüler Yapısı [21]

4.5 Volvo'nun ölçeklenebilir ürün mimarisi (SPA)

Geçtiğimiz 4 yıl içerisinde Volvo tarafından geliştirilen Ölçeklenebilir Ürün Mimarisi (SPA), şirketin halen devam eden 11 milyar dolarlık değişim planlarının yapı taşı oluşturuyor. İlk kez yeni XC90 ile lanse edilecek olan SPA, ardından tüm ürün sınıflarında kullanılıyor olacak.

SPA'nın faydaları iki yönlü. SPA'nın esnekliği öncelikle Volvo mühendis ve tasarımcılarını daha özgür kılıyor; onlara çok daha geniş bir yelpazede tasarım olanağı sağlarken, aynı zamanda sürüş özelliklerini artırmalarını, en yeni güvenlik özelliklerini uygulamalarını, en son bağlantılı araç teknolojileri sunmalarını ve kabin içi alanı genişletmelerini mümkün kıldı.

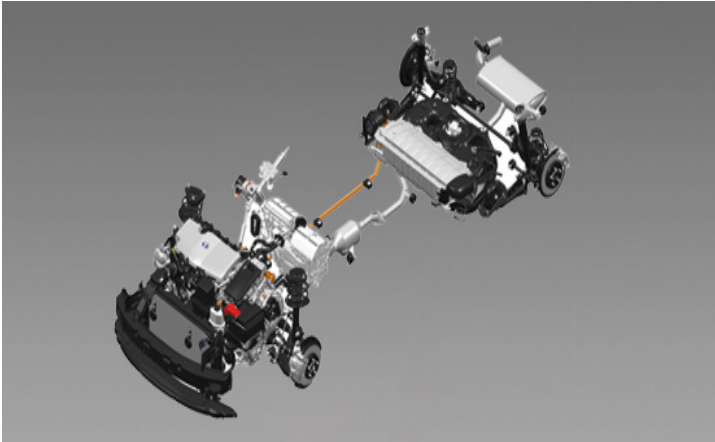
SPA ayrıca, geniş bir otomobil yelpazesine izin vererek, -her biri farklı karmaşıklıkta olan- güç aktarma organları, elektrik sistemleri ve teknolojilerin aynı mimari üzerinde yer almasını sağlayarak ve önemli bir ölçek ekonomisi oluşturarak Volvo'nun gelecekteki otomobil üretim şeklini değiştirecek [22]. Şekil 12 bu platformun görselidir.



Şekil 12. Volvo SPA [22]

4.6 Toyota yeni küresel mimari (TNGA)

Toyota Yeni Küresel Mimari (TNGA), 2015 yılının sonlarında dördüncü nesil Toyota Prius'tan başlayarak diğer Toyota ve Lexus modellerini destekleyecek modüler bir unibody otomobil platformudur. Şekil 13'de TNGA platformu, farklı araç boyutlarında çeşitli konfigürasyonlar barındırır.



Şekil 13. Toyota NGA [23]

TNGA (Toyota New Global Architecture) platformu 2020 yılında Toyota modellerinin yarısında kullanılıyor olacak. NGA platformu ile ağırlığı azaltarak yakıt tüketimi ve performansı iyileştirmeyi planlayan Toyota, ağırlık merkezini aşağı çekerek yol tutuşunu da arttıracak. Tüketimi CVT şanzıman ile %25 oranında azaltması planlanan platform sayesinde güç çıkışının %15 artması bekleniyor. Ayrıca hibrit modeller de %15 daha az yakıt tüketecekler. Platform ilk olarak orta büyüklükteki C segmenti modellere uygulanacak ve arkasından B sınıfı kompakt araçlarla D sınıfı ve üzeri büyük modellere entegre edilecek. Platform şimdilik tamamen önden çekişli olarak kullanılacak. TNGA platformu Toyota ürün gamının çok büyük bir kısmını kapsıyor. Platformun 800 farklı motor ile birlikte kullanılabilir olması da üreticinin elini güçlendiriyor. Platform geleceğin teknolojilerinin başını çeken otonom sürüş için de gerekli hazırlıklara sahip olacak [23].

5. Sonuçlar

Bu çalışmada kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve derlenmiştir. Modülerlik hakkında çok da kesin tanımlamalar olmamasından dolayı farklı araştırmacıların fikirlerinde karşılaştırmalar yapılmıştır.

Modülerlik giderek parlamakta olan, oldukça fazla avantaja sahip bir tasarım yöntemidir. Şu an çoğu ürün tasarımında kullanılmaktadır. Kişiselleştirme, maliyet, nakliye gibi avantajlarından dolayı insanlar modüler ürünleri tercih etmektedir. Modülerliğin kullanımı ürün özelliklerine göre farklı türlere ayrılır. Bazı dezavantajları olmasına rağmen, modülerlik hızla yaygınlaşan bir tasarım yaklaşımıdır.

Son yıllarda modülerliğin parlaması, otomotiv sektöründe de görülmeye başlandı. Modülerlik yaklaşımı otomotiv sektöründe adeta bir idol oldu. Bu sektörde modülerlik en belirgin olarak, platform tasarımında uygulanmaktadır. Gerek araç tamiri gerek değişebilir boyutu sayesinde, tasarlanan bu platformlar oldukça avantajlılar. Özellikle de bu platformlar beklentilerin üzerinde kar sağlıyor. Volkswagen'in başlattığı modüler platform tasarımı, her firmanın kendi özelliklerine

göre platform tasarlamasına neden oldu. Volkswagen'in ardından, Toyota, Renault, Nissan, Mercedes gibi firmalar da modüler platformlar geliştirdi.

Yukarıda örneklenen firmaların tasarımları incelendiğinde, sonuç olarak modülerliğin otomotiv sektörünün yeni alt yapısı olduğu bir gerçektir.

Teşekkür

Endüstri Tasarımında Modüler Tasarım İlke ve Uygulamaları dersini aldığım Doç. Dr. S. Selhan YALÇIN USAL'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- [1] Asan U. (2001) “Modüler Ürün Tasarımı İçin Bütünleşik Bir Yöntem ve Uygulaması” Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi
- [2] Ulrich K. & Tung K. (1994) “Fundamentals of Product Modularity” (Working Paper 3335-91-MSA). Cambridge: MIT Sloan School of Management. 14 p.
- [3] Gershenson J.K., Prasad G. J., Zhang Y. (2003) “Product Modularity: Definitions and Benefits” J. Eng. Design, Vol. 14, No. 3, September 2003, 295–313
- [4] Chang T.S. & Ward A.C. (1995) “Design In Modularity With Conceptual Robustness” Research in Engineering Design 7 (2): 67–85.
- [5] Baldwin C.Y. & Clark K.B. (1997) “Managing In The Age Of Modularity” Harvard Business Review, September-October
- [6] O’Grady P. (1999) “The Age of Modularity: Using The New World of Modular Products To Revolutionize Your Corporation” Adams and Steele Pub., USA.
- [7] Schilling M.A. (2000) “Toward a General Modular Systems Theory and Its Application to Interfirm Product Modularity” Academy of Management Review, Vol.25, No.2.
- [8] Golfmann J. & Lammers T. (2015) “Modular Product Design: Reducing Complexity, Increasing Efficacy” Performance, Volume 7, Issue 1
- [9] Paralikas J., Fysikopoulos A., Pandremenos J., Chryssoulouris G. (2008) “Product Modularity And Assembly Systems: An Automotive Case Study” Laboratory for Manufacturing Systems and Automation, Department of Mechanical Engineering and Aeronautics, University of Patras, Patras 265 00, Greece

- [10] Kamrani A.K. & Salhieh S.M. (2002) “*Product Design For Modularity*” 2nd Edition, Springer Science Business Media, LLC
- [11] Swamidass, P. M. (Ed.) (2000) “*Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*” Springer US
- [12] “*Types Of Modular Interface Design*”
Son Erişim Tarihi:01.03.2019
<https://www.techcoil.com/blog/types-of-modular-interface-design/>
- [13] Karlı B. (2016) “*Standardization & Modularity Modularity Types*”
Son Erişim Tarihi:01.03.2019
<https://prezi.com/ifsp4ekh6upt/standardization-modularity-modularity-types/>
- [14] Barut K. (2004) “*Modülerliğin Gerçek Opsiyonlarla Değerlendirilmesi: Roket Modülerliği Örneği*” Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi
- [15] Shamsuzzoha A. (2010) “*Modular Product Development for Mass Customization*” Lambert Academic Publishing
- [16] Baldwin, Carliss & Clark, Kim. (2000) “*Design Rules: The Power of Modularity*” The MIT Press; 4th Printing Edition
- [17] Dassault Systemes “*An Enterprise Strategy for Effective Vehicle Modularity*” Industry White Paper
Son Erişim Tarihi: 02.03.2019
https://www.3ds.com/fileadmin/Industries/TransportationMobility/Images/Enterprise_Strategy_for_Effective_Vehicle_Modularity_White_Paper_US-LETTER.pdf
- [18] “*Modüler Platform Yönetimi (MQB)*”
<https://binekarac2.vw.com.tr/vwsozluk/ShowComponent.aspx?ComponentID=18252>
Son Erişim Tarihi: 02.03.2019
- [19] Tom Philips (2013) “*Renault-Nissan Announce CMF Modular Architecture*”
Son Erişim Tarihi: 02.03.2019
<http://www.autoexpress.co.uk/nissan/qashqai/64538/renault-nissan-announce-cmf-modular-architecture>
- [20] Viknesh Vijayenthiran (2016) “*First Look At Mercedes Modular Platform For Electric Cars*”
Son Erişim Tarihi: 02.03.2019
https://www.motorauthority.com/news/1104441_first-look-at-mercedes-modular-platform-for-electric-cars
- [21] David E. Zoia (2014) “*Ford Says Modular Construction to Make Aluminum F-Series Easier to Repair*”
Son Erişim Tarihi: 02.03.2019

<http://wardsauto.com/technology/ford-says-modular-construction-make-aluminum-f-series-easier-repair>

- [22] “*Yeni XC90, Şirketin Yeni Ölçeklenebilir Ürün Mimarisi ile Üretilen İlk Volvo Olacak*”

Son Erişim Tarihi: 02.03.2019

<https://www.media.volvocars.com/tr/tr-tr/media/pressreleases/148966/ye-ni-xc90-sirketin-yeni-olceklenebilir-urun-mimarisi-ile-uretilen-ilk-volvo-olacak>

- [23] “*Toyota New Global Architecture: Building The Future*” (2015)

Son Erişim Tarihi: 02.03.2019

<https://www.toyota.co.uk/world-of-toyota/stories-news-events/tnga.json>

Mikro Hacimlerde Mobilya Sistemleri

Sevgi YÜCEL^{1*}, Füsun SEÇER KARİPTAŞ²

¹Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Programı, İstanbul, Türkiye

²Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 06.02.2019

***Sorumlu Yazar e mail:** sevgi95@gmail.com

Kabul Tarihi: 01.03.2019

Atıf/Citation: Yücel, S. ve Kariptaş Seçer, F. “Mikro Hacimlerde Mobilya Sistemleri”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/1: 103-112

Özet

Kent yaşamı ile beraber konut kavramı değişmeye başlamış ve sektörde, yaşanılabilir en küçük hacim arayışlarına doğru bir yönelim gerçekleşmiştir. İnsanın içinde bulunduğu çağımız metropollerinde, mekânda huzurlu ve konforlu yaşama isteği yerini doğaya dönüş ve standart dışı yaşama bırakmıştır. İhtiyaç duyulan hacim git gide küçülmüş ve insanların nerdeyse bedenlerinin bir parçası gibi hareket eden mekânlar oluşmaya başlamıştır. Özellikle Japon kültürü ve yaşam alanları tasarım dünyasının takip ettiği bu gelişmeye ayak uydurmuş ve küçük, yalın hacimler üretmeye başlamıştır. Bu noktada modülasyon, standardizasyon, esneklik ve değiştirilebilirlik gibi kavramlar mikro hacimler içerisinde tasarımcıları yeni sistem arayışlarına yönlendirmiştir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte, mikro tasarımlar mobilya üreticilerinin de kendilerini geliştirmelerini ve kompakt mobilya kavramının gelişmesine katkı sağlamıştır. Böylelikle mekânlar hem form hem de mobilya bakımından gelişime açık hale getirilmiştir. Hacimlerin mikro-kompakt ölçeğe gelmesi, tasarımcılarda yeni mobilya sistemleri, hızlı üretim, taşınabilirlik gibi kavramları düşünmeye itmiştir. Tasarım dünyası gelecekte mikro yaşam alanına kavuşma ve yalınlaşma isteğinin artmasıyla, yeni sistemler geliştirecek ve insanlar neredeyse kendi bedenleri haline gelmiş hacimleri beraberlerinde götürebileceklerdir. Değişen yaşam koşulları ve gelişen teknoloji ile birlikte kullanıcı ihtiyaçları ve barınma kültürü de değişime uğramıştır. Daha esnek çözümlere ve daha küçük mekânlara sahip konutlar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada geleceğin tasarımı olabilecek mikro kompakt evler ve bu evlerde ortaya çıkan mobilya sistemlerine dair örnekler verilerek bu konuda değerlendirme yapılmıştır. Geleceğin mikro kompakt evleri ve mobilya sistemleri ile ilgili konularda tasarımcılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada literatür taraması yapılarak örnekler toplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikro Hacim, Kapsül, İç Mekân, Mobilya, Esneklik

Furniture Systems in Micro Spaces

Abstract

The concept of housing started to change with urban life and a trend towards the smallest volume searchable. In the metropolises of our age, the desire to live in a peaceful and comfortable place in the place has been replaced by a return to nature and non-standard life. The needed volume has gradually belittled the spaces where people act almost as a part of their bodies have started to form. Japanese culture and habitats have followed the development of the world of design and began to produce small, lean volumes. At this point, concepts such as modulation, standardization, flexibility and interchangeability led designers to search for new systems within micro volumes. Together with technological advances, micro designs have also contributed to the development of furniture manufacturers and the development of compact furniture. Thus, the spaces were made open to development in terms of both form and furniture. The micro-compact scale of volumes has led designers to think about concepts such as new furniture systems, fast production and portability. The world of design will develop new systems in the future, with the desire to reach the micro-living space and to simplify, people will be able to take volumes that became almost like all their own bodies. Together with changing living conditions and developing technology, user needs and dwelling culture have also changed. More flexible solutions and smaller spaces have come into question. In this article, micro compact houses and their furniture systems are discussed as a future prospect for the design field. By making a literature review and collecting samples, this study is aimed for contribute to designers about micro compact houses and furniture systems of the future.

Keywords: Micro Space, Capsule, Interior Space, Furniture, Flexibility

1. Giriş

Mikro kompakt ölçekte çalışmalar, insanlarda soyutlaşma ve yalınlaşma isteği devam ettikçe artmaktadır. Mekânlar git gide küçülüp, tüp diyebileceğimiz insanın içinde çok sayıda fonksiyonu yapabileceği tasarımlara yönelmektedir. Bu durum hem mobilya hem de iç mekân tasarımlarında sistem arayışlarına tasarımcıları yönlendirmiştir. Açılabilen, esneyebilen, hareket eden, döndürülebilir sistemler sadece büyük ölçekteki dizaynlarda olmaktan ayrılıp, küçük hacimlerdeki yerlerini

almaya başlamıştır. Kompakt sistemlerin oluşması insanların yalınlaşma ve doğaya dönüş isteklerine yaklaşmalarına destek vermektedir. Hacimlerin küçülmesi fonksiyonların azalmasına neden olmamaktadır. Yeni sistemler ile beraber mikro kompakt hacimlerde modüler, değiştirilebilir, taşınabilir mekânlar oluşmaya başlamıştır. Gelecekte konut kavramının değişmesiyle beraber insanlar kapsül hacimlerde yaşayacaklar ve mikro ölçekteki bu yaşam yeni mobilya sistemlerinin ortaya çıkmasına olanak sağlayacaktır. Bu makalede birçok örnek derlemesi yapılmış ve gelecek yaşamdaki mobilya anlayışının git gide farklılaşacağı açıklanmak istenmiştir.

2. Kapsül Hacimler Ve Mobilya Sistemleri



Şekil 1. Hong Kong’da Bulunan Kapsül Ev Opod ve Su Borularında Yaşam Örneği [1]

Teknolojik gelişmelerin artması ve kullanıcı ihtiyaçlarının değişmesi ile birlikte ev kapsamı ve anlamı da değişmeye başlamıştır. Mikro ölçekte yaşam biçimleri bu şekilde mobilya çözümlerini beraberinde getirmiş, tasarımcılar iç mekân çözümlerinde esneklik ve değiştirilebilirlik kavramlarını kapsayan öneriler geliştirmeye çalışmıştır. Özellikle Japonya mimari ve iç mimari anlamda bu konuda öncü durumdadır. Konut sıkıntısı çeken Hong Kong’da mimar James Law eski su borularını mikro eve dönüştürmüştür [2].

Mimar tarafından “Opod” adı verilen konut tasarımında düşük maliyetli, deneysel mikro konut birimi tasarlayarak yaratıcı bir şekilde alan kullanımı amaçlanmıştır. Hong Kong’un dar sokakları ve binalarının üstünde istiflenebilen, kullanışsız kentsel alanlardan yararlanmak amacıyla tasarlanan boru daireler aynı zamanda uygun fiyatlı konut sorununu hafifletmeye yardımcı olmuştur. İki yüz kırk metre çapındaki betonarme su boruları en çok iki kişiyi barındıracak şekilde tasarlanarak modern bir mikro daireye dönüştürülmüştür. Her dairede, yatağa dönüşen bir tezgâh, raflar, mini buzdolabı, mikrodalga fırın, banyo ve duş gibi olanaklar bulunmaktadır. Opod’ların her biri yaklaşık yirmi iki ton ağırlığında olduğu için birimleri istiflerken bağlantı elemanına gerek duyulmamış; bu da kurulum maliyetlerini düşürmüştür. Hatta Opod’un mimarı Law, bu şekilde mimari yaklaşımların artması gerektiğini savunarak, bazen binalar arasında bırakılan ve oldukça dar olan arsalara bu türde yeni binalar inşa etmenin mümkün olduğunu söylemektedir [2].



Şekil 2. Hong Kong’da Bulunan Kapsül Ev Opod İç Mekânları [1]

2.1. Bütünleşik mobilya

Kapsül hacimlerin oluşması içinde kendine yer edinmiş mekânın ve insan bedeninin bir parçası haline gelmiş mobilya tasarımları

oluşturmaya tasarımcıları yönlendirmiştir. Bu durum mekânlarda bütünleşik hale gelebilen uyuma, oturma, çalışma, yemek yeme ve depolama sistemleri üretiminin gelişmesine olanak sağlamıştır. Üretilen bu sistemler sayesinde, mekânların hacimleri minimum seviyeye ulaşmaya bir adım daha yaklaşmaktadır. Sistemler mekânın genişlemesine gerektiğinde ise hacimsel olarak küçülmesine olanak sağlamaktadır. Bir ünite eş zamanlı olarak hem çalışma hem de yemek yeme mekânı haline gelebilmektedir. Uyuma ünitesi ise kütüphane olabilir ve kitap okuma mekânı oluşturabilir. Japonların teknolojiye uzun bir süre kapalı kalması ve yeniliklere sonradan adapte olmaya çalışması, Japon tasarımcılarında yalın ve mikro kompakt hacimler yapmaya yönlendirmiştir. Bu durum dünyada yayılmış ve tasarımcılar sanki bir origami gibi katlanabilen bütünleşik mekânlar üretmeye başlamıştır.



Şekil 3. Nagakin Kapsül Evleri İç Mekânları [3]

Japon kültürüne baktığımızda geçmişten gelen yalınlaşma isteği, insanların minimum ölçekte yaşama isteklerini anlamamıza yardımcı olmaktadır. 21. yüzyılda ise insanlar Japonya'ya gittikleri zaman kapsül ev denilen yerlerde kalabilmektedirler. 1970-72 arasında Tokyo'da inşaat edilen Nagakin Evleri içerisinde tüm teknolojik sistemleri barındırmakla beraber, çalışma uyuma dinlenme gibi bedensel ihtiyaçları da karşılama olanağı sunmaktadır. 21.yüzyılda hala gelişmiş teknolojiye ayak uydurarak birçok insanın içinde rahatça yaşamalarına

yardımcı olmaktadır. İç mekân düzenlemesine baktığımız zaman her ünitenin sabit ve mekânın bir parçası haline gelmiş olduğunu görebilmekteyiz. Çalışma ünitesi aynı zamanda kütüphane ve dış dünyayla bağlantı kurabileceğimiz şekilde teknolojik ürünlerle donatılmıştır. Nagakin Kapsül evlerinden yola çıkarak, mobilya sistemlerinin sadece yer kazanmak amacıyla yapılmadığını söyleyebilmekteyiz. Mobilyalar mekânın bir parçası haline gelebilmektedir (Şekil 3) [4] .



Şekil.4. Nagakin Kapsül Evleri İç Mekânları [2]

Mekânda kompakt olan mobilya sistemleri sadece mekâna ait bir şekilde hareket etmektedir. Küçük hacimlerde kullanılan bu yöntem sadece yerden kazanmak için değil aynı zamanda mekânı olduğundan daha geniş göstermek için kullanılmaya başlanmıştır. Nagakin kapsül evlerinde gördüğümüz üzere mekân kompakt oluşunun yanı sıra renk girdisi hiç kullanılmamıştır. Mekânda bulunan bütünleşmiş sabit sistemler, beyaz kullanılarak mekânın daha da geniş hissettirilmesine neden olmuştur. Japonya’da başlayan ve git gide artan sabit bütünleşik mobilya sistem algısı önümüze Avrupa’da da oldukça çıkmaktadır. Çek Cumhuriyeti’nde bulunan ve “HSH Architekti” mimarlık firması tarafından yapılan “Villa Hermina” adlı kapsülde kullanılan baskın yeşil bütünleşik mobilya sistemi ile mekânı çepeçevre sarmakta ve küçük hacimde mekânsal mobilyaya verilebilecek örneklerden biri olmaktadır (Şekil 5). Mekânda kot farklılığı olan yere uyuma

ünitesi yerleştirilmiş ve rampa yardımı ile kotlar birbirine bağlanmıştır. Yatak alanı altına küçük kütüphane saklanmış, böylelikle depolama ve uyuma ünitesi bir arada kullanılmıştır. Aşağı kota bağlanan rampa mekânı hem ikiye bölmekte hem de mekânsal mobilya yaratarak mekândaki oturma ünitesi haline gelmektedir. Küçük hacimlerde mekânsal mobilya tasarımı sayesinde hacimler minimum hale, birçok fonksiyonu bir arada bulunduracak şekilde getirilebilmektedir. Kullanılan yeşil renk ise mekânın çizgisel hatlarını belli ederek içinde barındırdığı fonksiyonları vurgulamaktadır [5].



Şekil 5. Villa Hermina İç Mekânı ve Mobilya Çözümleri [5]

2.2. Katlanabilir mobilya

Tasarım dünyasındaki yalınlık ve mekânsal mobilya algısı sistematik olarak gelişmeye devam ederken öte yandan başka tasarım yaklaşımları da mobilya üreticileri tarafından geliştirilmeye başlanmıştır. Japonya’da ve Çin’de geçmişi olan origami sanatı gibi katlanabilir mobilya sistemleri üretilmiştir. Küçük hacimlerde bu durum hacimden avantaj sağlama, beden ile hareket eden mekân kavramına daha da yaklaşma gibi kavramların gelişmelerine olanak sağlamıştır. Mobilya üreticileri küçük hacimlere uygun katlanılabilir mobilyalar üretmeye başlamıştır. Mekânın içinde bir parçası gibi hareket eden katlanabilir mobilyalar da bulunmaktadır. La Chaux ve Ruinettes arasında, İsviçre Alpleri’nde bir yamaçta, Buro A tarafından yapılan “Antione” adında kapsül ev olarak tasarlanmış aynı zamanda kabuğu doğanın bir parçası gibi hareket eden yaşam alanı tasarlanmıştır. Evin içerisinde

katlandığında hacimsel boşluk, açıldığında ise fonksiyonel özellik taşıyan ve mobilya haline gelen tasarımlar mevcuttur. Küçük ve kompakt hacim denildiğinde yeniden yalınlaşmanın ön planda olduğu tasarlanmış olan mobilya sistemlerinin de yalınlaşmasına neden olduğu görülmektedir. Bu mobilya sistemlerine baktığımızda kapsül hacimlerdeki yalınlaşma ve doğaya dönüş isteğinin varlığını kanıtlar nitelikte olduğunu göstermektedir. Kullanılan malzeme ahşap olup dış kapuk ise kaya niteliğindedir (Şekil 6).



Şekil 6. Mikro Konutlarda Antoine Adlı Kapsül Hacim [6]

Mobilya sektöründe üreticiler küçük hacimler için mekânsal mobilya dışında birçok mobilya üretimi yapmaktadır. İki fonksiyonu bir arada bulundurabilen mobilyalar üretilmeye başlanmıştır. Mekân içindeki mobilya hem uyuma ünitesi hem de yemek yeme ünitesi olabilmektedir. Kütüphane çalışma ünitesi ile beraber çalışabilmektedir. Altea Work İtalya’da “Clei” adlı bir firma tarafından tasarlanmıştır. Aşağıda görülen Altea Work mobilya sistemleri görselinde (Şekil 7) yatak ünitesi katlandığı zaman hacimden kazanmak amacıyla çalışma ünitesi haline gelebilmektedir.



Şekil 7. Altea Work Mobilya Sistemleri Örneği [7]

3. Sonuçlar

Tasarım dünyasında oldukça hızlı bir şekilde ilerlemeye devam eden küçük hacim algısı, insanlarda sıcak, bütünleşmiş mekânlarda yaşamaya karşı bir ilginin oluşmasına neden olmuştur. Doğadan uzaklaşmış insanların, bedenleri gibi hareket eden mekânlar içerisinde yaşama arzuları günden güne artmış ve yeni sistem arayışları doğmuştur. Özellikle Japon kültürü ve yaşam alanları tasarım dünyasının takip ettiği bu gelişime ayak uydurmuş ve küçük, yalın hacimler üretmeye başlamıştır. Kapsül mekânlarda yaşam sonucunda iç mekânda da mobilya çözümleri yaratma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Hong Kong'daki su borularında kapsül ev ve Nagakin evleri gibi mekânlarda kompakt mobilya kavramı açıkça hissedilmektedir. Mobilya sistemlerinde özellikle modülasyon, standardizasyon, esneklik ve değiştirilebilirlik gibi kavramlar mikro hacimler içerisinde gelişmeye devam etmiştir. Böylelikle iç mekânlar hem form hem de mobilya bakımından gelişime açık hale gelmiştir. Gelişen teknoloji, değişen ihtiyaçlar, artan dünya nüfusu ve azalan mekân ihtiyacı doğrultusunda mikro evler, kapsül evler gibi konut ihtiyacının artması kaçınılmazdır. Aynı zamanda iç mekânlarda bu tasarımları destekleyen mobilya çözümleri ve sistemleri gibi konuların) geleceğin iç mimari alanında önde gelen araştırma konuları olacağı tahmin edilmektedir. Sonuç olarak bu çalışmanın gelecekteki iç mekân araştırmalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu makale Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı İç Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programında, Prof. Dr. Fusun Seçer Kariptaş'ın "İç Mekân Tasarımında Yeni Teknolojiler" dersi kapsamında yürütülen ödev çalışmasından hazırlanmıştır.

Kaynakça

- [1] www.realestate.co.roomclip.jp (01.02.2019)
- [2] <https://www.projedefirsat.com/haber/japonlarin-kapsul-evleri-nakagin-capsule-tower/3164> (03.01.2019)
- [3] Sviven, M. (2008-2019). <https://www.archdaily.com/110745/ad-classics-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa>. Archdaily. adresinden alındı
- [4] Özturan, Ö. (2015). Teknolojik Gelişmelerin İç Mekan Biçimlenişine Etkisi.
- [5] Richardson, P. (2011). Villa Hermina. Nano House: Innovations for Small Dwellings (s. 16-17). içinde Thames&Hudson.
- [6] <https://tur.thehomelifemag.com/cabins-lost-in-nature> (03.01.2019)
- [7] <https://resourcefurniture.com/product/altea-work/>. (04.02.2019)
<https://www.mimoa.eu/projects/Czech%20Republic/Cern%C3%ADn/Villa%20Hermina/>. Mimeo. (04.02.2019)

Genom Düzenleme Teknolojileri ve Bitkilerdeki Uygulamaları

Feyza TUFAN^{1*}, Esra Nur KELEŞ¹

¹Haliç Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi / Moleküler Biyoloji ve Genetik, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 06.02.2019

***Sorumlu Yazar e mail:** feyzatufan@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 08.03.2019

Atf/Citation: Tufan, F. ve Keleş, E. N. "Genom Düzenleme Teknolojileri ve Bitkilerdeki Uygulamaları", Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019, 2/1: 113-133

Özet

İklim değişiklikleri, tarım arazilerinin azalması, biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin artması tarım ve gıda üretimi için önemli engeller arasındadır. Üretim ve gıda güvenliğinin, küresel nüfustaki hızlı artış ve öngörülemez iklim koşulları karşısında güvence altına alınması için biyotik ve abiyotik streslere daha fazla tolerans gösteren ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır. Genom düzenleme teknolojileri, biyotik ve abiyotik stres koşulları altında ürünlerin yüksek verimde üretilmesine yardımcı olma potansiyeline sahiptir. Bu derlemede, genom düzenleme teknolojilerine genel bir bakış sunulacak olup, bitkilerde CRISPR/Cas9 ile yapılan son genom düzenleme uygulamalarına değinilecektir.

Anahtar Kelimeler: Genom düzenleme teknolojileri, Bitkilerde genom düzenleme, CRISPR/Cas sistemleri, TALEN, ZFN, Meganükleaz

Genome Editing Technologies and its Applications in Plants

Abstract

Climate change, decreasing agricultural fields, increasing biotic and abiotic stress factors are major obstacles for agriculture and food production. In order to secure production and food safety against the rapid increase in global population and unpredictable climatic conditions, products with higher tolerance to biotic and abiotic stresses are needed. Genome editing technologies have the potential to produce high yields of products under biotic and abiotic stress conditions. In this review, an overview of

genome editing technologies will be presented, and the recent genome editing applications with CRISPR/Cas9 systems in plants will be mentioned.

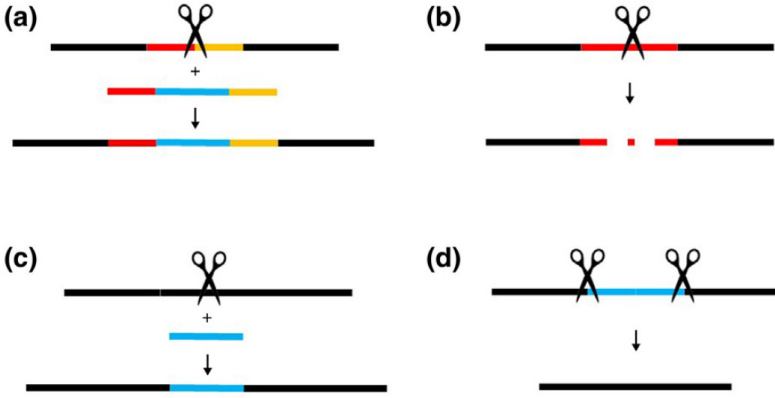
Keywords: Genome editing technologies, Plant genome editing, CRISPR/Cas systems, TALEN, ZFN, Meganuclease

1. Giriş

Tarih öncesi çağlardan beri doğal türlerin genetik yapıları çaprazlamalar yoluyla hem niteliksel hem de niceliksel özellikler bakımından iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bitki türlerinin evrimi ve ehlîleşmesi sırasında meydana gelen bu çeşitlilik genom düzenlemesinin ilk örnekleri olup doğal rastgele mutasyonlara dayanmaktadır. 1950'li yıllardan bu yana, yeni alelik varyasyon oluşturmak için fiziksel, kimyasal ve biyolojik (T-DNA yerleştirme / transpozonlar) mutagenler kullanılmıştır [1- 4]. Bununla birlikte, mutasyonlar rastgele ve kendiliğinden ortaya çıktığı için, mutasyon induksiyonu fenotip sadece bir veya birkaç genden kaynaklanıyorsa faydalı olmaktadır. 1980'li yılların başında, hem temel bitki biyolojisini anlamak hem de bitkisel ürünlerin iyileştirilmesi için transgenik teknikler kullanılmaya başlanmıştır [5- 8]. Bu sayede daha verimli, çeşitli hastalıklara daha dayanıklı, zor stres koşullarına yüksek toleranslı bitkiler ile ilaç sanayi gibi gıda dışında da farklı sektörlere ham madde desteği sağlanmıştır [9- 11]. Bununla birlikte, transgenik tekniklerle organizmaya aktarılan transgenin konak genoma girişi rastgeledir. Her ne kadar yapılan araştırmalarda transgenik bitkilerin zararlı olduğu kanıtlanmasa da, gen aktarımı yapılan ürünlerin yenilebilir ürünler olduğu durumlarda halk, genetiği değiştirilmiş ürünleri endişeyle karşılamaktadır. 2000'li yıllarda yapay ya da doğal bölgeye özgü nükleazlar ile genom düzenleme teknolojilerinin kullanımı ile hem hayvan hem de bitki sistemlerinin genom düzenlemesi başarıyla gerçekleşmiştir [12]. Rastgele giriş ve sıklıkla rastgele fenotiplere yol açan transgenik yaklaşımın aksine, genom düzenleme yöntemleri ile tanımlanmış mutantlar üretilmekte ve böylece bu yöntemler

işlevsel genomik ve ürün ıslahı çalışmalarında güçlü bir araç haline gelmektedir.

Genom düzenlemesinde kullanılan bölgeye özgü nükleazlar ile hedef genomda çift zincir kırıkları (“double strand breaks”; DSBs) meydana getirilerek, genomda istenilen genlerin eklenmesi, çıkartılması ya da değiştirilmesi mümkün olmaktadır. Bu amaçla kullanılan endonükleazlar ve sistemler; meganükleazlar, çinko parmak nükleazlar (“zinc finger nucleases”; ZFNs), transkripsiyon aktivatör-benzeri efektör nükleazlar (“transcription activator-like effector nucleases”; TALENs) ve kümelenmiş düzenli aralıklı kısa palindromik tekrarlar (“clustered regularly interspaced short palindromic repeats”; CRISPR)’dir. Bu dört yöntemde de farklı yaklaşımlarla hedef bölgede değişiklik yapılmasına karşın yöntemlerin temel basamakları benzerdir. Öncelikle, DNA’nın her iki zincirinde çift zincir kırıkları oluşturulur. Daha sonra, hücre tarafından bu çift zincir kırıkları homoloji yönlendirmeli onarım (“homology-directed repair”; HDR) ya da homolog olmayan uç bağlanması (“non-homologous end joining”; NHEJ) ile onarılır. NHEJ, hataya eğilimli bir onarım mekanizması olup delesyonlara ya da insersiyonlara sebep olduğu için bir genin işlevini tamamen durdurmak için tercih edilmektedir. HDR ise kusurlu genin sağlam alleli ile değiştirilebilmesi ya da yeni bir genin genoma eklenebilmesi için tercih edilmektedir (Şekil 1) [13]. Her ne kadar hücreler, NHEJ veya HDR’yi kullanarak DSB’leri onarmak için farklı yeteneklere sahip olsalar da, bu yol seçimini büyük ölçüde hücre döngüsünün fazı yönetir. NHEJ baskın olan onarım mekanizması olup G1, S ve G2 fazları sırasında DNA onarımında etkindir. Buna karşın HDR, DNA replikasyonu tamamlandığında geç S ve G2 fazlarıyla sınırlıdır [14]. HDR’de DSB’leri onarmak için kalıp olarak kardeş kromatitler ya da ekzojen DNA parçası kullanılmaktadır. Böylece, HDR ile kusursuz bir şekilde onarım gerçekleşmektedir. Bitkilerde HDR ile gen düzenleme frekansı oldukça düşüktür.



Şekil 1. Çift Zincir Kırığı Aracılı Genom Düzenleme.

Genom düzenleme, homoloji yönlendirmeli onarım (HDR) (a) ya da homolog olmayan uç bağlanması (NHEJ) (b-d) ile sağlanabilir. HDR’de, entegrasyon için genomik dizinin yanı sıra vektör DNA’sında bulunan homoloji bölgeleri kullanılır (a). NHEJ ile onarım mekanizması ise hataya eğilimlidir. Delesyon (b-d) ve insersiyon (c) ile açık okuma çerçevesi değişirse genin işlevi tamamen durdurulur [15].

2. Genom Düzenleme Teknolojileri

2.1. Meganükleazlar

Meganükleazlar (ya da homing endonükleazlar), mobil genetik elementlerin bileşenleri olan doğal restriksiyon endonükleazlardır. Ökaryotlarda, bakterilerde ve arkelerde bulunan ve çoğunlukla mobil sınıf I intron ve inteinlerde kodlanan yüzlerce üye tanımlanmıştır. Nüklear genomun yanı sıra, mitokondri ve kloroplast genomu tarafından da sentezlenmektedir. Meganükleazlar, her biri 160 ila 200 amino asit (aa) bakiyesi boyutunda iki özdeş alt birim içeren homodimerler oluşturur. Bu enzimler, 12 ila 40 bp arasında değişen spesifik DNA

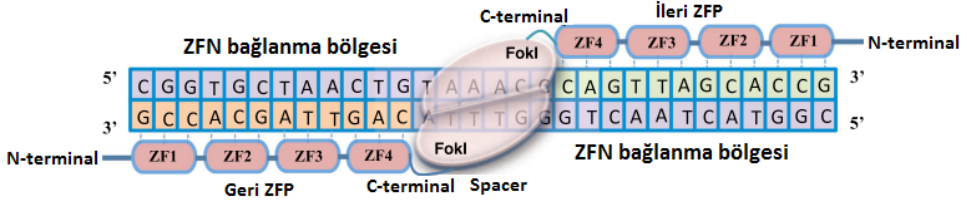
dizilerini tanır ve DNA'da çift zincir kırığı meydana getirir. Tanıma bölgesinin bu kadar uzun olması meganükleazların özgünlüğünü arttırmakta ve genomdaki kesim noktalarının sayısını azaltmaktadır. Tanıma bölgelerinin büyüklüğü göz önüne alındığında, bütün bir bitki genomu, belirli bir nükleaz için hiçbir tanıma bölgesi içermeyebilir veya birkaç tane içerebilir.

Bugüne kadar birçok meganükleaz tanımlanmasına karşın, çalışılmak istenilen her bölgeye uygun bir enzimin doğal olarak bulunması mümkün değildir. Bu nedenle var olan meganükleazların tanıma bölgelerinde çeşitli teknikler ile değişiklikler yapılarak ya da kimerik proteinler oluşturularak ilgili bölgeye uygun enzimler üretilebilmektedir. Homodimer ya da heterodimer formlar ve modifiye meganükleazlar kullanılarak genomda hedeflenebilecek bölge sayısı artırılabilir. Buna karşın, her çalışma için yeni bir enzim tasarımı gerekmektedir. Genom düzenleme ilk olarak uzunluğu 18 bp'ye kadar olan hedef bölgelere sahip doğal meganükleazlar kullanılarak elde edilmiştir [16]. I-CreI ve I-SceI meganükleazları, mısırdaki hedef genom modifikasyonunda başarıyla kullanılmıştır [17, 18]. Yanı sıra, *Arabidopsis* ve bütün dâhil olmak üzere birçok bitki türünde DNA insersiyonlarını hedeflemek için başarıyla kullanılmıştır [19].

2.2. Çinko parmak nükleazlar

Çinko parmak nükleazlar, yapay olarak üretilen nükleazlardır. Çinko parmak motifi, ilk olarak *Xeonopus laevis* kurbağasına ait TFIIIA'da bulunmuştur. Çinko parmak (ZF), DNA dizisini tanıyan ve transkripsiyon faktörlerinde sıkça rastlanan bir protein motifidir. DNA bağlanma bölgesi ve endonükleaz bölgesi olmak üzere iki alt domen içermektedir. Merkezde bulunan çinko atomu, 3-6 sistein ve 19-23 histidin aa'larına bağlanmakta ve parmak yapısı oluşturmaktadır. Her parmakta 23 aa bulunur ve parmakta yer alan aa'lar özgül DNA dizileri ile eşleşebilir. Her bir ZF motifi 3 nükleotidlik bir diziyi tanıyıp bağlanabilir. Böylece istenilen diziyeye özgü olacak şekilde çinko parmakları

arka arkaya birleştirilir ve bu şekilde enzimin DNA bağlanma bölgesi tasarlanır. Enzimin DNA bağlanma bölgesi hedef bölgeye uygun olacak şekilde tasarlandıktan sonra kesim yapacak olan katalitik bölge ile birleştirilir. Kesim yapacak olan bu bölge *FokI* enziminden elde edilir. *FokI*, *Flavobacterium okeanoikoites* bakterisinde tanımlanmış olan tip II S restriksiyon enzimidir. Kesim yapabilmek için homodimer olarak çalışır. Dimer oluşumunu sağlamak için, 2 tane ZF-*FokI* hibrit proteini üretilip hedef genoma eş zamanlı olarak, birlikte iletilmelidir. Böylece, bir monomer DNA'nın ileri yöndeki zincirine ve diğer monomer de DNA'nın geri yöndeki zincirine bağlanır. Ayrıca dimer oluşumu, katalitik aktivite ve çift zincir kırıklarının oluşması için 2 *FokI* monomeri birbirine çok yakın olmalıdır. Her çalışma için iki farklı ZFN üretilir. Böylece *FokI* enzimi dimer oluşturarak kesim yapabilir. *FokI* kesim domeni özgün bir diziyeye ihtiyaç duymadığı için kesim özgünlüğü ZF motifleri ile sağlanır. Kesim sonucunda HDR ya da NHEJ ile ilgili bölgede değişiklik yapılmış olur. ZFN'nin özgüllüğü; sol ZF-DNA bağlanma modülüyle verilen ileri-zincir dizisi, sağ ZF-DNA bağlanma modülüyle verilen geri-zincir dizisi ve iki bağlanma bölgesi arasındaki "spacer" (aralık, ara dizi) ile sağlanır (Şekil 2). Bu üç elementin birleşmiş etkisiyle, genom içinde ZFN bağlanma özgüllüğü oldukça yüksektir. ZFN ile çalışmanın olumsuz taraflarından biri genomda çalışılacak olan her bölge için yeniden ZFN üretilmesinin gerekliliğidir. Bu durum maliyeti arttırmakta ve zaman kaybına yol açmaktadır. DNA 4 farklı bazdan oluştuğu için muhtemel bütün 3'lü diziler için 64 farklı ZF motifi gerekmektedir. Bununla birlikte, henüz 64 farklı üçlü nükleotid kombinasyonları için ZF motifi üretilmemiştir. Bu nedenle genomda istenilen her bölge ile çalışmak mümkün değildir. ZFN'ler kullanılarak bitki genom düzenlemesine yönelik birçok araştırma yapılmıştır [20- 24].



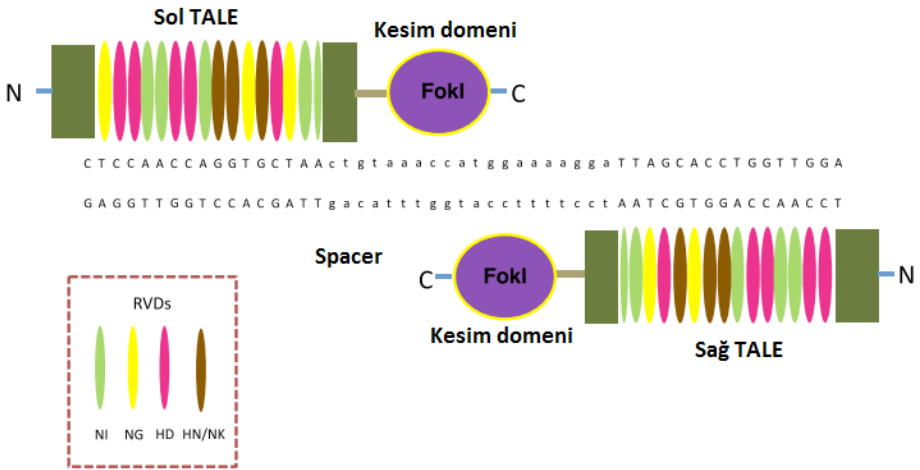
Şekil 2. Çinko Parmak Nükleazlar ile Genom Düzenleme.

Çift zincir kırık oluşumunun sağlanması için N-terminalde 3-6 tane çinko parmak protein (ZFP) ile C-terminalde *FokI* kesim domenini içeren bir çift ZFN gereklidir. İki ZFN tanıma bölgesi, spacer DNA dizisi (5-7 nükleotidlik) ile ayrılmaktadır [25].

2.3. Transkripsiyon aktivatör-benzeri efektör nükleazlar

Transkripsiyon aktivatör-benzeri efektör nükleazların (TALEN) çalışma mekanizması ZFN ile benzerdir. Kesim domeni olarak *FokI* ve tanıma domeni olarak TALE proteinleri kullanılır. TALE proteinleri bitki patojeni olan *Xanthomonas* bakterilerinden elde edilmiştir [26]. *Xanthomonas* bakterisi, bitki hücrelerine efektör proteinlerini enjekte etmek için Tip III sekresyon sistemini kullanmaktadır. Bu efektör proteinlerin bir grubu olan TALE'ler nükleusa hedeflenerek konak hücrede hassaslık genlerini aktive eden promotör kısımlarına bağlanır. TALE'ler yüksek oranda korunmuş 33-39 aa tekrarı içerir ve farklı yapısal özelliklere sahiptir. Bu korunmuş dizinin 12. ve 13. pozisyonundaki aa'lar değişkendir ("Repeat Variable Di-residues-RVDs"). RVD'ler, TALE proteinlerinin DNA'ya bağlanma özgülüğünü belirler. 12. bakiye, nükleotid bakiyesiyle bağlantıları stabilize etmekte, 13. bakiye ise tanımayı sağlamaktadır. Asparajin-asparajin (ya da lizin) guanin, asparajin-izolösin adenin, histidin-aspartik asit sitozin, asparajin-glisin timin olmak üzere her bir baz için RVD grubu mevcuttur. Genom düzenleme yapma amacı ile TALE proteinleri hedef diziyeye göre birleştirilir ve DNA bağlanma bölgesi oluşturulur. TALE dizisi mutlaka timin bazı ile başlamalıdır. TALE proteinlerinden oluşan

bu domen *FokI* enziminin kesim domeni ile birleştirilir. ZFN sisteminde olduğu gibi *FokI* enzimi dimer olarak çalıştığı için her bir hedef dizi için iki adet TALEN üretilmelidir (Şekil 3). Her dizi için yeni üretim gerekmesi maliyeti yükseltmekte ve zaman kaybına neden olmaktadır. Tek zincir TALEN (“single-chain TALEN”; scTALEN) üretimi ile tek bir TALE dizisine iki adet *FokI* enzimi bağlanarak hedef bölge kesilebilmektedir. Bu teknik maliyeti nispeten azaltmaktadır [27]. TALEN’ler ile genom düzenleme *Arabidopsis* [28], pirinç [29], tütün [30] ve *Brachypodium* [31] gibi model bitkilerin yanı sıra, arpa [32] ve mısır [33] gibi ekonomik açıdan önemli bitkilerde başarıyla uygulanmıştır.



Şekil 3. Transkripsiyon Aktivatör-Benzeri Efektör Nükleazlar ile Genom Düzenleme.

TALEN, hedef DNA’ya bağlanır. Her bir TALEN, N-terminalde TALE’ler ile C-terminalde *FokI* kesim domeni içerir. TALEN çiftinin iki hedef dizisi spacer DNA dizisi ile ayrılmaktadır [25].

2.4. Kümelenmiş düzenli aralıklı kısa palindromik tekrarlar (CRISPR) / Cas sistemleri

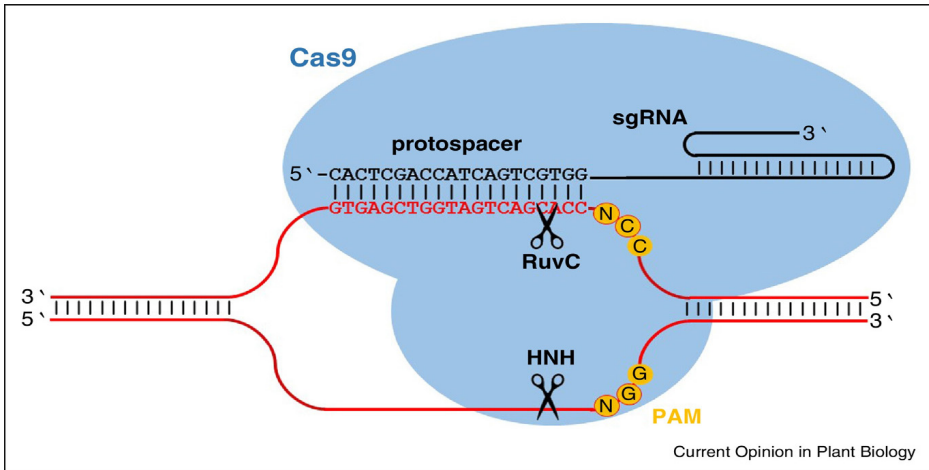
Tüm organizmalar; virüsler ve diğer enfekte eden patojenlerle sürekli çekişme halindedir. Patojenler ve konakları arasındaki sürekli silahlanma yarışının bir parçası olarak iki stratejik bağışıklık yaklaşımı evrimleşmiştir. Doğuştan gelen bağışıklık; patojenlerin genel özelliklerini tanıyan, önceden var olan genetik olarak kodlanmış sistemleri kapsamakta, kazanılmış bağışıklık ise önceden karşılaşılan istilacılara karşı özgül bağışıklık yanıtları ve immünolojik hafıza oluşturma yeteneğindeki sistemleri kapsamaktadır. CRISPR/Cas sistemi bakterinin virüslerden korunmak için geliştirdiği kazanılmış bağışıklık sistemidir. 1987 yılında Ishino ve çalışma grubu tarafından *E. coli* bakterisinde alkalin fosfataz izozim dönüşümünden sorumlu *iap* geni klonlanıp dizilenmiştir. Araştırmacılar *iap* geninin aşağı yönünde 29 nükleotidlik bir dizi tekrarının, tekrarsız ve benzer şekilde kısa dizilerle (“spacer”) ayrıldığını gözlemlemişler ve sonraki çalışmalarda bu dizileri dizilemişlerdir [34, 35]. Daha sonra, birçok araştırmacı tarafından birçok bakteri ve arkelere de benzer tekrarlar görülmüştür [36- 39]. 2002 yılında ise bu diziler CRISPR olarak adlandırılmıştır [40]. İlerleyen yıllarda bu tekrar elementlerinin bitişiğinde kümelenmiş *Cas* genleri tanımlanmıştır. 2005 yılında ise bu dizilerin bakteri genomuna nasıl entegre olduğu ve doğal süreçteki işlevleri ile ilgili mekanizmalar kısmen anlaşılmıştır [41- 43]. CRISPR-Cas sistemleri, dizilenmiş tüm bakteri genomlarının yaklaşık %45’inde ve arke genomlarının %85’inde bulunmuştur. Bu sistemlerde, CRISPR array, “spacer” biçiminde immünolojik hafızayı depolamaktadır. Spacer’lar; istila eden patojenlerden kökenlenen kısa DNA dizileri olup CRISPR DNA tekrarlarının arasında bulunmaktadır. Bir dizi Cas proteini de, CRISPR–Cas sistemlerinin sonradan kazanılmış bağışıklık işlevini meydana getirmesinden sorumludur. CRISPR–Cas sistemlerinin etki mekanizması (i) adaptasyon, (ii) ekspresyon ve olgunlaşma ve (iii) interferans olmak üzere 3 aşamaya ayrılabilir [44]. (i) Adaptasyon aşamasında ilk olarak, istila

eden patojenin yabancı DNA'sının konak tarafından «spacer kazanımı» için hedef olarak tanınması gerekmektedir. İkinci olarak, yabancı DNA'dan “protospacer” (spacer'ların kökenlendiği diziler) denilen özgül boyuttaki bir dizinin (genel olarak 30-40 bp) çıkarılması gerekmektedir. Son olarak da, kazanılan bu dizi immünolojik hafıza oluşturmak için CRISPR array'inin içine yeni bir «spacer» olarak girmeli ve bitişik tekrar dizisi de duplike olmalıdır. Bu sistemde, Cas1 ve Cas2 proteinleri; CRISPR array'i içindeki lokus, lider dizi ve ilk CRISPR tekrarı gibi birçok bileşenin evrensel olarak korunduğu düşünülmektedir. Çalışılan tüm CRISPR-Cas sistemlerinde Cas1 ve Cas2 «spacer kazanımı» için gereklidir. Cas1 ve Cas2 genellikle aynı operonda kodlanmakta ve yapısal olarak kararlı bir protein kompleksi oluşturmaktadır. Spacer kazanımı için Cas1'in endonükleaz aktivitesi gereklidir. Cas2'nin de DNA ve RNA kesme aktivitesi olup bu aktivite spacer kazanımı için gerekli değildir. Bu nedenle Cas2'nin spacer kazanımındaki primer rolünün onun katalitik aktivitesiyle ilgili olmadığı düşünülmektedir. Cas1-Cas2 kompleksi genel olarak, yeni spacer'ı, lider dizi ve CRISPR array'in ilk tekrarı arasındaki bağlantıya ekler. Bu bağlantıda eklenme yapılmasının tercih edilmesi sayesinde spacer'lar, array'in lider dizi ucuna doğru olan bir polariteyle CRISPR array'i içine eklenir. Lider dizi AT-dizisinden zengindir ve CRISPR array'inin hemen yukarı yönünde olup genellikle hem crRNA (CRISPR RNA) ekspresyonunu yürüten promotör dizi hem de spacer eklenmesi için tanıma dizisi içermektedir. Bu da kronolojik olarak sıralanmış bir array meydana getirmektedir. En son kazanılan spacer, lider diziye en yakın olan spacer'dır. (ii) Ekspresyon ve olgunlaşma aşamasında, CRISPR array pre-RNA'ya transkribe edilir ve pre-RNA ilave işlemlerle crRNA'lar olarak bilinen daha kısa RNA birimlerine işlenir. Her bir crRNA, tekrar dizisinin bir parçası tarafından kuşatılan tek bir spacer içermektedir. Bu crRNA'lar, aktif Cas-crRNA kompleksi oluşturmak için bir ya da daha fazla Cas proteinleriyle birleşmiştir. (iii) İnterferans aşamasında ise, Cas-crRNA kompleksi, yabancı nükleik asit hedefleri için hücreyi tarar. Tanıma, komplementer crRNA dizileriyle

baz eşleşmesi ile gerçekleşmektedir. Başarılı bir şekilde tanıma olması, hedef nükleik asitin kesilmesine ve parçalanmasına yol açar.

CRISPR sistemleri *cas* gen içeriği ile iki ana sınıf, altı tip ve 20'den fazla alt tipe sınıflandırılmıştır. Altı tipin her biri, yabancı nükleik asitlerin yıkımına aracılık eden işlevsel olarak farklı efektör kompleksleri kullanır. Tip I, tip II ve tip V sistemleri DNA'yı, tip VI sistemi RNA'yı, tip III sistemi ise hem RNA hem de DNA'yı hedefler (tip IV sistemleri henüz deneysel olarak karakterize edilmemiştir) [45]. Adaptasyon mekanizması, farklı CRISPR-Cas sistemleri arasında oldukça iyi korunmuştur. Evrensel Cas1 ve Cas2 proteinleri, spacer kazanımından sorumlu olan bir integras kompleksini içerir [46]. İnterferans mekanizması ise CRISPR-Cas sistemleri arasında önemli ölçüde değişmektedir. Sınıf I sistemlerdeki interferans mekanizması (tip I, III ve IV) birden fazla Cas proteininden oluşurken, sınıf 2 sistemlerde (tip II, V ve VI) interferans için tek bir efektör Cas proteini gerekmektedir. Günümüzde genom düzenleme için en yaygın olarak tip II sistemi kullanılmaktadır. CRISPR tip II sistemleri, iki nükleaz domeni olan (RuvC-benzeri domeni ve HNH domeni) çok domenli Cas9 endonükleazı içeren dört Cas proteininden oluşmaktadır. Cas9 ile birlikte bir crRNA ve trans aktive edici crRNA (tracrRNA) bir kompleks oluşturur. tracrRNA'nın bir bölgesi crRNA'nın CRISPR segmenti ile komplementerdir. crRNA'nın viral kökenli olan kısmı ise tek zincirli olarak kalmakta ve konak hücreyi istila eden viral DNA'yı baz eşleşmesi yaparak tespit etmektedir. Daha sonra RuvC ve HNH tarafından viral DNA'nın her iki zinciri kesilmekte ve ardından viral DNA parçalanmaktadır (Şekil 4). Hedef dizinin seçimindeki tek kısıtlama, kullanılan Cas9 proteininin türünün kökeni tarafından tanımlanan bir protospacer bitişik motife ("protospacer adjacent motif"; PAM) ihtiyacıdır. *Streptococcus pyogenes*'ten elde edilen Cas9 ile standart uygulamalarda, hedefin 3' ucunda "NGG" gereklidir. NGG dizileri herhangi bir kodlama dizisinde nadir bulunmadığından, CRISPR/Cas9 temelli genom düzenleme hemen hemen tüm organizmalarda uygulanabilmektedir Sınıf II CRISPR sisteminin bir başka endonükleazı olan

Cpf1 (*Prevotella* ve *Francisella* bakterilerinde keşfedilen CRISPR) de bitkilerde genom düzenleme için kullanılmaktadır. Cas9 ve Cpf1 arasında birkaç farklılık vardır. Bu farklılıklardan biri, Cpf1’de sadece kısa bir crRNA’nın gerekli olması ve tracrRNA’nın gerekmemesidir. Diğeri, Cpf1’in PAM dizisinin T-den zengin bir dizi olmasıdır. Üçüncüsü ise, Cpf1’in, her bir komplementer DNA zincirini farklı bölgelerde, birbirinden beş nükleotit aralıklı olarak kesmesi ve Cas9 tarafından üretilen küt uçlar yerine yapışkan uç oluşmasıdır [47].



Şekil 4. CRISPR/Cas Sistemi Aracılı Genom Düzenleme.

Cas9 proteini RuvC ve HNH domenleriyle hedef DNA’da çift zincir kırığı oluşturmaktadır. Bağlanma özgülüğü, ilgili hedef bölgeye tamamlayıcı olan sgRNA ile gerçekleşir. Protospacer-bitişik motif (PAM) aracılığıyla DNA, Cas9 proteiniyle etkileşime girer. Bu nedenle, PAM dizisi tanıma bölgesi özgülüğüne katkıda bulunmaktadır [15].

CRISPR/Cas9 sistemini ilgilenilen organizmada (bitki, memeli, maya v.b.) çalışılabilir hale getirmek için vektörler geliştirilmiştir. Her vektörde olduğu gibi CRISPR/Cas vektörlerinde de mutlaka bir replikasyon orijini ve markır gen bulunmalıdır. Ayrıca güçlü bir promotör ile birlikte Cas genleri ve yine bir promotör ile birlikte crRNA-tracrRNA kimerik yapısını oluşturacak dizi gereklidir. Bu şekilde

bir vektör sadece crRNA (gRNA olarak adlandırılmakta) dizisi değiştirilerek birçok farklı geni hedeflemek için kullanılabilir. Bu nedenle bu yöntemin maliyeti diğer genom düzenleme yöntemlerine göre oldukça düşük olup zaman tasarrufu sağlamaktadır. crRNA ve tracrRNA kimerik yapısı olan tek rehber RNA (“single guide RNA”; sgRNA;) aynı mekanizma ile Cas protein kompleksine rehberlik ederek hedef bölgede çift zincir kırık oluşumunu sağlar. Sistemin çalışabilmesi için tracrRNA ve crRNA arasında meydana gelen hibridizasyon önemlidir. Tek bir zincir halinde olan sgRNA’da bu yapıyı taklit edebilmek için bir ilmek oluşturabilecek diziler eklenmiştir. Bu şekilde tasarlanan vektörler oldukça büyük oldukları için çalışmayı kolaylaştırmak amacı ile Cas ve sgRNA bölgeleri farklı iki vektöre entegre edilerek de kullanılabilir. Hedef bölgeye göre hazırlanan vektör uygun bir teknik ile hücre içine aktarılır. Vektör üzerindeki Cas ve sgRNA ekspresyonu sonucu konak hücre DNA’sı hedef bölgeden kesilir [48].

3. Bitkilerde CRISPR/Cas Aracılı Genom Düzenleme Uygulamaları

CRISPR/Cas9 gen düzenleme sistemi ilk kez 2012’de memeli hücrelerinde gösterilmiş olup [49] kısa sürede en etkili ve geniş çapta kullanılan genom mühendisliği aracı olmuştur. Bitkilerde CRISPR/Cas9 ile genom düzenlenmesiyle ilgili ilk raporlar 2013 yılında bildirilmiştir [50- 52]. Bu makalelerde, model bitkilerden *Nicotiana benthamiana* ve *Arabidopsis* bitki yapraklarında Cas9 ve sgRNA’nın *Agrobacterium* aracılı geçici ekspresyonu ve pirinç kalluslarında fitoen desaturaz enzimini hedeflemede biyolistik yöntemi kullanılmıştır. Cas9 ve sgRNA’nın geçici ekspresyonu için protoplastlara doğrudan DNA transferi ayrıca *Arabidopsis*, tütün ve pirinç bitkilerinde fitoen desaturazın genom düzenlemesi için kullanılmıştır. Bitki hücrelerinde geçici ekspresyon veya kararlı ekspresyon için mikroenjeksiyon, polietilen glikol (PEG), elektroporasyon gibi çeşitli transformasyon teknikleri başarıyla kullanılmaktadır [53]. *Agrobacterium* içermeyen bu doğrudan yöntemlerde genom düzenleme için sadece sgRNA geni ve Cas9

endonükleaz geni gereklidir. Birçok bitkide transformasyonun çok zor gerçekleşmesi, genom modifikasyonlarında engel teşkil etmektedir. Bu nedenle, bitkilerde genom düzenlemesi için yüksek etkinlikli teknolojilere yönelik stratejiler geliştirilmelidir [54].

Yirmiyi aşkın bitki türünde CRISPR/Cas sistemi ile genom düzenleme ile ürün veriminin yanı sıra biyotik ve abiyotik strese dayanıklılığın artırılmasıyla ilgili araştırmalar bulunmaktadır [55]. CRISPR/Cas sisteminin bitki biyolojisinde uygulanabilirliğinin gösterilmesinden sonra asıl odak, ilgili genlerin açık okuma çerçeveleri (ORF) içinde çift zincir kırığını indükleyerek, birçok türde NHEJ aracılı kalıtsal mutasyonların üretimi olmuştur. Her ne kadar CRISPR/Cas9 sisteminin etkinliği diploid bitkilerde yapılan çalışmalar ile gösterilmiş olsa da, bu sistemin poliploid ve kompleks genomlu bitkilerde uygulanmasında zorluklar bulunmaktadır.

Homolog olmayan uç bağlanması tarafından gen düzenlemesi, nükleaz eksprese eden DNA'nın geçici ya da kararlı olarak bitki hücrelerine transformasyonu ile sağlanmıştır. Yabancı DNA genoma entegre edildiğinde, modifiye edilmiş bitki jenerasyonunun ayrışmasıyla elimine edilebilir. Her iki durumda da ürün, transgenik DNA içermemesine karşın, yerel yasalara bağlı olarak, bazı ülkelerdeki mevzuatlarda, bitki üretiminin rekombinant nükleik asitleri kapsamı nedeniyle bitkiler genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle yıllar içinde, bitki hücrelerinde bölgeye özgü çift zincir kırıklarının indüksiyonu sürecinde nükleazı eksprese eden DNA'nın önlenmesi için yaklaşımlar uygulanmıştır. RNA virüslerini vektör olarak kullanmak ya da işlevsel bir nükleazı doğrudan bitki hücrelerine aktarmak üzere iki ana strateji vardır. Viral stratejinin uygulanabilirliği ilk olarak ZFN'lerin tütün ve petunya bitkilerine dolaylı geçici iletimi için tütün çingirak virüs (TRV) temelli ekspresyon sisteminin kullanılması ile gösterilmiştir. Son zamanlarda, bu teknoloji, CRISPR/Cas sistemi kullanılarak NHEJ aracılı gen düzenlemesi için de kullanılmıştır. Alternatif olarak, istenen mutasyonları elde etmek için aktif enzim molekülleri veya bunların mRNA'ları

doğrudan bitki hücrelerine transfer edilebilir. Yakın zamanda, gen hedeflemesi için, *in vitro* önceden birleştirilmiş Cas9-sgRNA RNP'ler yardımı ile DNA içermeyen teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Böylece, RNP'ler olgunlaşmamış embriyolara biyolistik yöntemiyle aktarılmış ve rejenere olan bitkiler düzenleme olaylarıyla seçilmiştir [56].

Çinko parmak nükleazlar (ZFN), TALEN ve CRISPR gibi genom düzenleme teknolojileri, bazı ülkelerin mevzuatlarında GDO tanımı kapsamına girmemektedir. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA), CRISPR/Cas9 tarafından düzenlenmiş ürünlerin ücretsiz olarak yetiştirilip satılabileceğini belirtmiştir [57]. USDA'nın düzenleme yapmadığını beyan ettiği CRISPR/Cas9 yaklaşımı ile genomu düzenlenmiş 5 ürün türü vardır. Penn State Üniversitesi'nde Dr. Yinong Yang grubu tarafından *Agaricus bisporus* polifenol oksidaz enzimini kodlayan altı genden birinin susturulması ile kararmaya dayanıklı hale getirilmiştir [58]. DuPont Pioneer tarafından amilopektinle zenginleştirilmiş mumsu mısır, amiloz yapımından sorumlu olan endojen *Wx1* geni inaktive edilerek geliştirilmiştir. *Setaria viridis*'in çiçeklenme zamanı, *ZmID1* geninin homoloğu inaktive edilerek geciktirilmiştir. Ketencik bitkisinin (*Camelina sativa*) omega-3 yağ içeriği arttırılmıştır. Soya bitkisinde (*Glycine max*) ise *Drb2a* ve *Drb2b* genleri inaktive edilerek kuraklık ve tuz stresine karşı dayanıklılık kazandırılmıştır [59]. Kanada'da onaylama sürecinin sonuna yaklaşmış toplam 12 ürün çeşidi vardır. Bununla birlikte, genomu düzenlenmiş ürünlerin yasal durumu birçok ülkede belirsizliğini korumaktadır [60].

4. Sonuçlar

Yeni nesil genom düzenleme teknolojileri, bilim insanlarına, organizmalarda istenen özellikleri tam ve hızlı bir şekilde kazandırma imkânı sağlamaktadır. CRISPR/Cas sistemi, hayvan ve bitki biyolojisi araştırmalarında bir devrim niteliğinde olup son yıllarda hedefli olarak genlerde değişiklikler yapmak için en geniş çapta kullanılan genom düzenleme teknolojisi olarak bilinmektedir. 2013 yılından bu

yana, CRISPR/Cas sistemleri sayesinde bitki genom düzenlemesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bununla birlikte, her tarımsal bitkide yeterli genom dizi bilgisinin bulunmaması CRISPR/Cas sisteminin geniş çapta uygulamalarını birçok üründe sınırlamaktadır. Tıbbi ve klinik araştırmalarla karşılaştırıldığında, bitkilerde genom düzenleme, etik konular açısından uygulamalı araştırmalar için daha uygundur. CRISPR/Cas teknolojisi, gün geçtikçe daha hassas ve verimli hale gelmektedir ve işlevsel genomik çalışmalar ile ürünlerin özelliklerinin geliştirilmesinde etkili bir araç olarak kullanılmaya devam edecektir.

5. Kaynaklar

- [1] Stadler, L. J., Mutation in barley induced by X-rays and radium. *Science*, 68(1756), (1928), 186-187.
- [2] Kuromori, T., Wada, T., Kamiya, A., Yuguchi, M., Yokouchi, T., Imura, Y., Takabe, H., Sakurai, T., Akiyama, K., Hirayama, T., Okada, K., Shinozaki, K., A trial of phenome analysis using 4000 Ds-insertional mutants in genecoding regions of *Arabidopsis*. *The Plant Journal*, 47, (2006), 640-651.
- [3] Wu, C., Li, X., Yuan, W., Chen, G., Kilian, A., Li, J., Xu, C., Li, X., Zhou, D. X., Wang, S., Zhang, Q., Development of enhancer trap lines for functional analysis of the rice genome. *The Plant Journal*, 35, (2003), 418-427.
- [4] Yang Y., Li Y., and Wu C., Genomic resources for functional analyses of the rice genome. *Current Opinion in Plant Biology*, 16, (2013), 157-63.
- [5] Herrera-Estrella, L., Depicker, A., Van Montagu, M., and Schell, J. Expression of chimaeric genes transferred into plant cells using a Ti-plasmid-derived vector. *Nature*, 303(5914), (1983), 209.
- [6] Bevan, M. W., Flavell, R. B., Chilton, M.D. A chimaeric antibiotic resistance gene as a selectable marker for plant cell transformation.. *Nature*, 304, (1983), 184-187.
- [7] Fraley, R. T., Roger, S. G., Horsch, R. B., Sanders P. S., Flick, J. S., Adams, S. P., Bittner, M. L., Brand, L. A., Fink, C. L., Fry, J. S., Galluppi, G. R., Goldberg, S. B., Hoffman, N. L. and Woo, S. C., Expression of bacterial genes in plant cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 80, (1983), 4803-4807.
- [8] Vaecck, M., Reynaerts, A., Hofte, H., Jansens, S., De Beuckeleer, M., Dean, C., Zabeau, M., Montagu, M. V., Leemans, J. ., Transgenic plants protected from insect attack. *Nature*, 328, (1987), 33-37.

- [9] Garg, A. K., Kim, J. K., Owens, T. G., Ranwala, A. P., Do Choi, Y., Kochian, L. V., and Wu, R. J., Trehalose accumulation in rice plants confers high tolerance levels to different abiotic stresses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(25), (2002), 15898-15903.
- [10] de las Mercedes Dana, M., Pintor-Toro, J. A., Cubero, B., Transgenic tobacco plants overexpressing chitinases of fungal origin show enhanced resistance to biotic and abiotic stress agents. *Plant Physiology*, 142(2), (2006), 722-730.
- [11] Knäblein, J., Plant-based expression of biopharmaceuticals, *Reviews in Cell Biology and Molecular Medicine*, (2006).
- [12] Durai, S., Mani, M., Kandavelou, K., Wu, J., Porteus, M. H., Chandrasegaran, S., Zinc finger nucleases: Custom-designed molecular scissors for genome engineering of plant and mammalian cells. *Nucleic Acids Research*, 33, (2005), 5978-5990.
- [13] Puchta, H., The repair of double-strand breaks in plants: mechanisms and consequences for genome evolution. *Journal of Experimental Botany*, 56, (2005), 1-14.
- [14] Lin, S., Staahl, B. T., Alla, R. K., and Doudna, J. A., Enhanced homology-directed human genome engineering by controlled timing of CRISPR/Cas9 delivery. *Elife*, 3, (2014), e04766.
- [15] Puchta, H., Applying CRISPR/Cas for genome engineering in plants: the best is yet to come. *Current Opinion in Plant Biology*, 36, (2017), 1-8.
- [16] Smith, J., Grizot, S., Arnould, S., Duclert, A., Epinat, J. C., Chames, P., Prieto, J., Redondo, P., Blanco, F. J., Bravo, J., Montoya, G., Pâques, F. and Duchateau, P., A combinatorial approach to create artificial homing endonucleases cleaving chosen sequences. *Nucleic Acids Research*, 34, (2006), e149,5.
- [17] D'Halluin, K., Vanderstraeten, C., Stals, E., Cornelissen, M., and Ruiters, R., Homologous recombination: a basis for targeted genome optimization in crop species such as maize. *Plant Biotechnology Journal*, 6(1), (2008), 93-102.
- [18] Gao, H., Smith, J., Yang, M., Jones, S., Djukanovic, V., Nicholson, M. G. and Lyznik, L. A. Heritable targeted mutagenesis in maize using a designed endonuclease. *The Plant Journal*, 61(1), (2010), 176-187.
- [19] Rinaldo, A. R., and Ayliffe, M., Gene targeting and editing in crop plants: a new era of precision opportunities. *Molecular Breeding*, 35(1), (2015), 40.
- [20] Lloyd, A., Plaisier, C. L., Carroll, D., and Drews, G. N., Targeted mutagenesis using zinc-finger nucleases in *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, (2005), 2232-2237.
- [21] Zhang, F., Maeder, M. L., Unger-Wallace, E., Hoshaw, J. P., Reyon, D., Christian, M., Li, X., Pierick, C. J., Dobbs, D., Peterson, T., Joung, J. K., Voytas, D. F., High frequency targeted mutagenesis in *Arabidopsis thaliana* using

- zinc finger nucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, (2010), 12028-12033.
- [22] Zhang, F., Voytas, D. F., Targeted mutagenesis in Arabidopsis using zinc-finger nucleases. In *Plant Chromosome Engineering*, Humana Press, (pp. 167-177), (2011), Totowa, NJ.
- [23] Petolino, J. F., Genome editing in plants via designed zinc finger nucleases. In *Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 51, (2015), 1-8.
- [24] Kumar, S., AlAbed, D., Worden, A., Novak, S., Wu, H., Ausmus, C., Beck, M., Robinson, H., Minicks, T., Hemingway, D., Lee, R., Skaggs, N., Wang, L., Marri, P., Gupta, M., A modular gene targeting system for sequential transgene stacking in plants. *Journal of Biotechnology*, 207, (2015), 12-20.
- [25] Samanta, M. K., Dey, A., and Gayen, S., CRISPR/Cas9: an advanced tool for editing plant genomes. *Transgenic Research*, 25(5), (2016), 561-573.
- [26] Boch, J., Scholze, H., Schornack, S., Landgraf, A., Hahn, S., Kay, S., Lahaye, T., Nickstadt, A., and Bonas, U., Breaking the code of DNA binding specificity of TAL-type III effectors. *Science*, 326, (2009), 1509-1512.
- [27] Sun, N., and Zhao, H., A single-chain TALEN architecture for genome engineering. *Molecular BioSystems*, 10(3), (2014), 446-453.
- [28] Cermak, T., Doyle, E. L., Christian, M., Wang, L., Zhang, Y., Schmidt, C., Baller, J. A., Somia, N. V., Bogdanove, A. J. and Voytas, D. F., Efficient design and assembly of custom TALEN and other TAL effector based constructs for DNA targeting. *Nucleic Acids Research*, 39, (2011), 82.
- [29] Li, T., Liu, B., Spalding, M. H., Weeks, D. P., and Yang, B., High-efficiency TALEN-based gene editing produces disease-resistant rice. *Nature Biotechnology*, 30, (2012), 390-392.
- [30] Zhang, Y., Zhang, F., Li, X., Baller, J. A., Qi, Y., Starker, C. G., Bogdanove, A. J., Voytas, D. F., Transcription activator-like effector nucleases enable efficient plant genome engineering. *Plant Physiology*, 161, (2013), 20-27.
- [31] Shan, Q., Wang, Y., Chen, K., Liang, Z., Li, J., Zhang, Y., Zhang, K., Liu, J., Voytas, D. F., Zheng, X., Zhang, Y., Gao C., Rapid and efficient gene modification in rice and *Brachypodium* using TALENs. *Molecular Plant*, 6, (2013), 1365-1368.
- [32] Wendt, T., Holm, P. B., Starker, C. G., et al., TAL effector nucleases induce mutations at a pre-selected location in the genome of primary barley transformants. *Plant Molecular Biology*, 83 (2013), 279-285.
- [33] Char, S. N., Unger-Wallace, E., Frame, B., Briggs, S. A., Main, M., Spalding, M. H., Vollbrecht, E., Wang, K., Yang, B., Heritable site-specific mutagenesis using TALENs in maize. *Plant Biotechnol Journal*, 13, (2015), 1002-1010.

- [34] Ishino, Y., Shinagawa, H., Makino, K., Amemura, M. and Nakata, A., Nucleotide sequence of the *iap* gene, responsible for alkaline phosphatase isozyme conversion in *Escherichia coli*, and identification of the gene product. *Journal of Bacteriology*, 169, (1987), 5429-5433.
- [35] Nakata, A., Amemura, M., and Makino, K., Unusual nucleotide arrangement with repeated sequences in the *Escherichia coli* K-12 chromosome. *Journal of Bacteriology*, 171, (1989), 3553-3556.
- [36] Hermans, P. W. van Soolingen, D., Bik, E. M., de Haas, P. E., Dale, J. W., van Embden, J. D., Insertion element IS987 from *Mycobacterium bovis* BCG is located in a hot-spot integration region for insertion elements in *Mycobacterium tuberculosis* complex strains. *Infection and Immunity*, 59, (1991), 2695-2705.
- [37] Mojica, F. J., Ferrer, C., Juez, G. and Rodriguez-Valera, F., Long stretches of short tandem repeats are present in the largest replicons of the Archaea *Haloferax mediterranei* and *Haloferax volcanii* and could be involved in replicon partitioning. *Molecular Microbiology*, 17,(1995), 85-93.
- [38] Masepohl, B., Gorlitz, K. and Bohme, H., Long tandemly repeated repetitive (LTRR) sequences in the filamentous cyanobacterium *Anabaena* sp. PCC 7120. *Biochim. Biophys. Acta* 1307, (1996), 26-30.
- [39] Hoe, N., Nakashima, K., Grigsby D., Pan, X., Dou, S. J., Naidich, S., Garcia M., Kahn E., Bergmire-Sweat, D, and Musser, J. M., Rapid molecular genetic subtyping of serotype M1 group A *Streptococcus* strains. *Emerging Infectious Diseases journal*, 5, (1999), 254-263.
- [40] Jansen, R., Embden, J. D., Gaastra, W. and Schouls, L. M. Identification of genes that are associated with DNA repeats in prokaryotes. *Molecular Microbiology*, 43, (2002), 1565-1575.
- [41] Pourcel, C., Salvignol, G., and Vergnaud, G., CRISPR elements in *Yersinia pestis* acquire new repeats by preferential uptake of bacteriophage DNA, and provide additional tools for evolutionary studies. *Microbiology*, 151, (2005), 653-663.
- [42] Bolotin, A., Quinquis, B., Sorokin, A., and Ehrlich, S.D., Clustered regularly interspaced short palindrome repeats (CRISPRs) have spacers of extrachromosomal origin. *Microbiology*, 151, (2005), 2551-2561.
- [43] Mojica, F.J., Dí'ez-Villasen~ or, C., Garcí'a-Martí'nez, J., and Soria, E., Intervening sequences of regularly spaced prokaryotic repeats derive from foreign genetic elements. *Journal of Molecular Evolution*, 60, (2005), 174-182.
- [44] Amitai, G., and Sorek, R., CRISPR-Cas adaptation: insights into the mechanism of action. *Nature Reviews Microbiology* 14(2), (2016), 67.
- [45] McGinn, J., and Marraffini, L. A., Molecular mechanisms of CRISPR-Cas spacer acquisition. *Nature Reviews Microbiology*, 1, 2018.

- [46] Ka, D., Jang, D. M., Han, B. W., and Bae, E., Molecular organization of the type II-A CRISPR adaptation module and its interaction with Cas9 via Csn2. *Nucleic Acids Research*, 46(18),(2018), 9805-9815.
- [47] Scheben, A., Wolter, F., Batley, J., Puchta, H., and Edwards, D., Towards CRISPR/Cas crops—bringing together genomics and genome editing. *New Phytologist*, 216(3), (2017), 682-698.
- [48] Jung, C., Capistrano-Gossmann, G., Braatz, J., Sashidhar, N., and Melzer, S., Recent developments in genome editing and applications in plant breeding. *Plant Breeding*, 137(1),(2018), 1-9.
- [49] Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A., and Charpentier, E., A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science*, 337,(2012), 816-821.
- [50] Li, J-F, Norville, J, E., Aach, J., McCormack, M., Zhang, D., Bush, J., Church, G. M., Sheen, J., Multiplex and homologous recombination-mediated genome editing in *Arabidopsis* and *Nicotiana benthamiana* using guide RNA and Cas9. *Nature Biotechnology*, 31, (2013), 688-691.
- [51] Nekrasov, V., Staskawicz, B., Weigel, D., Jones, J. D. G., Kamoun, S. Targeted mutagenesis in the model plant *Nicotiana benthamiana* using Cas9 RNA-guided endonuclease. *Nature Biotechnology*, 31, (2013), 691-693.
- [52] Shan Q., Wang, Y., Li, J., Zhang, Y., Cheni K., Liang, Z., Zhang, K., Liu, J., Xi J. J., Qiu, J. L., Gao, C., Targeted genome modification of crop plants using a CRISPR-Cas system. *Nature Biotechnology*, 31, (2013), 686-688.
- [53] Jung, C., Capistrano-Gossmann, G., Braatz, J., Sashidhar, N., Melzer, S., Recent developments in genome editing and applications in plant breeding. *Plant Breeding*, (2017), 1-9.
- [54] Altpeter, F., Springer, N. M., Bartley, L. E., Blechl, A., Brutnell, T. P., Citovsky, V., Lemaux, P. G., Advancing crop transformation in the era of genome editing. *The Plant Cell*, (2016), tpc-00196.
- [55] Ricroch, A., Clairand, P., and Harwood, W., Use of CRISPR systems in plant genome editing: toward new opportunities in agriculture. *Emerging Topics in Life Sciences*, 1(2), (2017), 169-182.
- [56] Woo, J. W., Kim, J., Il Kwon, S., Corvalan, C., Cho, S. W., Kim, H., Kim, J. S., DNA-free genome editing in plants with preassembled CRISPR-Cas9 ribonucleoproteins. *Nature Biotechnology*, 33, (2015), 1162-U156
- [57] Waltz, E., Gene-edited CRISPR mushroom escapes US regulation. *Nature*, 532, (2016), 293.
- [58] Waltz, E., With a free pass, CRISPR-edited plants reach market in record time. *Nature Biotechnology*, 36, (2018), 6–7.

- [59] Jaganathan, D., Ramasamy, K., Sellamuthu, G., Jayabalan, S., and Venkataraman, G., CRISPR for crop improvement: An update review. *Frontiers in plant science*, (2018), 9.
- [60] Scheben, A., and Edwards, D., Bottlenecks for genome-edited crops on the road from lab to farm. *Genome biology*, 19(1), (2018), 178.

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^{1*}, İkinci YAZAR², Üçüncü YAZAR¹

¹Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

²Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

*Sorumlu Yazar e mail: xxx@xxx.xxx

Geliş Tarihi: XX.XX.20XX

Kabul Tarihi: XX.XX.20XX

Atf/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, 2/1: 137-142

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 Türkçelerin 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 İngilizcelerin 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 ilkelere ışığı altında önceki verilerle karşılaştırılarak irdelenmelidir. İstenilmesi halinde, elde edilen bulgular ve bunların irdelenmesi **Bulgular 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: fd@halic.edu.tr

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

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

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

Tel: +90 212 924 24 44