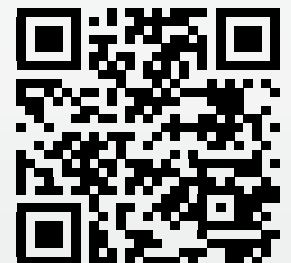


IJIEA



INTERNATIONAL JOURNAL OF
INNOVATIVE ENGINEERING APPLICATIONS



Editor-in-Chief

Prof. Dr. Niyazi ÖZDEMİR

Prof. Dr. Hikmet ESEN

Executive Editor-in-Chief

Prof. Dr. Messaoud SAIDANI

Prof. Dr. Niyazi BULUT

Prof. Dr. Kemal LEBLEBİCİOĞLU

Asst. Prof. Dr. Salwa BOUADILA

Editorial Secretary / Layout Editor

Res. Asst. Abdullah KAPICIOĞLU

Associate Editor

Prof. Dr. Engin AVCI

Assoc. Prof. Dr. Özge HANAY

Prof. Dr. Oğuzhan KELEŞTEMUR

Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN

Prof. Dr. Bahar DEMİREL

Assoc. Prof. Dr. Ulaş ÇAYDAŞ

Assoc. Prof. Dr. Resul COTELİ

Assoc. Prof. Dr. Murat GÖKÇEK

Asst. Prof. Dr. G. Tuna KELEŞTEMUR

Editorial Office

Prof. Dr. Hakan ÖZTOP

Assoc. Prof. Dr. Muhammet KARATON

Assoc. Prof. Dr. Ali Kaya GÜR

Dr. Mert GÜRTÜRK

Assoc. Prof. Dr. İnanç ÖZGEN

Dr. Türker TUNCER

Secretariat

Instructor Habip ŞAHİN

Res. Assist. Cihangir KALE

International Journal of Innovative Engineering Applications is published June and December.

Adress for the manuscripts and correspondence:

Uluslararası Yenilikçi Mühendislik Uygulamaları Dergisi
Fırat Üniversitesi Kampüsü Teknoloji Fakültesi Merkez –Elazığ
Tel: +90 424 237 0000/ Ext.7655
e-mail: ijieatr@gmail.com

ISSN: 2587-1943

Elazığ-2017

KABİN MEMURU YÖNETİM SİSTEMİ MOBİL UYGULAMASI

Ali Güneş 1, İrem Çevik 2

Original scientific paper

Mobil teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, mobil uygulama kullanım düzeyini arttırmaktadır. Mobil uygulamalar, hayatın her alanında kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarından biri de havacılık sektörüdür. Bu çalışmada kabin personelinin aylık uçuş planlama bilgi sistemine yönelik bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Uygulama, Android işletim sistemine uygun bir biçimde geliştirilmiştir. Ayrıca mobil uygulama geliştirilirken server-side işlemler için PHP ve veritabanı olarak MySQL tercih edilmiştir. Geliştirilen mobil uygulamada Profil, Tebliğlerim, Uçuş planı, Uçuşlarım, Diyet ve Seyir Defteri olmak üzere altı ana modül bulunmaktadır. Her modülün kendi içerisinde alt modülleri yer almaktadır. Modüller içeriklerine uygun simge ve renklendirme ile birlikte modül isimleri listelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mobil uygulama, kabin personeli, havacılık, android

1 Giriş

Dizüstü bilgisayarlar, tabletler ve akıllı telefonlar insanların çalışma biçimini, birbirleriyle etkileşim kurma biçimini ve hatta nasıl düşündüklerini dramatik biçimde değişime uğratmıştır. [1]. İlk dönem mobil cihazlar sadece e-posta hizmetlerine odaklanmış olmasına rağmen teknolojiye gelişmeler mobil cihazlarında yeteneklerini geliştirmiştir [2]. Dünya genelinde mobil cihazların kullanımının artması, nete erişebilen cihaz sayısının tahmin edilenden fazla olması, web teknolojilerinin geleceğinin kesinlikle mobil olduğunu göstermektedir [3]. Kablosuz teknolojilerdeki sürekli gelişmeler, cep telefonları, tabletler gibi mobil teknolojilerin yaygın kullanımı, mobil teknolojilerin donanım ve yazılım yeteneklerinin gelişmesi ve daha düşük maliyetlerle mobil teknolojilere erişim imkanının artması nedeniyle son yıllarda çok sayıda mobil uygulama geliştirilmektedir [4,5]. Mobil uygulama, mobil teknolojilerde kullanılan yazılım sistemleri olarak tanımlanabilir (Zhang& Adipat, 2005). Mobil uygulama geliştirmek için Java, Open C, Python, Flash Lite, XHTML / CSS, JavaScript ve Mobil Ajax gibi programlar kullanılabilir [6,7]. Mobil uygulama için birçok programın kullanılması, gelecekte daha karmaşık, zengin, kullanışlı ve işlevsel mobil uygulamalarına talebin artmasını sağlayacaktır [3]. Mobil cihazlar ve uygulamalar, taşınabilirlik, konum bilinci ve erişilebilirlik açısından kullanıcılarına önemli avantajlar sağlar [4]. Bu nedenle birçok işletme rekabet avantajı yakalamak için mobil uygulamaları kullanmaktadırlar [5]. Mobil uygulama kullanılan alanlarından biri de havacılık sektörüdür. Bu çalışmada kabin personelinin aylık uçuş planlama bilgi sistemine yönelik bir mobil uygulama geliştirilmiştir.

2 Kabin Personeli Yönetim Sistemi Mobil Uygulaması

Kabin personeli yönetim sistemi, havacılık sektöründe çalışan kabin personeline yönelik geliştirilmiş aylık uçuş planlama bilgi sistemidir. Kabin personeline mobil uygulama aracılığıyla ulaşılabilmektedir. Geliştirilen mobil uygulama ile kabin personeline güvenilir, hızlı erişim imkanı tanıyan, motivasyonu arttıran, anlık ve kolay bir hizmet sunulmaktadır. Mobil

uygulama içerisinde kabin personelinin kişisel bilgilerini, uçuş planını, uçuş planında yapılan değişiklikler için yapılan tebliğleri, görev aldığı uçuşları, yer görevlerini, seyir defterini, diyet ve spor programlarını kapsayan birçok öğeyi barındırmaktadır. Uygulama geliştirilirken, Android işletim sistemine uygun bir biçimde geliştirilmiştir. Ayrıca mobil uygulama geliştirilirken server-side işlemler için PHP ve veritabanı olarak MySQL tercih edilmiştir.

2.1 Giriş Ekranı:

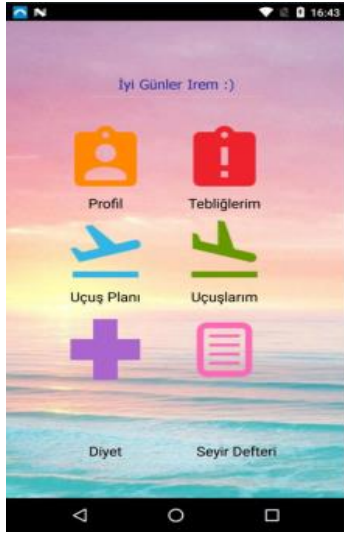
Mobil uygulamanın, ilk aşamasında sistem kurulumu ve sisteme giriş yapılması gerekmektedir. Kullanıcı hesapları, uygulamayı çalışanlarının kullanımına sunan kurum tarafından kabin memurları adına yetkili kişilerce açılmaktadır. Mobil uygulamaya girişler e-posta ve şifre ile yapılmaktadır. Uygulamaya giriş yapıldığında günün saatlerine göre (sabah, öğle, akşam, gece) kullanıcıya ismiyle hitap edilerek ve kullanıcının motivasyonunu arttıracak simge ile giriş mesajı ekrana gelmektedir.

Uygulamada yer alan modüller Profil, Tebliğlerim, Uçuş planı, Uçuşlarım, Diyet ve Seyir Defteri olmak üzere altı ana başlıkta toplanmıştır. Her modülün kendi içerisinde alt menüleri bulunmaktadır. Modüller içeriklerine uygun simge ve renklendirme ile birlikte modül isimleri listelenmiştir. Kullanıcı ulaşmak istediği modüle, altında başlığı yazan görseli tıklayarak ulaşabilmektedir. Resim 1'de mobil uygulamada yer alan modül ekran görüntüsü yer almaktadır.

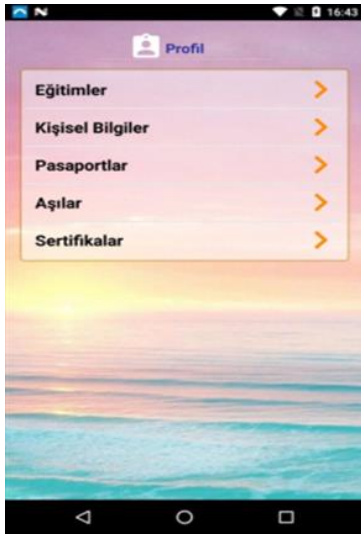
2.2 Profil Modülü:

Kabin personelinin temel profil bilgileri Eğitimler, Kişisel Bilgiler, Pasaportlar, Aşılar ve Sertifikalar olmak üzere beş başlıkta toplanmış ve açılır kapanır liste ile sunulmuştur. Kolay erişim ve kategorize edilmiş listeleme biçimi sayesinde kullanıcıya hızlı ve anlaşılır sadelikte tasarım sunulmuştur. Resim 2'de Profil modülü ekran görüntüsü yer almaktadır. Profil modülünün alt modülü olan Eğitimler modülünde, Kabin personelinin, mesleki yeterliliğini gösteren ve başarılı olduğu eğitimler bu bölümde yer almaktadır. Son geçerlilik tarihi yaklaşan

eğitimler, farklı renkte listelenerek kullanıcının dikkatini çekilmek amaçlanmaktadır.



Resim 1: Kabin personeli Yönetim Sistemi Modül Ekran Görüntüsü



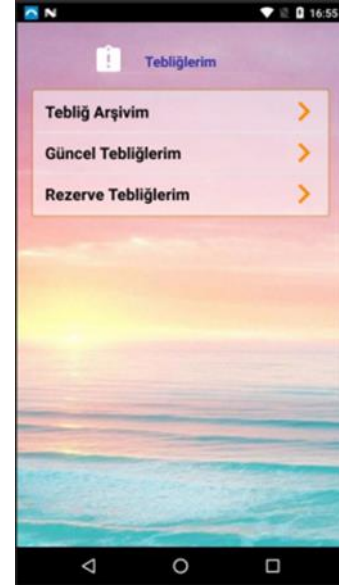
Resim 2: Kabin Personeli Yönetim Sistemi Profil Modül Ekran Görüntüsü

Kişisel Bilgiler alt modülünde, kabin personelinin, kişisel ve mesleki temel bilgileri yer almaktadır. Pasaportlar alt modülünde, sahip olduğu pasaportlar bu bölümde gösterilerek son geçerlilik tarihi yaklaşan pasaportlar farklı renkte listelenmektedir. Aşılar alt modülünde, kabin personelinin uçuş için yaptırmak zorunda olduğu aşılar yer almaktadır ve son geçerlilik tarihi yaklaşan aşılar farklı renkte listelenmektedir. Sertifikalar alt modülünde ise kabin personelinin sahip olduğu sertifikalar bu bölümde gösterilmektedir. Son geçerlilik tarihi yaklaşan sertifikalar farklı renkte listelenerek kullanıcının dikkati çekilmek amaçlanmaktadır.

2.3 Tebliğlerim Modülü:

Kabin personelinin planlanan uçuş programında yapılan değişiklikler ve yeni planlamalar bu bölümde kurum tarafından kullanıcıya bildirilir. Tebliğlerim

modülü Tebliğ Arşivim, Güncel Tebliğlerim ve Rezerve Tebliğlerim olmak üzere üç başlıkta toplanmış ve açılır kapanır liste ile sunulmuştur. Kolay erişim ve kategorize edilmiş listeleme biçimi sayesinde kullanıcıya hızlı ve anlaşılır sadelikte tasarım sunulmuştur. Resim 3'te Tebliğlerim modülü ekran görüntüsü yer almaktadır.



Resim 3: Kabin Personeli Yönetim Sistemi Profil Modül Ekran Görüntüsü

Tebliğ Arşivim alt modülünde, kabin personelinin aylık programında yapılan geçmiş aylardaki değişiklikler yer almaktadır. Güncel Tebliğlerim alt modülünde, kabin personelinin içinde bulunulan aydaki aylık programında yapılan değişiklikler bu bölümde gösterilmektedir. Rezerve Tebliğlerim alt modülünde ise kabin personelinin aylık programında bulunan yer görevlerinde yapılan geçmiş aylardaki değişiklikler yer almaktadır.

2.4 Uçuş Planı Modülü:

Uçuş planı modülünde Karşılama Mesajları, Arama Formu, Aylık Program, Yer Görevleri, Uçuş Görevi Bilgisi, Uçuş Ekibi alt modülleri yer almaktadır.

Uçuş modülünde Karşılama Mesajı1, Karşılama Mesajı 2 ve Karşılama Mesajı 3 olmak üzere üç farklı mesaj kullanıcıya gösterilmektedir. Karşılama Mesajı 1'de personelinin, aylık programında yer alan bir sonraki uçuşa kalan süre gösterilmektedir. Karşılama Mesajı 2'de kabin personelinin, aylık programında yer alan uçuştan sonra kullanıcının, görevinin bittiğini ifade eden "*Göreviniz Bitti, İyi İstirahatlar*" mesajı gösterilmektedir. Karşılama Mesajı 3'te ise kabin personelinin aylık programında yer alan uçuş görevinin başladığını ifade eden "*İyi Uçuşlar*" mesajı gösterilmektedir.

Uçuş modülünün alt modülü olan Arama Formu modülünde, kabin personelinin aylık programını görüntülemek istediği ay ve yıl seçimini yapmasını sağlayan takvim Arama Formu bölümünde yer almaktadır. Aylık Program alt modülünde, kabin personelinin aylık programı, görev koduna göre renklendirilerek bu bölümde gösterilmektedir. Yer görevleri alt modülünde, rezerve görevler ve uçuş

görevleri farklı formatta listelenerek kullanıcının dikkatini çekmek amaçlanmaktadır. Uçuş modülünün alt modülü olan Yer Görevleri modülünde aylık programda yer alan yer görevinin detayları; aktivite kodu, başlangıç, bitiş, görev yeri ve izin durumu yer almaktadır. Uçuş Görevi Bilgisi alt modülünde aylık programda yer alan uçuş görevinin detayları bu bölümde gösterilmektedir. Ayrıca uçuş ekibi bilgisi için bağlantı sunulmaktadır. Uçuş Ekibi alt modülünde ise uçuş görevinde yer alan kabin memurları bu bölümde fotoğraflarıyla birlikte yer almaktadır.

2.5 Uçuşlarım Modülü:

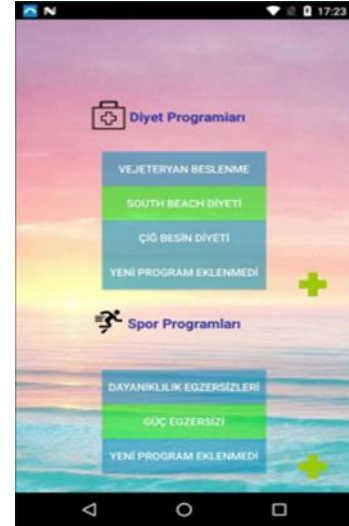
Uçuşlarım modülünde Arama Formu, Geçmiş Aylık Program, Yer Görevleri, Uçuş Görevi Bilgisi ve Uçuş Ekibi alt modülleri yer almaktadır.

Arama Formu alt modülünde kabin personelinin, geçmiş aylardaki aylık programını görüntülemek amacıyla istediği ay ve yıl seçimini yapmasını sağlayan takvim yer almaktadır. Uçuşlarım modülünde yer alan Geçmiş Aylık Program alt modülünde, kabin personelinin geçmiş aylık programı, görev koduna göre renklendirilerek gösterilmektedir. Yer görevleri, rezerve görevler ve uçuş görevleri farklı formatta listelenerek kullanıcıya sunulmaktadır. Yer Görevleri alt modülünde, geçmiş aylık programda yer alan yer görevinin detayları; aktivite kodu, başlangıç tarihi, bitiş tarihi, görev yeri ve izin durumu gösterilmektedir. Uçuş Görevi Bilgisi alt modülünde Geçmiş aylık programda yer alan uçuş görevinin mesai başlangıç tarihi, mesai bitiş tarihi, uçuş tipi, uçuş süresi, görev süresi, mesai dinlenme süresi gibi detaylar yer almaktadır. Ayrıca uçuş ekibi bilgisi için bağlantı sunulmaktadır. Uçuş Ekibi alt modülünde ise gerçekleştirilen uçuş görevinde yer alan kabin personelleri bu bölümde fotoğraflarıyla birlikte gösterilmektedir.

2.6 Diyet Modülü:

Kullanıcının, beslenme planını takip edebileceği, diyet programları ve spor aktivitelerini planlayabileceği spor programları bu bölümde gösterilmektedir. Tercih edilen programlar farklı renkte listelenmiştir. Ayrıca kullanıcının, yeni diyet ve spor programı eklemesini sağlayan form bağlantısına yer verilmiştir. Resim 4'te Diyet Modülü - Giriş Ekranı ekran görüntüsü yer almaktadır.

Diyet Modülünün altında; Diyet Programları alt modülü yer almaktadır ve bu modülde Aktif Program, Program Detayı ve Yeni Program Formu modülleri bulunmaktadır. Aktif Program modülünde, kullanıcının seçmiş olduğu diyet programının tanıtımı ve günün o saatinde tüketilebileceği besinlerin listesi yer almaktadır. Program Detayı alt modülünde, kullanıcının seçmiş olduğu diyet programına ait günlük tüketilecek besin listesi gösterilmektedir. Resim XX'te Diyet Modülü - Diyet Programları - Program Detayı ekran görüntüsü yer almaktadır. Yeni Program Formu alt modülünde ise kullanıcının yeni diyet programını tanımlamasını sağlayacak form bu bölümde yer almaktadır. Kullanıcı yeni diyet programı bilgilerini bu ekrana tanımlayabilmektedir.



Resim 4: Kabin Personeli Yönetim Sistemi Diyet Modülü Ekran Görüntüsü

Diyet Modülünün altında; Spor Programları alt modülü yer almaktadır ve bu modülde Aktif Program, Program Detayı ve Yeni Program Formu modülleri bulunmaktadır. Aktif Program alt modülünde kullanıcının seçmiş olduğu spor programının tanıtımı ve günün o saatinde yapılacak aktivitelerin listesi gösterilmektedir. Program Detayı alt modülünde kullanıcının seçmiş olduğu spor programına ait günlük yapılacak aktivite listesi yer almaktadır. Yeni Program Formu alt modülünde ise kullanıcının yeni spor programını tanımlamasını sağlayacak form bulunmaktadır. Kullanıcı istediği spor programını bu forma tanımlayabilmektedir.

2.7 Seyir Defteri Modülü:

Seyir Defteri modülünde, Yeni Kayıt Formu ve Seyir Günlükleri alt modülleri yer almaktadır. Yeni Kayıt Formu alt modülünde kullanıcının, gerçekleştirdiği görevlerden elde ettiği deneyimleri not almasını sağlayan seyir defteri formu bu bölümde gösterilmektedir. Ayrıca kullanıcının, daha önce kaydettiği seyir günlükleri bağlantısına bulunmaktadır. Seyir Günlükleri alt modülünde ise kullanıcının, seyir defterine kaydettiği notlar bu bölümde listelenmektedir. Kullanıcı istediği zaman geçmiş notlarına erişebilmektedir.

3 Sonuç

Mobil teknolojilerin yaygınlaşması, mobil uygulamalara karşı ilgiyi arttırmaktadır. Bu çalışmada kabin personelinin aylık uçuş planlama bilgi sistemine yönelik bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen mobil uygulama ile kabin personeline güvenilir, hızlı erişim imkanı tanıyan, motivasyonu arttıran, anlık ve kolay bir hizmet sunulmaktadır. Uygulama android işletim sistemine uygun bir biçimde geliştirilmiştir ve server-side işlemler için PHP, veritabanı olarak MySQL tercih edilmiştir. Uygulama geliştirilirken odak grup görüşmeleri yapılarak kabin personelinin ihtiyacına uygun bir mobil uygulama olmasına özen gösterilmiştir. Odak görüşmeler doğrultusunda mobil uygulamada

iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen mobil uygulamada Profil, Tebliğlerim, Uçuş planı, Uçuşlarım, Diyet ve Seyir Defteri olmak üzere altı ana modül bulunmaktadır. Her modülün kendi içerisinde alt modülleri yer almaktadır. Modüller içeriklerine uygun simge ve renklendirme ile birlikte modül isimleri listelenmiştir. Geliştirilen mobil uygulamanın kullanıcı hesapları yetkili kişiler tarafından gerçekleştirilmektedir. Mobil uygulamaya girişler e-posta ve şifre ile yapılmaktadır. Mobil uygulamada Profil modülü, Eğitimler, Kişisel Bilgiler, Pasaportlar, Aşılar ve Sertifikalar olmak üzere beş başlıkta toplanmış ve açılır kapanır liste ile sunulmuştur. Tebliğlerim modülü Tebliğ Arşivim, Güncel Tebliğlerim ve Rezerve Tebliğlerim olmak üzere üç başlıkta toplanmıştır. Uçuş planı modülünde Karşılama Mesajları, Arama Formu, Aylık Program, Yer Görevleri, Uçuş Görevi Bilgisi, Uçuş Ekibi alt modülleri yer almaktadır. Uçuşlarım modülü, Arama Formu, Geçmiş Aylık Program, Yer Görevleri, Uçuş Görevi Bilgisi ve Uçuş Ekibi beş başlıkta sunulmuştur. Diyet modülünde kullanıcının beslenme programını ve spor aktivitelerini planlayacağı alt modüllerin yer almaktadır. Seyir Defteri modülünde ise gerçekleştirdiği görevlerden elde ettiği deneyimleri not edeceği alt modüller kullanıcıya sunulmaktadır.

Bu çalışmada, kabin personelinin ihtiyaçlarına karşılayabilecek ve motivasyonunu arttıracak bir mobil uygulama geliştirilmiştir

5 Kaynaklar

- [1] Sturm, R., Pollard, C., & Craig, J., (2017). Chapter 6: Management of Mobile Applications. Application Performance Management (APM) in the Digital Enterprise, Pages 71-82
- [2] Charland, A., & Leroux, B. (2011). Mobile application development: web vs. native. Communications of the ACM, 54(5), 49-53.
- [3] Amalfitano, D., Fasolino, A. R., & Tramontana, P. (2011, March). A gui crawling-based technique for android mobile application testing. In Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW), 2011 IEEE Fourth International Conference on (pp. 252-261). IEEE.
- [4] Nayebe, F., Desharnais, J. M., & Abran, A. (2012, April). The state of the art of mobile application usability evaluation. In Electrical & Computer Engineering (CCECE), 2012 25th IEEE Canadian Conference on (pp. 1-4). IEEE.
- [5] Zhang, D., & Adipat, B. (2005). Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. International journal of human-computer interaction, 18(3), 293-308.
- [6] Gavalas, D., & Economou, D. (2011). Development platforms for mobile applications: Status and trends. IEEE software, 28(1), 77-86.
- [7] Sharma, R. (2012). Development Platforms for Mobile Applications: Status and Trends. International Journal of Computers & Technology, 3(1), 51-63.

Authors' addresses

Gunes, Ali¹, Professor

Head of Computer Engineer Department at Istanbul Aydın University
aligunes@aydin.edu.tr

İrem Çevik², Flight Attendant (Corresponding Author)

Turkish Airlines
cevik.irem1@gmail.com

ACHIEVING 2050 DECARBONISATION TARGET OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY IN EUROPE: A MULTI-LEVEL ANALYSIS

Fatih M. Özel ¹

Original Scientific Paper

The European Union (EU) aims to reduce overall CO₂ emissions at least 80% by 2050. For road transport, this involves at least a 95% reduction target for 2050, compared to 1990 levels. Most commentators argue that achieving this target requires a transition from internal combustion engine vehicles (ICEVs) to battery electric vehicles (BEVs). Nevertheless, this entails substantial changes in the automotive value chain, which will not be motivated by single factors. To support the automotive sector responding the aforementioned target, the factors limiting the new technology in the sector was analyzed and challenged by applying the socio-technical transition theory to the automotive system and examining the existing requirements of critical actors. It was found that a technical change might be possible with an industrial structure favoring the production and consumption of BEVs. However, to achieve that, BEV technologies that are developed in niches by established companies and new entrants need to be further developed and prescriptive policy instruments need to be implemented in a timely manner. Some helpful strategies were also identified and discussed for satisfying the needs of governments, carmakers and small and medium sized enterprises.

Keywords: *European automotive sector; 2050 CO₂ target; socio-technical transitions; battery electric vehicle; sustainable mobility*

1 Introduction

The Earth has experienced an altering climate since the beginning of time. However, during the last century, human activity has resulted in important climate change over a moderately short time period. The term “global warming” is well recognized in literature and describes the measured increase in the World’s average temperature. This is caused by the build-up of key greenhouse gases (GHG) in the atmosphere accumulated from incessant combustion of fossil fuels and land-use changes over the 20th century [1].

As a response, numerous governments have signed the Kyoto Protocol of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) that was held in Rio de Janeiro from 3 to 14 June 1992 [2] and they have agreed that global warming has to be limited to below 2°C compared to the average temperature in pre-industrial times to prevent the most severe impacts of climate change [3]. The Kyoto protocol, an international agreement under UNFCCC, was also adopted in Kyoto, Japan, on 11 December 1997 and entered into force on 16 February 2005.

Since oil is the dominant fuel source for transportation with road transport accounting for 75% of total energy use by the transport sector, transport in particular road transport is a major contributor to GHG emissions [4]. For the European Union (EU), transport was responsible for approximately 25% of the GHG emissions in 2012. Road transport alone contributed nearly 20% of the EU’s total emissions of CO₂, the main GHG [5]. The transport sector is also susceptible to oil supply disruption and price instability [6].

In response, and also to comply with its commitments under the Kyoto Protocol, the EU aims to reduce overall CO₂ emissions by 20% by 2020 and by at least 80% by 2050 [7]. For transport, this involves at least a 60% reduction target for 2050, compared to 1990 levels [8]. Achieving at least 80% decarbonisation overall by 2050 also translates into at least 95% decarbonisation of the road transport sector compared to 1990 levels [9]. Most

commentators believe that achieving this target requires a transition from internal combustion engine vehicles (ICEVs) to battery electric vehicles (BEVs) [10-16]. However, such transition is very challenging as it demands fundamental changes in the whole automotive value chain [17-26], which will not be motivated by single factors [22, 27, 28].

This paper aims to analyze factors limiting the technical transition from ICEV to BEV in the automotive sector in Europe and develop multifaceted strategies to challenge these factors in order to support the sector responding the 2050 CO₂ emission reduction challenge.

To this end this paper proceeds in the following fashion. In section two, consideration is given to technological alternatives and in particular to the need for a transition from ICEVs to BEVs for achieving 2050 decarbonisation target. In section three, socio-technical transition theory is discussed and applied to the automotive industry to understand and theoretically elaborate the critical factors and actors for achieving technical transition. Thereupon, existing significant challenges faced by these actors are examined in section four. In section 5, corresponding strategies are presented to overcome these challenges. Finally, in section 6, some brief conclusions are given with respect to the study undertaken.

2 Technological Alternatives to Reduce Carbon Emissions from Automobiles

The automotive industry is currently dominated by the ICEVs which use petroleum gasoline or diesel fuel with two types of engine: spark-ignition for gasoline, liquid petroleum gas and natural gas; and compression-ignition for diesel fuel. Diesel engines are thought to be approximately 25-30% more energy efficient [4]. However, ICEVs are largely inefficient since 14-30% of the energy contained in a litre of fuel is used to drive an ICEV depending on different driving conditions. The rest of the energy is lost to internal combustion engine (ICE)

and driveline inefficiencies or used to power accessories [29].

A significant potential therefore exists for increasing the efficiency of ICEVs with overall vehicle improvements and ICE improvements. The EU's 2050 target, which implies 95% decarbonisation of the road transport sector compared to 1990 levels [9], also translates into a CO₂ emission target of 10 gCO₂/km for the average of new cars sold by 2050 [30]. However, the lowest CO₂ rates that can be achieved with fossil fueled ICE powertrains are thought to be 80-90 gCO₂/km for the best diesel ICEVs. To increase the efficiency above this limit necessitates electrification and/or biofuels [31]. As there are concerns regarding the environmental impact of biofuels such as overall increase in the GHG emissions due to the production of biofuels and land use changes [32], most authors now express that electric propulsion or electric mobility represents the most viable short-term solution for the sustainability needs of automotive industry [10-16].

Electric propulsion is a technological alternative to the ICE. Vehicles that use the electric propulsion technologies are described as electric vehicles (EVs). Different types of EVs including hybrid vehicles (HEVs), plug-in hybrid vehicles (PHEVs), range-extended electric vehicles (REEVs), fuel cell electric vehicles (FCEVs) and BEVs have been recently designed with the aim of solving pollution problems caused by the emission of ICEV. The prefixes to "EV" recognize the differences in the primary propulsion, primary energy storage units and drive train configurations.

However, it is not possible to reduce emissions below 60 gCO₂/km with the best diesel hybrid vehicles [31]. This suggests that a gradual shift from ICEVs to BEVs and FCEVs with hybrid vehicles and REEVs as bridging technologies need to occur in the EU. Since it is thought that FCEVs will be mainly used for larger vehicles in road transportation while BEVs will be the main technological option for the automotive industry in 2050 to comply with the EU's 2050 target [30], the rest of the paper will focus on a transition from ICEVs to BEVs for achieving the EU's long-term CO₂ reduction target.

3 Transition Theory and Critical Factors for Achieving a Transition in the Automotive Industry

According to the innovation literature, electric propulsion technologies are radical technologies that have substantial impacts on carmakers and suppliers, infrastructure providers and consumers etc. [33-37]. Due to the multi-dimensional impacts of BEV technologies, a successful technology change involves overcoming barriers that go far beyond purely technological innovation; and that economic, business, infrastructural, institutional and societal innovations are just as important [17-26]. Hence, a transition from ICEVs to BEVs represents more than a technological challenge [22, 27, 38]. In fact, it is recognized as a "socio-technical" challenge [17-26] requiring co-evolution between multiple developments in the whole automotive value chain [22, 27, 28].

The multi-level perspective (MLP) on socio-technical transitions which describes the structure and dynamics of

socio-technical systems is therefore frequently used in literature to understand and study technological transitions in road transport system [19, 22, 24, 28, 39-41]. The framework is called MLP as it identifies three analytical levels within socio-technical systems: niches, socio-technical regimes and an overarching socio-technical landscape. Niches form the micro-level in which radical EV innovations emerge. The socio-technical regime forms the meso-level, which comprises dominant institutions and ICEV technologies and, thus, accounts for the stability of existing automotive system. The macro-level is formed by the sociotechnical landscape which is an exogenous environment outside the direct influence of niche and regime actors and it represents trends, and contextual drivers and barriers to change [22].

In the MLP, linkages between elements at above discussed levels might initiate technological change and result in new regimes [28]. Even though each technology transition is distinctive, transitions are generally initiated by the interaction of developments at three analytical levels: (a) niche-innovations build up internal momentum (bottom-up), (b) changes in the overarching landscape level create pressure on the regime (top-down), and (c) destabilization of the regime creates windows of opportunity for niche-innovations [22]. As a result, old technology regime is replaced by the new radical technology and a transition is occurred.

When this theory is applied to the automotive system, it can be seen that the dominant ICE technology is very firmly embedded within society and the economy, and all of the actors and rules are geared towards this technology [42, 43]. The "ICEV regime" concept is used to describe such situation. According to Wells [18], at the core of this regime, there are carmakers and their technology packages of the all-steel body, the ICE and a distinctive business model built upon "centralized manufacturing economies of scale, long inbound and outbound logistics lines, franchised retailers, and the outright sale of cars (and associated finance) as the primary source of revenue". However, around this core, there are multidimensional "shell" of supportive commercial activities, social frameworks, practices, infrastructures, lobby groups, behaviors, culture and beliefs etc. that contribute to and mainly strengthen the existing ICEV regime.

Consequently, achieving a transition from ICEV to BEV requires a regime change which means significant changes in the whole automotive value chain. As such situation threatens established companies which have vested interests in the existing industrial structure, they innovate mostly incrementally by continuously improving ICE technology to defend their current positions and business models [25]. On average, around 80% of the automotive industry's patents are assumed to be awarded to ICEV related technology, against only about 20% for technologies associated with EVs [44].

As automobile manufacturers and other regime participants such as fuel providers and consumers typically resist the radical technology change, a transition from ICEV to BEV only comes about if there is a pressure from the landscape level on the ICEV regime which destabilizes current practices and creates opportunities for BEV technologies that are developed in

niches to break through [18, 22, 24]. According to previous studies, such pressures could be climate change and related policy measures for BEVs [18, 25, 41, 45, 46].

Therefore, radical technologies are tend to firstly develop in niches [17, 18, 22, 47-49]. Niches fill several important functions such as shielding the radical technologies from competition [50-52], nurturing further development and assisting network building [52]. The protection for BEV technologies is significant as they fail to successfully compete within selection environments embodied in ICEV regime. Therefore, they need to be shielded against some of the dominant selection pressures and nurtured through performance improvements and expansions in supportive networks. However, the need for protection might decrease progressively as they develop and enter to more diverse markets. Typically, the protection for niches is provided with government policies. However, it may also be provided when private firms commit considerable R&D budgets to the development of particular innovations [50].

In niches, the innovations are largely developed by outsiders to the existing regime which are also known as new entrants or newcomers [53] since they have little to lose and no vested interests compared to incumbent companies [54]. Besides, radical innovations lower entry barriers and open up windows of opportunity for newcomers to enter the market [53-61]. In the case of the automotive industry, it can be said that, currently at least, technological innovations are rather layered on top of the existing regime rather than displacing it since existing carmakers are also developing BEV technologies owing to the increased stringency of GHG regulations.

Based on above mentioned theoretical constructs, an ideal-typical illustration of how the three levels interact in a dialectic manner in the unfolding of BEV socio-technical transition is illustrated in Figure 1. As can be seen, the following critical factors and actors can be identified for achieving a technical transition in the European Automotive Industry:

- *Socio-technical landscape level:* Policy measures support technical change by creating pressure on the regime participants as well as opening windows of opportunities for BEV innovations developed in niches. To facilitate the change, the right instruments need to be implemented at the right time by governments.
- *Socio-technical regime level:* The core of the ICEV regime is composed by carmakers with their value creation and capture activities. A transition to BEV regime requires fundamental changes in those activities. The exploitation and occupation of BEV related value-add activities by carmakers therefore accelerate the transition.
- *Niche level:* Technical developments pursued by established companies and new entrants support the technical change. However, protection by means of governmental policies is required to shield these technologies from competition, and nurture the development and dissemination of these novelties. For assisting the technical transformation, understanding and supporting the new entrants are therefore crucial.

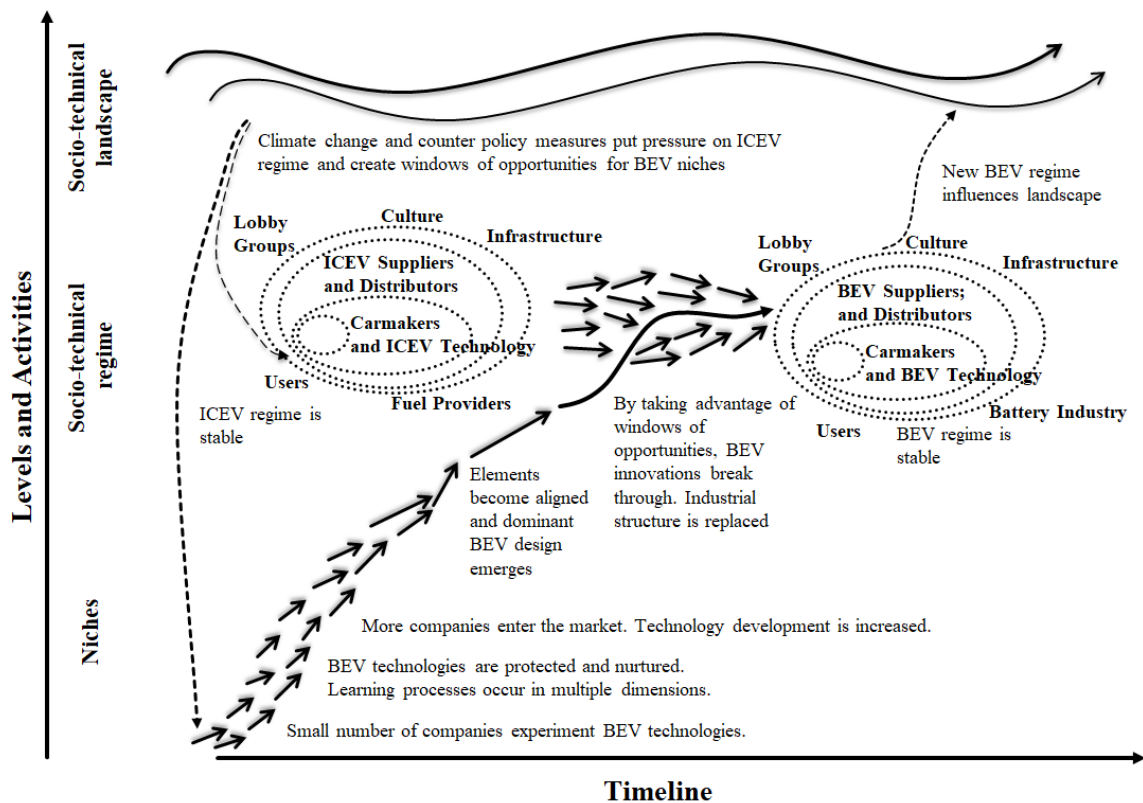


Fig.1. An illustration of socio-technical transition from ICEV to BEV based on MLP. Own illustration based on [22]

4 Existing Challenges Faced by Critical Actors

Based on above mentioned theoretical findings, the existing activities in different levels are explored and analyzed in the following sub-sections to articulate the challenges faced by critical actors involved in the BEV value chain in Europe.

4.1 Governments and Prescriptive Policy Instruments

As suggested by the transition theory, a technical transformation in the automotive industry is very unlikely to happen on its own within an acceptable period of time which ensures the EU's 2050 road transport decarbonisation pathway. This is because ICEV based value chain is strongly invested. Vehicle manufacturers are still investing mostly to improve the ICEV efficiency [44, 58, 62-67]. The present market structure also benefits continuation of ICEVs and consumers are not yet familiar with BEVs. Besides, BEVs necessitate a considerable investment by consumers owing to the high sales price of BEVs compared to those of similar ICEVs [68]. This is mostly because of the additional cost of batteries [69, 70]. Additionally, BEVs create uncertainty for drivers owing to the limited range and long charging intervals. Thus, charging stations need to be established, battery performance need to be improved and range extenders or other related technologies need to be developed [68, 70]. While charging stations are established, issues such as interoperability, maintenance and the required time to charge need to be solved [68]. It is therefore increasingly recognized that prescriptive policy interventions are necessary to stimulate the development of BEV technologies.

Aligned with such perspective, most of the EU's countries have established supportive policies for the accelerated introduction of BEVs. An illustrative example of supportive policies is the 2009 National Development Plan for Electromobility in Germany, which set a target of 1 million BEVs in the national fleet by 2020 and provided €500m in funding support. German government aims to reduce the dependence on oil and decrease CO₂ emissions, and strengthen Germany as an industrial and technological location [71]. Although environmental targets exist too, industrial goals play a more significant role for German policies since Germany's economy is highly dependent on its automotive industry and this is endangered by a global transition from ICEVs towards BEVs [41].

Another significant example is Norway, which has the highest EV market penetration rates in Europe. To reduce the carbon emissions in the road transport sector, the country has specified a CO₂ emissions target for new vehicles which is 85 g/km by 2020. However, since Norway has no car manufacturing industry, the country's policies focus primarily on "user behavior, raising awareness, and charging infrastructure.

For example, Transnova (now Enova) received 50-100m Kroner (~€6-12m) between 2009 and 2010 to support the introduction of BEV technologies and to finance charging infrastructure for BEVs. In 2013, another 6m Kroner (~€720,000) were made available by Transnova to support the fast charging infrastructure.

Transnova also funded "Grønn Bil" (green car), which aims to accelerate the uptake of EVs by publishing statistics on EV registrations and charging points [72]. Besides, BEV users have preferential access to a significant part of public infrastructure, including "free access to toll roads, reduced fares on ferries, free parking, access to bus lanes, and free charging at public charging" [73]. PHEV users are also allowed to charge for free at public charging stations in some cities. However, they must pay the standard parking fee. To facilitate the enforcement and increase the visibility of those measures, EVs have also received special "registration plates" using the prefix "EL" since 1999.

In terms of financial incentives in Norway, BEVs are exempted from the registration tax (until 2020). Although PHEVs are not exempted from the registration tax, they still gain lower registration taxes compared to ICEVs owing to lower CO₂ emission values. BEVs have also been exempted from the VAT, which usually adds 25% of a vehicle's list price to the total cost, since 2001. The VAT exemption is aimed to be continued until the end of 2017. The list price of BEVs is decreased by 50% in the calculation of the company car tax. This incentive is aimed to be continued until 2018 [72]. As a result of these supportive policies, at the end of 2015, there were approximately 75,000 BEVs and about 12,000 PHEVs registered in Norway. This represents a 17% market share for BEVs and 5% market share for PHEVs [74].

Other countries in the EU are also developing specific policy measures both to support technological development and to stimulate the market pertaining to BEVs based on national governments' specific BEV transition targets. However, as can be clearly seen in the case of Norway, there are several instruments which national governments might use. The appropriate selection and timely use of instruments is therefore highly significant. Currently, ex-post analysis is mostly used for assisting the selection of instruments. However, it is increasingly inadequate to the task of guiding the effective choice of policy interventions. To evaluate different policy measures and enable the ex-ante analysis of those measures, innovative frameworks are therefore required.

4.2 Carmakers and Value-Add Activities

To achieve the 2050 target, mass production of BEVs is required [75]. Nonetheless, this requires new technologies and new competences. For example, BEVs need new generations of batteries, electric motors and inverters while they do not require some of the vital technologies of ICEVs such as ICE and gearboxes. Besides, new forms of thermos-management need to be developed since there is no longer a combustion process generating heat which can be used for heating or cooling. Thus, a significant part of the automotive architecture needs to be redesigned [70]. This means that there will be a considerable change in the value-add creation for carmakers. Whereas there would be a loss of value-add associated with the ICE and gearbox as well as additional components which correlate with a design optimized on an ICE, there would be additional value-add tied to the BEV component costs.

The BEV drivetrain represents the 60% of the total value add, and nearly 85% of the value add of the BEV drivetrain is attributable to the battery. Overall, the total value-add would be far higher for the BEV – by approximately 63%. However, the move from ICEV to BEV could represent a significant loss in value-add from the point of view of the carmaker – circa 75% of the present value added by the powertrain. Therefore, carmakers need to re-evaluate their make-or-buy decisions, especially with regards to powertrain technologies and batteries [76].

Some established carmakers as well as new entrants have already started investing heavily for capturing BEV related value-add activities. This can be identified by examining the EV sales. In 2015, the number of cars sold worldwide reached approximately 89 million units. Total global EV sales were also close to 2 million [77]. In 2016 (January-May period), worldwide EV sales hit around 240,000. The best seller was Nissan Leaf followed by Tesla Model S (new entrant). Another new entrant's (BYD) three models also appeared in the world's top 10 selling plug-in cars. In terms of automobile manufacturers, BYD was the largest plug-in automobile manufacturer with over 33,000 deliveries. Since BYD's PHEVs and BEVs are available only in China, BYD's success is noteworthy. Nissan with global presence of LEAF is second at nearly 24,500 with Tesla on the tail, approaching 22,000. Other largest plug-in automobile manufacturers were BMW, Mitsubishi, Volkswagen, Renault, BAIC, Chevrolet and Ford respectively [78].

Owing to its high value-add, several firms from very diverse sectors have started to invest in lithium-ion batteries, which are used commonly for the on-board energy supply of BEVs [79, 80]. For example, in addition to the established battery companies, such as Bosch, Varta and Johnson Controls, chemical companies, carmakers (often in joint ventures with prominent battery producers from Japan and Korea), automotive parts manufacturers as well as plant engineering and construction firms are increasingly entering into the battery value chain. Tesla's Gigafactory also started to produce batteries at the beginning of 2017 and it is expected to reach full capacity in 2020, and produce more lithium-ion batteries annually than were produced worldwide in 2013 [81].

Table 1: World's Top 10 Battery Makers Ranked by MWh Produced in 2015. Compiled from [82]

| Battery Producers | 2015 (MWh) | 2014 (MWh) | % [^] 2015 | % [^] 2014 |
|-----------------------|--------------|-------------|---------------------|---------------------|
| Panasonic | 4552 | 2726 | 38 | 38 |
| BYD | 1652 | 461 | 14 | 6 |
| LG Chem | 1432 | 886 | 12 | 12 |
| AESC | 1272 | 1620 | 11 | 23 |
| Mitsubishi/GS Yuasa | 600 | 451 | 5 | 6 |
| Samsung | 504 | 314 | 4 | 4 |
| Epower | 489 | N/A | 4 | N/A |
| Beijing Pride | 397 | 121 | 3 | 2 |
| Power (BPP) | 397 | 121 | 3 | 2 |
| Air Lithium (Lyoyang) | 283 | N/A | 2 | N/A |
| Wanxiang | 268 | N/A | 2 | N/A |
| TOTAL | 12289 | 7167 | | |

This trend can be recognized by examining the production numbers. For example, production grew around 72% in 2015 compared to 2014 as displayed in Table 1. Panasonic was the leader in terms of battery production with 38% of market share in 2015. A significant part of Panasonic batteries have been used in Tesla Model S. However, the Chinese company BYD which was the second in the top 10 battery makers list grew even faster. The South Korean manufacturer LG Chem was the third in the list. However, AESC (Automotive Energy Supply Corporation) which is the joint venture between NEC and Nissan lost 12% market share in 2015 compared to 2014. Although Lithium Energy Japan's (GS Yuasa / Mitsubishi) sales increased, the company lost 1% market share. Samsung which has a partnership with BMW and FIAT also increased the battery production.

There are also other ongoing activities to occupy BEV related value-add activities. For example, battery producers have started manufacturing cars such as BYD in China and Bolloré in France; tyre manufacturers such as Continental and Michelin produce entire concept cars; chemical companies such as Evonik increase their auto parts portfolio; and carmakers and energy utilities venture into new mobility services, such as car-sharing.

In short, a technical transition in the automotive industry requires considerable changes in the value-add creation for carmakers. Some new entrants (i.e. BYD and Tesla) have already started occupying high value-add fields and challenging the established companies. The battery production is dominated by Asian companies. To take advantage of the paradigm changes in the industry, new business models are also emerging. Although the European Automotive Industry is strong, European Carmakers need to consider their make or buy decisions and invest more in the high value-add activities, especially in the battery value chain, and exploit and use new game-changing innovative business models.

4.3 Newcomers and Measures to Support Them

As suggested by the transition theory, established companies typically have vested interests and they are inclined to defend their current positions and business models with incremental innovations rather than fully adopting radical innovations. Such situation also explains the ICEV focused strategy of many carmakers. On the contrary, new entrants are much less constrained by dominant institutions and the status quo [25]. Thus, new entrants are recognized as more capable of developing radical technologies in literature, especially when technologies are still in the "niche" status.

New entrants include both micro, small and medium sized enterprises (SMEs) and diversifying established firms moving into emerging BEV markets [53]. Yet, recent studies found that SMEs compose the majority of those companies in BEV niches [65, 83]. Indeed, as discussed previously, new entrants such as Tesla and BYD are contributing strongly to the development and dissemination of BEVs.

In the existing ICEV based automotive industry, smaller suppliers and SMEs have marginal roles. Nevertheless, various opportunities are opening up for

those companies with a transition from ICEVs to BEVs [84]. While carmakers and Tier 1 suppliers are increasingly developing and implementing BEV innovations, they are also looking outside the organizational boundaries in search for deep specialized knowledge and expertise owing to the specialization and the speed of new technical developments. In this regard, with the transition, SMEs are having more opportunities to capitalize on their innovations [85]. There are five key areas where new opportunities are emerging: a) to reduce the total cost of ownership of BEVs by developing battery technologies and new business models b) to overcome the range problem by developing new solutions c) to ensure energy supply and optimize energy usage by developing software solutions d) for recycling and e) for new niche market BEVs [70].

SMEs are also very significant for the economic growth. In fact, the EU can achieve both economic growth and emission reduction targets by supporting the SME development [84]. Aligned with such perspective, EU aims growth by promoting successful entrepreneurship and improving the business environment for SMEs with policies designed for assisting SMEs at all stages of development. The Small Business Act for Europe articulates this commitment. At the EU level, green transport research, technical development and innovation is supported with “Horizon 2020” program. It also provides “SME Instrument program” providing full-cycle business innovation support specifically for SMEs.

Although the emergence of the BEV sector has provided opportunities for SMEs to become part of a developing supply chain, they require financial support, strategic partnerships (especially for contracting with larger organizations) as well as technology protection support mechanisms for further exploiting the opportunities and accelerate the technology development [84]. On the other hand, diversifying established firms such as Continental, Michelin or Evonik might also require additional support or industry level intervention (higher pressure on ICEV regime by political actors) to be more active in the BEV industry. However, to enable the suitable support, the requirements of these companies need to be clearly identified and specific strategic interventions need to be developed at the EU level.

5 Challenges and Strategies

There are several ongoing transition-related activities at multiple levels in the European Automotive System. In order to accelerate the technical change and achieve the 2050 target, some measures might be taken for challenging the factors limiting the new technology, as given below:

- A technical transition in the automotive industry is very unlikely to happen by itself within an acceptable period of time ensuring the EU’s 2050 road transport decarbonisation pathway. To achieve the 2050 target, suitable EU level and county level policies need to be implemented in a timely manner. To support that, robust ex-ante policy intervention evaluation frameworks are required. Such frameworks might have the potential to support national governments in:

identifying and improving the dynamics of BEV innovation instruments more effectively, validating results and impacts of instruments on development of BEV technologies and selecting the most appropriate instruments for their country based on their specific transition goals.

- BEVs have a completely different value structure compared to ICEVs. A BEV comes along with approximately 63% higher value added, which is mainly generated at the supplier for the battery cell. Currently, the battery production is dominated by Asian companies and Tesla’s Gigafactory is expected to create a huge impact in the battery industry. Owing to its high value-add as well as strategic importance, more companies are also expected to enter the battery value chain. In this regard, although the European Carmakers have strong competences in vehicle production, engineering and qualified personnel, they need to re-evaluate their make or buy decisions regarding BEV drivetrain, continually innovate through investment, strengthen the links with the R&D sector, and develop and adopt innovative business models. The strategic partnerships might also be suitable to reduce the risks during the transition period.
- SMEs and diversifying established firms are increasingly entering to the BEV value chain with innovative products and services. However, these actors need to be supported to accelerate the technical transition. Besides, SMEs play a very significant role in competitiveness owing to their ability to innovate, increase employment and contribute to economy. Maximising SME engagement and benefit from the transition to BEVs is therefore significant due to their potential in triggering economic development and innovation via the exploitation of emerging BEV business opportunities. Support measures for SMEs especially in three key areas, namely protecting intellectual property, establishing relationships and funding investments might be considered. Additionally, the requirements of diversifying established firms might be revealed and particular measures to satisfy these requirements can be developed and implemented to further assist the technical change.

6 Conclusions

2050 GHG reduction target of the EU is an ambitious but also a necessary goal in terms of complying with the Kyoto Protocol of the UNFCCC’s 2°C target. In the automotive industry context, achieving such target requires a technical transition from ICEVs to BEVs, which will not be motivated by single factors. This paper provided a way of achieving fundamental changes in the automotive value chain by analyzing and challenging the factors that limit the new technology. Key outcomes for the study include:

- A transition from ICEVs to BEVs might be possible with an industrial structure which favors the production and consumption of BEVs.

However, to achieve such architectural change, BEV technologies that are developed in niches by incumbent companies and new entrants need to be further developed and prescriptive policy interventions need to be implemented.

- There are several instruments governments might use for promoting BEV technologies. The high diversity of instruments together with the increasingly apparent need for urgency in achieving a transition to a more sustainable mobility, means that ex-post analysis is increasingly inadequate to the task of guiding the effective choice of policy interventions. To evaluate various policy measures and enable the pre-implementation analysis of those measures, robust ex-ante frameworks need to be developed.
- A technological transition in the automotive industry requires considerable changes in the value-add creation for carmakers. Some new entrants have already started investing significantly for occupying the high value-added fields. This can be seen especially in the case of battery value chain, which is the highest value-add part of the BEVs. The battery production is dominated by Asian companies. Therefore, European Carmakers need to re-evaluate their make or buy decisions and capture the high value-add activities. To support that, new business models need to be developed and implemented.
- SMEs are very significant for achieving the GHG reduction target as well as for the competitiveness of the European Economy. However, they need more support for protecting technology, establishing relationships and funding investments. Such kinds of measures might further motivate SMEs to become a part of the emerging BEV-based value chain. The requirements for the diversifying establish firms also need to be investigated and specific support measures for these companies need to be implemented.

7 References

- [1] Chapman, L., *Transport and climate change: a review*. Journal of Transport Geography, 2007. 15(5): p. 354-367.
- [2] UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Kyoto Protocol. 2015 [cited 2015 15 May]; Available from: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php.
- [3] EC. European Commission (EC): Climate action. 2015 [cited 2015 15 July]; Available from: http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm#.
- [4] IEA. Technology Roadmap: Fuel Economy of Road Vehicles. 2012 [cited 2015 16 July]; Available from: http://www.iea.org/publications/fueleconomy_2012_final_web.pdf.
- [5] EU. European Union (EU) climate action: Reducing emissions from transport. 2015 [cited 2015 06 May]; Available from: http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/index_en.htm.
- [6] Poullikkas, A., Sustainable options for electric vehicle technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015. 41(0): p. 1277-1287.
- [7] ECF. European Climate Foundation (ECF): Roadmap 2050 - Practical guide to a prosperous, low-carbon Europe. 2010 [cited 2014 20 August]; Available from: http://www.roadmap2050.eu/attachments/files/Volum e1_fullreport_PressPack.pdf.
- [8] Commission, E. White Paper on Transport: Roadmap to a Single European Transport Area—Towards a Competitive and Resource-Efficient Transport System. 2011 [cited 2014 10 August]; Available from: http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_en.pdf.
- [9] EU Coalition: A portfolio of power-trains for Europe: a fact-based analysis. 2010 [cited 2015 23 June]; Available from: http://ec.europa.eu/research/fch/pdf/a_portfolio_of_power_trains_for_europe_a_fact_based_analysis.pdf.
- [10] Järvinen, J., F. Orton, and T. Nelson, Electric Vehicles in the NEM: Energy Market and Policy Implications. *AGL Applied Economic and Policy Research*, 2011. 27.
- [11] Brown, S., D. Pyke, and P. Steenhof, Electric vehicles: The role and importance of standards in an emerging market. *Energy Policy*, 2010. 38(7): p. 3797-3806.
- [12] Wyman, O. What is Your Strategy for the Electric Vehicle Market. 2009 [cited 2012 20 February]; Available from: http://www.mow.com/media/OW_UTL_EN_2009_Electric_Vehicle_Market.pdf.
- [13] Orbach, Y. and G.E. Fruchter, Forecasting sales and product evolution: The case of the hybrid/electric car. *Technological Forecasting and Social Change*, 2011. 78(7): p. 1210-1226.
- [14] Fontaine, P.J., Shortening the Path to Energy Independence: A Policy Agenda to Commercialize Battery-Electric Vehicles. *The Electricity Journal*, 2008. 21(6): p. 22-42.
- [15] Offer, G.J., et al., Comparative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system. *Energy Policy*, 2010. 38(1): p. 24-29.
- [16] Eaves, S. and J. Eaves, A cost comparison of fuel-cell and battery electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 2004. 130(1-2): p. 208-212.
- [17] Rip, A. and R. Kemp, Technological change, in *Human Choice and Climate Change*, S. Rayner, Malone, E.L., Editor. 1998, Battelle Press: Columbus, Ohio. p. 327-399.
- [18] Geels, F.W., Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research policy*, 2002. 31(8-9): p. 1257-1274.

- [19] Geels, F.W., The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930). *Technology Analysis & Strategic Management*, 2005. 17(4): p. 445-476.
- [20] Geels, F.W., Processes and patterns in transitions and system innovations: refining the co-evolutionary multi-level perspective. *Technological forecasting and social change*, 2005. 72(6): p. 681-696.
- [21] Geels, F.W., Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research policy*, 2010. 39(4): p. 495-510.
- [22] Geels, F.W., A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, 2012. 24: p. 471-482.
- [23] Geels, F.W. and J. Schot, Typology of sociotechnical transition pathways. *Research policy*, 2007. 36(3): p. 399-417.
- [24] Kemp, R., et al., eds. *Automobility in transition. A Socio-technical Analysis of Sustainable Transport*. 2012, Routledge: New York.
- [25] Smith, A., A. Stirling, and F. Berkhout, The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research policy*, 2005. 34(10): p. 1491-1510.
- [26] Rotmans, J., R. Kemp, and M. Van Asselt, More evolution than revolution: transition management in public policy. *foresight*, 2001. 3(1): p. 15-31.
- [27] Bakker, S., K. Maat, and B. van Wee, Stakeholders interests, expectations, and strategies regarding the development and implementation of electric vehicles: The case of the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2014. 66(0): p. 52-64.
- [28] Van Bree, B., G.P. Verbong, and G.J. Kramer, A multi-level perspective on the introduction of hydrogen and battery-electric vehicles. *Technological forecasting and social change*, 2010. 77(4): p. 529-540.
- [29] DOE. United States Department of Energy (DOE): Where the Energy Goes: Gasoline Vehicles. 2012 [cited 22015 30 May]; Available from: <http://www.fueleconomy.gov/feg/atv.shtml>.
- [30] McKinsey&Company. Boost! Transforming the powertrain value chain : a portfolio challenge; . 2011 [cited 2015 23 June]; Available from: http://actions-icativatives.ifsttar.fr/fileadmin/uploads/recherches/geri/PFL_VE/pdf/McKinsey_boost.pdf.
- [31] Howey, D., R. North, and R. Martinez-Botas. Grantham Institute for Climate Change Briefing Paper No 2: Road transport technology and climate change mitigation. 2010 [cited 27 June 2015]; Available from: <http://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/Road-transport-technology-and-climate-mitigation--Grantham-BP-2.pdf>.
- [32] Bowyer, C. Anticipated Indirect Land Use Change Associated with Expanded Use of Biofuels and Bioliquids in the EU – An Analysis of the National Renewable Energy Action Plans. 2011 [cited 2015 03 August]; Available from: http://www.transportenvironment.org/sites/te/files/media/Analysis_of_ILUC_Based_on_the_National_Renewable_Energy_Action_Plans.pdf.
- [33] Hardman, S., R. Steinberger-Wilckens, and D. van der Horst, Disruptive innovations: The case for hydrogen fuel cells and battery electric vehicles. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2013. 38(35): p. 15438-15451.
- [34] Bakker, S., H. van Lente, and R. Engels, Competition in a technological niche: the cars of the future. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2012. 24(5): p. 421-434.
- [35] Pilkington, A., R. Dyerson, and O. Tissier, The electric vehicle:: Patent data as indicators of technological development. *World Patent Information*, 2002. 24(1): p. 5-12.
- [36] Pilkington, A. and R. Dyerson, Incumbency and the disruptive regulator: the case of electric vehicles in California. *International Journal of Innovation Management*, 2004. 8(04): p. 339-354.
- [37] Sierzchula, W., et al., The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 2014. 68: p. 183-194.
- [38] Orsato, R.J. and P. Wells, U-turn: the rise and demise of the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 2007. 15(11): p. 994-1006.
- [39] Köhler, J., et al., A transitions model for sustainable mobility. *Ecological economics*, 2009. 68(12): p. 2985-2995.
- [40] Whitmarsh, L., How useful is the Multi-Level Perspective for transport and sustainability research? *Journal of Transport Geography*, 2012. 24: p. 483-487.
- [41] Mazur, C., et al., Assessing and comparing German and UK transition policies for electric mobility. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2015. 14: p. 84–100.
- [42] Turnheim, B. and F.W. Geels, Regime destabilisation as the flipside of energy transitions: Lessons from the history of the British coal industry (1913–1997). *Energy Policy*, 2012. 50: p. 35-49.
- [43] Dijk, M., R.J. Orsato, and R. Kemp, The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, 2013. 52: p. 135-145.
- [44] Oltra, V. and M. Saint Jean, Variety of technological trajectories in low emission vehicles (LEVs): a patent data analysis. *Journal of Cleaner Production*, 2009. 17(2): p. 201-213.
- [45] Kemp, R. and D. Loorbach. Governance for sustainability through transition management. in *Open Meeting of Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community*, Montreal, Canada. 2003. Citeseer.
- [46] Schot, J. and F.W. Geels, Niches in evolutionary theories of technical change. *Journal of Evolutionary Economics*, 2007. 17(5): p. 605-622.
- [47] Schot, J.W., Constructive technology assessment and technology dynamics: the case of clean technologies. *Science, Technology and Human Values*, 1992. 17(1): p. 36-56.
- [48] Mokyr, J., *The lever of riches: Technological creativity and economic progress*. 1990, New York: Oxford University Press.
- [49] Schot, J. and F.W. Geels, Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2008. 20(5): p. 537-554.
- [50] Schot, J., R. Hoogma, and B. Elzen, Strategies for shifting technological systems: the case of the automobile system. *Futures*, 1994. 26(10): p. 1060-1076.
- [51] Kemp, R., J. Schot, and R. Hoogma, Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1998. 10(2): p. 175-196.
- [52] Sushandoyo, D. and T. Magnusson, Strategic niche management from a business perspective: taking cleaner vehicle technologies from prototype to series production. *Journal of Cleaner Production*, 2014. 74(0): p. 17-26.
- [53] Utterback, J.M. and F.F. Suarez, Innovation, competition, and industry structure. *Research policy*, 1993. 22(1): p. 1-21.
- [54] Christensen, C., *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. 1997, Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.

- [55] Tushman, M.L. and P. Anderson, Technological discontinuities and organizational environments. *Administrative science quarterly*, 1986. 31(3): p. 439-465.
- [56] Blee, J., et al., Barriers to Entry: Differences in Barriers to Entry for SMEs and Large Enterprises, 2003, Scientific Analysis of Entrepreneurship and SMEs: Zoetermeer.
- [57] Jovanovic, B. and G. MacDonald, The life-cycle of a competitive industry, 1994, National Bureau of Economic Research.
- [58] Wesseling, J.H., J. Faber, and M.P. Hekkert, How competitive forces sustain electric vehicle development. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014. 81: p. 154-164.
- [59] Christensen, C.M., The ongoing process of building a theory of disruption. *Journal of Product Innovation Management*, 2006. 23(1): p. 39-55.
- [60] Jovanovic, B. and G.M. MacDonald, The Life Cycle of a Competitive Industry. *The Journal of Political Economy*, 1994. 102(2): p. 322-347.
- [61] Henderson, R.M. and K.B. Clark, Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative science quarterly*, 1990. 35(1): p. 9-30.
- [62] Magnusson, T. and C. Berggren, Entering an era of ferment—radical vs incrementalist strategies in automotive power train development. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2011. 23(3): p. 313-330.
- [63] Dyerson, R. and A. Pilkington, Gales of creative destruction and the opportunistic incumbent: The case of electric vehicles in California. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2005. 17(4): p. 391-408.
- [64] Frenken, K., M. Hekkert, and P. Godfroij, R&D portfolios in environmentally friendly automotive propulsion: variety, competition and policy implications. *Technological Forecasting and Social Change*, 2004. 71(5): p. 485-507.
- [65] Sierczula, W., et al., The competitive environment of electric vehicles: An analysis of prototype and production models. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2012. 2: p. 49-65.
- [66] Sierczula, W., et al., Technological diversity of emerging eco-innovations: a case study of the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 2012. 37: p. 211-220.
- [67] Wells, P. and P. Nieuwenhuis, Transition failure: Understanding continuity in the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 2012. 79: p. 1681-1692.
- [68] Van der Steen, M., et al., EV Policy Compared: An International Comparison of Governments' Policy Strategy Towards E-Mobility, in *E-Mobility in Europe*. 2015, Springer. p. 27-53.
- [69] ARF, Amsterdam Roundtables Foundation (ARF) in collaboration with McKinsey and Company: *Electric Vehicles in Europe - Gearing up for a New Phase?*, 2014: Amsterdam.
- [70] Altenburg, T. *From Combustion Engines to Electric Vehicles: A Study of Technological Path Creation and Disruption in Germany*. 2014 [cited 2015 20 April]; Available from: https://www.die-gdi.de/uploads/media/DP_29.2014.pdf.
- [71] eMAP. *Electromobility – Scenario Based Market potential, Assessment and Policy options*. 2014 [cited 2014 30 May]; Available from: http://www.project-emap.eu/media/eMAP_D11.pdf.
- [72] Tietge, U., et al. *The international council on clean transportation: Comparison of leading electric vehicle policy and deployment in Europe*. 2016 [cited 2016 29 June]; Available from: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EVpolicies-Europe-201605.pdf.
- [73] Figenbaum, E. and M. Kolbenstvedt. *Competitive Electric Town Transport: Main results from COMPETT – an Electromobility project*. 2015 [cited 2016 01 August 2016]; Available from: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=41196>.
- [74] Haugneland, P., C. Bu, and E. Hauge, *The Norwegian EV success continues*, in *EVS29 Symposium2016: Montréal, Québec, Canada*.
- [75] EGVI. *European Green Cars Initiative (EGVI): European Roadmap Electrification of Road Transport 2nd Edition*. 2012 [cited 2015 20 May]; Available from: http://www.egvi.eu/uploads/Modules/Publications/electrification_roadmap_web.pdf.
- [76] Özel, F.M., et al., Development of a battery electric vehicle sector in North-West Europe: challenges and strategies. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 2013. 5(1): p. 1-14.
- [77] EVSP. *Standardization roadmap for Electric Vehicles: Version 1.0*. 2012 [cited 2014 02 June]; Available from: http://publicaa.ansi.org/sites/apdl/evsp/ANSI_EVSP_Roadmap_April_2012.pdf.
- [78] EVsales. *Worldwide EV sales*. 2016 [cited 2016 06 July]; Available from: <http://ev-sales.blogspot.de/search/label/World>.
- [79] Lu, L., et al., A review on the key issues for lithium-ion battery management in electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 2012. 226: p. 272-288.
- [80] Notter, D.A., et al., Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles. *Environmental science and technology*, 2010. 44: p. 6550-6556.
- [81] Tesla. *Gigafactory*. 2015 [cited 2015 08 July]; Available from: <http://www.teslamotors.com/gigafactory>.
- [82] EVsales. *Batteries*. 2016 [cited 2016 06 July]; Available from: <http://ev-sales.blogspot.de/search/label/Batteries>.
- [83] Beltramello, A., *Market Development for Green Cars*, 2012, OECD Publishing.
- [84] Özel, F.M., et al., How to Strategically Position European SMEs as part of an Electric Vehicle Technology Value Chain. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 2014. 6(3): p. 227-254.
- [85] Dodourava, M. and K. Bevis. *Comprehensive Analysis of the role of SMEs in the Changing European Car Industry*. 2012 [cited 2016 07 July]; Available from: http://www.prosesc.org/fileadmin/Download/Reports_and_papers/Report_-_The_Role_of_SMEs_in_the_Changing_EU_Car_Industry.pdf.

Author's Address

Fatih M. Özel¹ PhD. (Corresponding Author)
 OECON Products and Services
 Hermann-Blenk-Straße 22,
 38108 Brunswick, Germany
 oezel@oecon-line.de

DEVELOPING ADDITIONAL FEATURES INTO ILIAS LEARNING MANAGEMENT SYSTEM

Payman Hasan 1, Asaf Varol 2

Original scientific paper

Electronic learning (e-learning) has changed learning and teaching design round the world, it have been advanced by educational institutes with large efforts. Learning Management System (LMS) is one of the significant web based invention to e-learning platform. One of the LMS is ILIAS, which is a web based LMS, advanced by using best open source technology PHP, MySQL and Apache is used as web server. ILIAS is sophisticated in German but it also supports multiple languages including English. The aim of the research is to learn more about ILIAS, examine ILIAS to search for missing feature in ILIAS. Thus, the goals of the study will be writing codes to add three missing features to ILIAS. Those features are: Date filter for e-mails, Move E-mails to Folders by Drag and Drop and Text formatting editor for message content.

Keywords: *Electronic learning, Learning Management System, ILIAS, Open-Source Systems*

1 Introduction

The field of e-learning systems has received significant study interest over the past few years. More specifically, many web-based learning systems (E-Class webpage, 2007; Moodle webpage, 2007) have been advanced, aiming at being ubiquitously obtainable and therefore simplify a user's learning by saving time [1],[2]. For such web-based learning systems research has suggested different architecture approaches and employment of distinct components to contribute a system's personalization and to make up the architecture of the system [3],[4]. E-learning programs developed by educational institutes with great efforts and vast sum of money [5],[6]. Many institutions pay attention to e-learning systems that function a significant role in their knowledge management activities [7]

E-learning is commonly demonstrated as the intentional use of electronic instruments such as television, computer and including the delivery of content via audio (or video tape), internet, intranet, and so on for learning. Among of these e-learning environments, web based technologies offer various interactive applications like virtual communities of practice, forums, wiki or 3D virtual world [8],[9].

Learning Management System (LMS) is one of the significant web based invention to e-learning platform that blend in-class education and online teaching during the learning operation [10],[11].

There are many learning management systems, one of them is ILIAS, which is a web based learning management system, advanced by using best open source technology PHP, MySQL and Apache is used as web server [12],[13]. ILIAS is sophisticated in German but it also supports multiple languages including English [14]. The ILIAS LMS platform is a media which serves as the classroom repository for the reading materials and related course-work such as the course syllabus, and related course content, while ILIAS is the official platform for classroom communication [15],[16].

There are already some filters available in the ILIAS mail system (sender, Subject, Body, Attachments). However, with more and more E-mails arising over the years, students might also need a date filter to find what they are looking for, also Sorting E-mails in the ILIAS mail

system is not very convenient, moving a mail to a folder affords four clicks (checking mail – opening menu – choosing folder – clicking "Execute") which is quite a lot, Formatting a text can draw the reader's attention to a specific part of a text also emphasize important information. There is several options for adjusting text, including font, size, and color also adjusting the alignment of the text to change how it is displayed on the message. To compose a new E-mail by using ILIAS's mail system, you will not find the above attributes, so, the goals of the study will be writing codes to add three missing features to ILIAS. Those features are: Date filter for e-mails, Move e-mails to Folders by Drag and Drop and Text formatting editor for message content. to reach these goals several steps has been done like installing ILIAS, Reading ILIAS's codes, Writing the codes for missing features, Testing the added feature and checking out for bugs.

2 Methodology

ILIAS LMS is a wide information platform, has many important features but it lacks for using more than one feature at the same time. As a result for long search to find important missing features in ILIAS, finally found at ILIAS's home page, which includes three main sections, these sections are:

- Using ILIAS
- Development
- Communities

From this page the three following suggested features were selected to be a main goal for this research.

To write the codes for those three features the following steps has been taken:

Step 1 - The Installation part:

To install ILIAS, it was need software like XAMPP (PHP - MySQL- Apache) to make the computer as a local host, this is as in ILIAS requirement in the Installation and Maintenance section in ILIAS's website, also installing extra tools like (zip, unzip, Image Magick Display, notepad++ for code editing).

Step 2 - Reading ILIAS's codes:

To read ILIAS’s code first of all the software must be running, then trying to find the codes of ILIAS that related to mail module, discover the database and tables related to mail (mail table in database) to add the codes of missing features in the right position.

Step 3 - Writing the codes for missing features:

ILIAS is a web based platform for coding these features the following programming languages were used:

- HTML
- PHP
- MYSQL

Step 4 - Testing the added feature and checking out for bugs:

Testing the developed copy of ILIAS with the new features manually by using the computer as a local host to allow users access the software and using the developed features. Because ILIAS is a platform used by students, after completing the programming side of the added features a survey has been applied and answered by Firat University's students to know the effectiveness and usefulness of the added features in saving time and improving usability.

The students had answer the questionnaire in two ways, by fill out the questions form on Google drive and a hard copy of the questionnaire.

For this survey SPSS 16.0 software has been used, installed on a personal computer with window 7 as an operating system to determine the result of the survey.

In SPSS software a frequencies analysis has been used as a method for determining the survey results.

3 Result Analysis

To discover what effective result has the added features into ILIAS LMS, a questionnaire with many questions was prepared, those questions have been answered by 73 students from Firat University/Technical College/Software Engineering Department in Turkey after using ILIAS including the added features.

- Result of the First Question

The first feature included adding a date filter to ILIAS’s E-mail system.

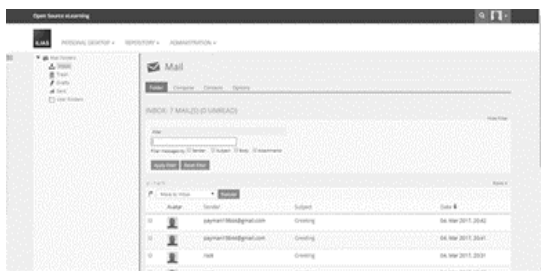


Figure 1. shows ILIAS’s mail system before adding date filter for E-mail.

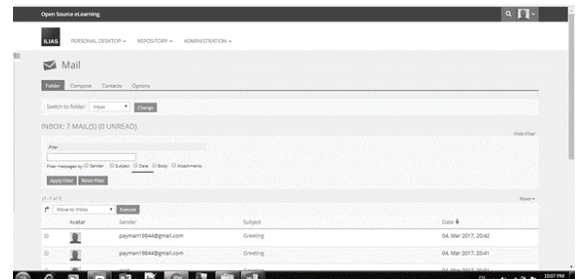


Figure 2. shows ILIAS’s mail system after adding date filter for E-mail.

The first question of the survey and its result are illustrated in the following:

Question1/Do you think by using the date filter in searching for a specific E-mail will make your search easier and faster?

Table 1. The percentage of the students’ answer about the first question.

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| No | 3 | 4.1 | 4.1 | 4.1 |
| Yes | 70 | 95.9 | 95.9 | 100.0 |
| Total | 73 | 100.0 | 100.0 | |

The above question has been answered by 73 students, 4.1 percent of the student answered by (No) and 95.9 percent of them answered by (Yes). This result shows that the large number of the students thought by adding a date filter to ILIAS’s E-mail system, this addition will increase and facilitate the usability of this platform.

- Result of the Second Question

ILIAS enable its users to move E-mail to a folder by these steps (checking mail – opening menu – choosing folder – clicking "Execute").

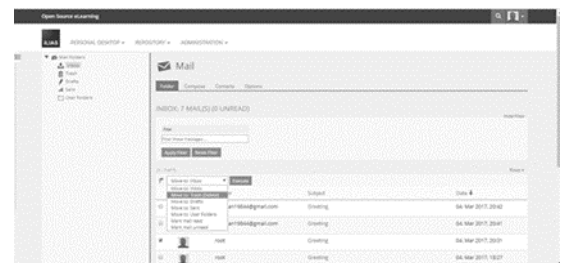


Figure 3. moving E-mail to a folder by several steps.

To know the time that those steps is taking to move any E-mail, the following question has been answered by 73 students.

Question2/How much time do you need to move E-mails to a folder by these steps (checking mail – opening menu – choosing folder – clicking "Execute")?

Table 2. The percentage of the students' answer about the second question.

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| 1 sec | 1 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| 2 sec | 6 | 8.2 | 8.2 | 9.6 |
| 3 sec | 15 | 20.5 | 20.5 | 30.1 |
| 4 sec | 14 | 19.2 | 19.2 | 49.3 |
| 5 sec | 37 | 50.7 | 50.7 | 100.0 |
| Total | 73 | 100.0 | 100.0 | |

As a result, according to the answers of the students 50.7 percent of the student thought that these steps take about 5 seconds.

- Result of the Third Question

The second added feature is moving E-mail to a folder by drag and drop, the following figures shown how this process has been done.

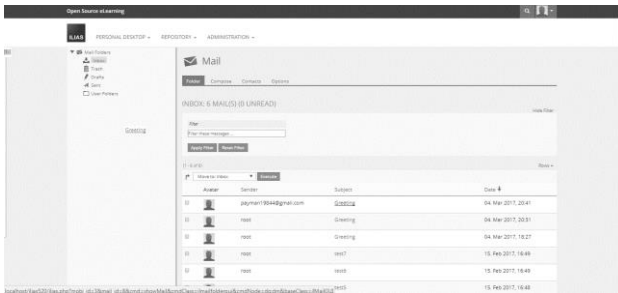


Figure 4. moving E-mail to a folder by drag and drop.

The students have answered a question about the total time that needs to move an E-mail to a folder by drag and drop feature, the result was as illustrate in the following table.

Question3/How much time do you need to move E-mails to a folder by drag and drop?

Table 3. The percentage of the students' answer about the third question.

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| 1 sec | 10 | 13.7 | 13.7 | 13.7 |
| 2 sec | 40 | 54.8 | 54.8 | 68.5 |
| 3 sec | 15 | 20.5 | 20.5 | 89.0 |
| 4 sec | 5 | 6.8 | 6.8 | 95.9 |
| 5 sec | 3 | 4.1 | 4.1 | 100.0 |
| Total | 73 | 100.0 | 100.0 | |

40 students from 73 which is equal to 54.8 percent have selected 2 seconds as a total time for moving an E-mail to a folder by drag and drop, this result shows that the drag and drop feature takes less time than the old way which takes about 5 seconds to move an E-mail to a folder and that is a good way to save time for student.

- Result of the fourth Question

The following answers of the students about a question which method is faster way to move E-mails, proves that drag and drop is a faster way to move E-mail to

a folder than the old way which include many steps for moving E-mails.

Question4/Do you think that moving E-mails to folders by drag and drop is faster way than the old way which needs the following steps (checking mail – opening menu – choosing folder – clicking "Execute")?

Table 4.The percentage of the students' answer about the fourth question.

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| No | 4 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| Yes | 69 | 94.5 | 94.5 | 100.0 |
| Total | 73 | 100.0 | 100.0 | |

69 Student from 73 which equal to 94.5 percent thought that drag and drop is a faster way to move E-mail to a folder than the old way for moving E-mails.

- Result of the fifth Question

Formatting a text can draw the reader's attention to a specific parts of a text, also emphasize important information. There is several options for adjusting text, including font, size, and color also adjusting the alignment of the text to change how it is displayed on the message.

To compose a new E-mail by using ILIAS's mail system you will not find the above attributes, therefore a text formatting editor has been added as a third addition feature.

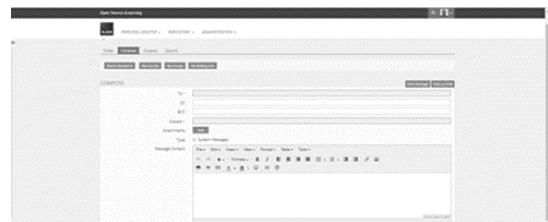


Figure 6. ILIAS's E-mail composing page after adding a text Formatting editor.

To know whether adding this features is effective or not, a question about this feature has been answered by the students, and the result demonstrated in the table below.

Question5/Do you find adding Text formatting editor for the message content useful?

Table 5. The percentage of the students' answer about the fifth question.

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| No | 1 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| Yes | 72 | 98.6 | 98.6 | 100.0 |
| Total | 73 | 100.0 | 100.0 | |

The question has been answered by 73 student, 72 of them which equal to 98.6 percent thought that adding a text formatting editor feature is necessary to improve the usability for composing a message.

4 Conclusion

ILIAS is a powerful Open Source Learning Management System for developing and releasing web-based e-learning. The software was developed to reduce the cost for using a new media in education, further training and to ensure the maximum level of customer influence in the implementation of the software. ILIAS is published by ILIAS open source e-Learning under the General Public License and free of charge. Internal E-mail in ILIAS is using for communication with other users and to receive notifications from the forums and the courses. Students can use internal E-mail feature to E-mail groups and individuals. It supports the delivery of internal mails to external E-mail addresses as well. There are already some filters available in the ILIAS mail system (sender, Subject, Body, Attachments). However, with more and more E-mails arising over the years, students might also need a date filter to find what they are looking for, so that a date filter feature has been added, by adding a date filter to ILIAS's E-mail system, this addition will increase and facilitate the usability of this platform.

Sorting E-mails in the ILIAS mail system is not very convenient, moving a mail to a folder affords four clicks (checking mail – opening menu – choosing folder – clicking "Execute") which is quite a lot, to save time and to keep your inbox tidy, drag and drop feature has been added as an alternative to the old way for moving E-mails.

Formatting a text can draw the reader's attention to a specific part of a text also emphasize important information. There is several options for adjusting text, including font, size, and color also adjusting the alignment of the text to change how it is displayed on the message.

To compose a new E-mail by using ILIAS's mail system, you will not find the above attributes, therefore text formatting editor has been added as a third addition feature.

Future work in this area will include further work on Sorting of Mail According to Courses and Groups .At present the user of ILIAS can sort their mails according to Sender, Subject and Date. For people who are active in many different courses, it would be great to have a way to filter mail according to courses, so that only mails which belongs to a certain course will appear.

5 References

- [1] Alshomrani, S. (Mar 2012). Evaluation of Technical Factors in Distance Learning with respect to Open Source LMS. Asian Transactions on Computers (ATC ISSN: 2221-4275) Volume 02 Issue 01.
- [2] Baenziger, S. D. (2007). Extensible open source content management systems and frameworks: a solution for many needs of a bioinformatics group. Oxford University Press. For Permissions, please email: journals.permissions@oxfordjournals.org.
- [3] Ernest Cachia, M. M. (n.d.). A Framework for an Adaptive Virtual Learning Environment. the third Computer Science Annual Workshop (CSAW'05).
- [4] FAXÉN, T. (2011). Improving the outcome of e-learning using new technologies in LMS systems. Gothenburg Sweden June 2011.
- [5] Harun Cigdem, A. T. ((2015). Predictors of instructors' behavioral intention to use learning. elsevier.
- [6] Hui Lin a, I. Y. (2013). Do feelings matter? The effects of intrinsic benefits on individuals'. elsevier.
- [7] Jamil Ahmad Itmazi, G. (2005). A Comparison and Evaluation of Open Source Learning Management Systems. Iadis International Conference - Applied Computing 2005. Algarve, Portugal. 22-25 Feb.
- [8] Jamil Ahmad Itmazi, G. M. (2005). A comparison and evaluation of open source learning management systems. IADIS International conference. Algarve-Portugal.
- [9] Joi L. Moore a, C. D.-D. (Joi L. Moore a, Camille Dickson-Deane b,*, Krista Galyen b). e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? 2011.
- [10] Lee, M.-C. (2010). Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning:. elsevier.
- [11] Mark A.M. Kramer. (May 19th-20th, 2016). Teaching in an Age of Ubiquitous Social Media: An Informal Ethnographic Survey. Cross-Cultural Business Conference 2016.
- [12] Martin, F. (2008). Blackboard as the Learning Management System of a Computer Literacy Course. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching.
- [13] Risse, T. (2007). Testing and Assessing Mathematical Skills by a Script Based System. Conference ICL2007 September 26 -28, 2007 Villach, Austria.
- [14] S. Bednar*, J. H. (2013). Adoption of ILIAS Web Learning System for Distance Education. ICETA 2013 • 11th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications • October 24-25, 2013, Stary Smokovec, The High Tatras, Slovakia.
- [15] Sevgi Ozkan *, R. K. (2009). Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher. elsevier.
- [16] Susnea, E. (2011.). Data Mining Techniques Used in On-Line Military Training. Conference proceedings of "eLearning and Software for Education" (eLSE) (Conference proceedings of.
- [17] Yiouli Kritikoua, P. D. (2008). User Profile Modeling in the context of web-based learning management systems. Journal of Network and Computer Applications, Website of eFront Demo Version, retrieved on January 2012 <http://www.efrontlearning.net>.

Authors' addresses

Payman Hasan¹, master student (Corresponding Author)
Firat University/ College of Technology/Software Engineering
Department
Payman1984@yahoo.com

Asaf Varol², Professor
Firat University, College of Technology
23119 Elazig/Turkey

KİL MINERALLERİNİN TARIMDA UYGULAMA OLANAKLARI

Buşra Akgül 1, İnanç Özgen 2

Original scientific paper

Küresel kirleticilerin çevreye olan önemli zararlı etkilerden dolayı kil minerallerinin tarımda kullanım alanları genişlemiştir. Özellikle organik olarak yetiştirilen ürünler için İyi Tarım Uygulamaları (GAPs) fikri ortaya konulmuştur. Bu bağlamda Partikül Film Teknolojisi (PFT) gibi birkaç inovatif teknoloji, tarımsal sanayi çerçevesinde geliştirilmiştir. Bunlar, hastalıklar, böcekler, güneş yaralanmaları, donma zararları ve meyvenin gelişimini tamamlayan renk, karbon asimilasyon oranı gibi hasat öncesi ve sonrası meyve kalitesini etkileyen zararları azaltmak için özel olarak formüle edilmiş sıvı formülasyonlardan oluşan, kimyasal olarak inert kil ya da kil mineral partiküllerinden oluşurlar. Son yirmi yılda çeşitli film teknolojisinin geliştirilmesi üzerinde önemli sayıda araştırma yapılmıştır. Ayrıca bahçe bitkileri ve çeşitli tarla ve sera bitkileri üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Bu makalede kil mineralleri ve tarımda uygulamaları ile ilgili bilgiler verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kil Mineralleri, Tarım, Uygulama Alanları

1 Giriş

Kil minerallerinin çok büyük ve karmaşık bir mineral dizisine sahip olmaları, içeriklerindeki yabancı maddelerin varlığı, oluşum yeri ve özelliklerinin değişik oluşu gibi parametrelerden dolayı birçok şekilde sınıflandırılmaktadırlar. Genelde bu sınıflandırmalar aşağıda verildiği gibidir[1]. Killerin ekonomik değeri, içerdiği kil ve kil dışı minerallerin çeşidi, oranı, kimyasal bileşimi ve rengine bağlı olarak değişmektedir. İçerdikleri minerallerin oran ve bileşimlerine bağlı olarak killerin renkleri gri, pembe, yeşil, beyaz, kahverengi tonlarında olabilirler[2,3,4]. Volkan tüflerinin aşınmasıyla oluşan killer, gözenekli ve su çekici yüzeye sahip minerallerdir[5]. Tabakaları arasında çeşitli organik ve inorganik moleküllerin girmesi yanında iyon değişimi ile değişik katyonların sokulması sonucu farklı fizikokimyasal özelliklere sahip teknolojik ürünler elde edilebilmektedir[6].

Gözenekli yapıya sahip olan killerin kullanım alanları inşaat endüstrisinden kağıt ve petrokimya endüstrisine; radyoaktif atıkların ve atık suların temizlenmesi; seramik ve çimento üretiminden bitkisel yağ, bira, şarap ve meyve suyu ağartmaya; diyafram, elektrot, deterjan, ilaç, sabun, katalizör, lastik ve plastik üretimi gibi çok geniş alanları kapsamaktadır[7]. Asit aktivasyonu, termal işlem, iyon değişimi, hidrotermal işlem ve adsorpsiyon gibi yöntemlerle killerin mineralojik, reolojik, adsorplama ve kimyasal özellikleri istenilen doğrultuda değiştirilerek ileri teknoloji malzemeleri üretilmektedir[8].

Bir kil mineralinin, yapısına su aldıkça genişleme göstermesine “şişme” denir. Kil mineralinin fiziksel hali; su aldıkça katı halden (susuz) hidratlaşmış, yarı-katı plastik, jel ve süspansiyon hallerine sırayla dönüşme göstermektedir[9,10,11]. Simektit-su sistemleri; tarımsal, çevresel ve endüstriyel alanların çoğunda büyük öneme sahiptir. Sızdırmazlık problemlerinin giderilmesi, baraj inşaatı döküm kalıbı hazırlanması, sondaj sıvılarının hazırlanması gibi mühendislik işlerinde kullanılmaktadır. Küresel kirleticilerin çevreye olan önemli zararlı etkilerden dolayı kil minerallerinin tarımda kullanım alanları genişlemiştir. Özellikle organik olarak yetiştirilen ürünler için İyi Tarım Uygulamaları (GAPs) fikri ortaya konulmuştur. Bu bağlamda Partikül Film Teknolojisi

(PFT) gibi birkaç inovatif teknoloji, tarım bilimcileri tarafından geliştirilmiştir. Bunlar, hastalıklar, böcekler, güneş yaralanmaları, donma zararları ve meyvenin gelişimini tamamlayan renk, karbon asimilasyon oranı gibi hasat öncesi ve sonrası meyve kalitesini etkileyen zararları azaltmak için özel olarak formüle edilmiş sıvı formülasyonlardan oluşan, kimyasal olarak inert kil ya da kil mineral partiküllerinden oluşurlar. Son yirmi yılda çeşitli film teknolojisinin geliştirilmesi üzerinde önemli sayıda araştırma yapılmıştır. Ayrıca bahçe bitkileri ve çeşitli tarım bitkileri üzerindeki etkileri de araştırılmıştır[12]. Bu makalede kil mineralleri ve tarımda uygulamaları ile ilgili bilgiler verilmektedir.

2 Partikül Film Teknolojisi (PFT) ve Kullanımının Tarihsel Serüveni

Bahçe bitkilerinin üretiminde kullanılan pestisitlerin kalıntılarının zararlı etkileri ile ilgili tüketicilerin farkındalığının artması ile sadece tüketici sağlığı için değil, aynı zamanda çevre sağlığı için artan endişe toksik kimyasalların kullanımını azaltmada yardımcı olabilecek bazı alternatifler için önemli çalışmalar yapılmıştır[13]. İyi tarım uygulamaları GAPs (Good Agricultural Applications) bu sorunların önlenmesi için partikül film teknolojisinin kullanımını tavsiye etmiştir. Bu partikül film teknolojisi ürünleri kimyasal olarak inert mineral partiküllerinin sıvı formülasyonlarından oluşmaktadır ve bunlar özel olarak formüle edilerek tarım ve bahçe bitkilerinde kaplama materyali kullanılarak koruma görevi görmektedir[14,15]. Bu partikül filmler çeşitli temel fiziksel özellikleri sayesinde tarla bitki ürünlerinin verimini ve sentezini artırırken aynı zamanda onların bitkilerdeki böcek ve bitki patojen hasarını azaltmaktadır[16].

Doğada birçok hayvan; yaygın olarak üzerlerinde beslenme amacıyla sokup emen yumurta bırakan veya ısırarak böceklerden ve bu böceklerin parazitlerinden kendilerini korumak için “toz banyosu” almaktadırlar. Toprak tozları aynı zamanda ilk insanlar, memeliler ve kuşlar tarafından böcek sokmalarını (ısırmalarını) önlemek için kullanılmıştır[17]. Antik çağlarda; bitumenin (Anadoluda harç veya çimento olarak

| Minerolojik Özelliklerine Göre Killer | Yapılarına Göre Killer | Kimyasal İçeriklerine Göre killer | Fiziksel Özelliklerine Göre Killer |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kaolin Grubu • Smektit (Montmorillonit) Grubu • Mika Grubu • Klorit Grubu • İllit Grubu • Attapulgit Grubu | <ul style="list-style-type: none"> • Amorf Grup • Kristal Grup | <ul style="list-style-type: none"> • Alüminyum içerikli • Boksit içerikli • Silikat içerikli • Demir içerikli • Kalsit içerikli • Karbonat içerikli | <ul style="list-style-type: none"> • Plastik özelliğine • Tane boyutuna • Refrakter özelliğine • Renk özelliğine göre |

Şekil 1. Killerin Sınıflandırılması[1]

kullanılan bir tür asfalt) yanında elemental kükürt veya sülfür bileşikleri kullanılarak ağaç ve bağlardan böcekleri uzaklaştırmak için sülfür dumanı şeklinde kullanım şekilleri vardır[18]. İlk zamanlarda; Çinde zararlılardan bitkileri korumak için diatomlu toprak kullanılmıştır[19]. O zamandan beri çeşitli minerallerin zirai alanda zararlıları kontrol etmek için kullanımı (Avrupa'da 1699'da arsenik ve arsenik tuzları karınca yemlerine katılmıştır) artmaya başlamıştır[20].

M.S I. Yüzyılda ise toz haline getirilmiş kireç taşı (kalsiyum karbonat) böcek zararlılarını uzaklaştırmak için tahıl alanlarında kullanılmıştır. Hidrate kireç ve sülfür karışımı; ilk dönem tarımsal üretim sistemlerinin en sık kullanılan insektisit ve fungusitlerinden biri olmuştur[21]. Çeşitli tarla ve bahçe bitkilerini böcek zararından korumak için tek başlarına veya kombinasyonları halinde kullanılmışlardır. Ayrıca; kimyasal olarak reaktif hidrate kireç ve sülfür, bağlar ve ağaçları hastalık ve böcek zararından korumak için boyama veya yıkama olarak odun külü, keten tohumu yağı, sabun ve inek gübresi ile uygulanmıştır. 1500'lü yılların sonundan 1800'li yıllara kadar ev, tahıl depoları ve bitkilerin böcek zararlılarına karşı sönmüş kireç bireysel mineral uygulamalarının yerini alarak ve popüler hale gelmiş ve ağaçlarda bir fumigant olarak kullanılmıştır. Böylece; daha eski zamanlarda kolayca hazırlandığı için, böcek ve hastalık kontrolü için ana malzemeler olarak kireç-sülfür, sönmüş kireç ve sülfür kullanılmıştır [Ca(OH)₂] ve yanmış kireç [CaO] kullanılmıştır. Sülfür-kireç kombinasyonu 18. Yüzyılın sonlarında ise bireysel mineral uygulamalarının yerini alarak ve popüler hale gelmiş ve ağaçlarda bir fumigant olarak kullanılmıştır. Böylece; daha eski zamanlarda kolayca hazırlandığı için, böcek ve hastalık kontrolü için ana malzemeler olarak kireç-sülfür, sönmüş kireç ve sülfür kullanılmıştır[12]. 1920'li yıllarda ise sıvı ilaçlama ile kıyaslandığında toz uygulamaların kullanımı iş ekonomisi, iyi bir bitki örtüsü, tozlama işlemlerinin kolaylığı ve hızı açısından böcek kontrolünde sıvı ilaçlamalara tercih edilmiştir[22,23]. Böcek öldürme amaçlı kullanılan tozlara artan ilgi ile kendi kendini temizleyen kimyasal olarak aktif sodyum florid ve boraks partikülleri önerilmiştir(yutulmuş tozlar ölüme yol açmaktadır)[24,25]. 1930'larda; kendi kendini temizleme işlemi sırasında yutulduğunda böceklere karşı toksik etki gösteren bazı inert tozlar tespit edilmiştir[26,27].

Insektisidal tozlar; ilk olarak 1940 yıllarında böceklere karşı kullanılmıştır.DDT'nin en iyi taşıyıcıları olarak alüminyum oksit(Al₂O₃) veya silika oksit (SiO₂) gibi aşındırıcı tozların bulunduğunu bildirmişlerdir[21].

Böcek kontrolünde inert tozlara olan ilginin artmasıyla, 1970'e kadar kullanılan füm silikalılar ve silika aerogeller gibi sentetik bileşiklere karşı mineraller kullanılmaya başlanmıştır. 1970'ten sonra mineral parçacıkları üzerine yapılan çalışmalar, trips [28] ve afit vektörleri[29] tarafından yayılan bitki viral hastalıklarının önlemek için beyaz-yıkama ilaçlamaları olarak minerallerin kullanımı ve mikrobiyal ajanlar[30,31] ya da sentetik pestisitler [32,33] için taşıyıcı olarak kullanılmıştır[12].

Beyaz kaplamalar, bitki örtüsünü ve bitkiyi çevreleyen toprağı kaplamak üzere tasarlanmıştır. Ayrıca, yapışkanlık ve yayılım sağlayan ajanların kaolin, bentonit ve attapulgit gibi bileşiklere eklenmesi ile olmaktadır [34,35,36]. Bu yaklaşım başarılı görülmüştür fakat bahçe bitkilerinin birkaç viral hastalığın yayılımına neden olan bazı vektörler olan afitleri itmekle sınırlı olmuştur. 1980'lerde kaolin bazı püskürtme malcı geliştirilmiştir ve turuncgillere karşı etkisi olduğu ispat edilmiştir[35]. Böcek kontrolü için beyaz kaplamalar daha da popülerleştirilmiştir ve 'Surround', 'Cocoon', 'Parasol', 'Purshade', 'Screen', ve 'Eclipse' gibi birkaç partikül filmin gelişmesine kadar pek ilgi görmemiştir. Bu da partikül filmlerin tarımla ilgili faaliyetlerde kullanımına yeni olanaklara yol açmıştır[12].

3 Partikül Filmlerinin Etki Şekilleri Ve Tarımda Kullanım Olanakları

3.1 Partikül Filmlerin Uygulama Teknikleri Uygulama Metodu, Oranı ve Zamanı

Filmin aktif maddelerine ve kaplanacak bitki yüzeyi miktarına bağlı olarak partikül filmlerin uygulama oranı değişmektedir. Surround WP için; istenilen etkiyi elde etmek için ve püskürtülecek bitkiye bağlı olarak genellikle ha başına 5 kg kullanılması önerilmektedir[16]. Yeterli püskürtme hacmi damla damla akıp gitmemesi için ve iyi kapsama alanı elde etme açısından önemlidir[15,16]. İyi bir kaplama elde etmek için iki veya daha fazla uygulama her zaman gerekli olmaktadır. Armut psillası gibi zararlılara karşı optimum performans eldesi için partikül filmi yaprakların her iki tarafına uygulanmalıdır. Meyve ağaçlarına uygulama, meyve, kabuk ve yaprağın her iki tarafını kaplayacak şekilde yeterli hava turbülansı sağlayan yüksek basınçlı spreyle ya da ince püskürtme basınçlarında yapılabilmektedir[12].

Uygulanmasında dikkat edilecek ilk husus hava sıcaklığıdır. Parçacık filmler; zararlı popülasyonu artmadan ve yüksek sıcaklıklar oluşmadan önce

uygulanmalıdır. Eğer yoğun yağmur veya yağış var ise büyümenin her aşamasını kontrol etmek amacıyla iki haftada bir tekrarlanmalıdır.

Doğru uygulama zamanı korumanın optimize edilmesi açısından önemlidir. Optimum etkinlik için bu partikül filmler koruyucu programda kullanılmalı ve

böcekler görülmeden bitki yüzeyinde kaplama alanı oluşturulmalıdır [15,16].

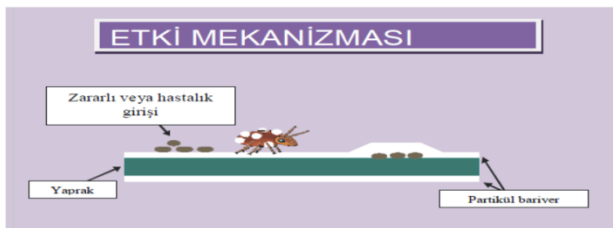
Su bazlı partikül emülsiyonları için ilk uygulama (ör. Surround), böcek popülasyonu görülmeden başlamalıdır. Daha sonraki uygulamalar için uygulama aralığı ve zararlıların türü göz önüne alınmalıdır (Tablo 1)[12].

Tablo 1. Meyve ve Sebze Alanlarında Partikül Filmlerin Uygulama Miktarı ve Süresi[12]

| Bitki | Partikül filmin uygulanma sıklığı | Hedef zararlı |
|-------------------------------|---|---|
| Elma, armut | Ağaç uygulaması, 7-10 gün aralıklı | Elma testereli arısı (<i>Hoplocampa testudinea</i>), armut psillası, Ağaç zararlıları |
| Çekirdekli meyveler | 3-4 uygulama, 5-7 gün aralıklı | Japon böceği (<i>Popillia japonica</i>) |
| Etili ve zarlı kabuksuz meyve | 2-3 ilaçlama, 7-14 gün aralıklı | Böğürtlen-kurtçuk, psilla, çekirge |
| Turunçgil | Çiçeklenmeden önce 2 kez ilaçlama, 5-7 gün aralıklı ve çiçeklenmeden sonra 2 kez ilaçlama 7-14 gün aralıklı | Trips, yaprak bitleri, psillidler |
| Üzüm | 1-3 uygulama, 7-14 gün aralıklı | Trips, yaprak bitleri |
| Ceviz | 2 kez ilaçlama, 4-14 gün aralıklı | Yaprak bitleri |
| Bakla Sebzeleri | 2 kez ilaçlama, 7-14 gün aralıklı | Yaprak böcekleri (Chrysomelidae), çekirge, |
| Yumru köklü sebzeler | 2 kez ilaçlama, 7-14 gün aralıklı | Yaprak biti |
| Meyve, sebze | 2 kez ilaçlama, 7-14 gün aralıklı | Böcekler, çekirge, trips |
| Soğanlı Sebzeler | 2 kez ilaçlama, 5-7 gün aralıklı | Trips |
| Yapraklı Sebzeler | 2 kez ilaçlama, 3-5 gün aralıklı | Çekirge |
| Kuşkonmaz | 2 kez ilaçlama, 7-10 gün aralıklı | Çekirge |

3.2 Böcek Zararlılarına Karşı Etki Mekanizması ve Kullanım Olanakları

Parçacık filmleri meyve bitkileri üzerinde kullanıldığında, filmlerle kaplanan bitki dokularını zararlılara karşı görsel ve dokusal olarak açık şekilde değiştirmektedir[16]. Dolayısıyla, partikül filmlerin ilk etki mekanizmalarından biri, bitkileri düşmanlara karşı farkedilemez kılan “konak kamuflajı” olarak görev yapmasıdır. Kamuflaj ile bitki yapraklarının mikro habitatında zararlı popülasyonu azalmakta ve yumurtlama sayıları düşmektedir. Partikül filmler; aynı zamanda yumurta bırakma, beslenmeyi azaltma, bitki yüzeyine tutunmayı engelleme, bitki dokularında hareketlerini kısıtlama, davranış değişikliği, felce yol açma ve ölüme neden olma gibi repellent etkisi ile böcek zararlılarını azaltmaktadır[37,38].



Şekil 2. Kaolinin Hastalık ve Zararlılar Üzerine Etkisi[39]

Organik tarımda kullanılan farklı zararlı yönetim stratejileri arasında, biyolojik ve mineral kökenli

maddelerin zararlı kontrolünde kullanılması, koruyucu önlemlerin başarısız olduğu durumlarda zararlıların bolluğunu doğrudan azaltma avantajına sahiptir[40]. Kaolin bazı formülasyonlar, farklı bitki sistemlerinde çeşitli eklem bacaklı zararlılarının etkili bir şekilde kontrol edilmesini sağlar ve böylelikle başta organik tarım olmak üzere zararlı yönetiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yağış oranlarının daha az olduğu ve yıkanma riskinin daha düşük olduğu yerlerde, özellikle kuru bölgelerde organik tarımda kullanılan diğer böcek öldürücü maddelerden daha etkilidir[41,42,43].

Parçacık film teknolojisi ilk kullanıldığı dönemlerde ilk sentetik insektisitlerin gelişimine benzer etki gösterebilen geniş tabanlı böcek kontrol sistemini temsil ettiği bilinmektedir aynı zamanda çevre ve gıda zinciri karakteristikleri üzerine olumsuz etki göstermemiştir. Bu teknoloji, elma, armut, üzüm, böğürtlen, domates, şeftali ve nektarin içeren geniş bir ürün yelpazesinde kullanılan organofosfat ve karbamatlı insektisitlerinin bazılarının yerine kullanılmasında güvenli bir etkinlik sağladığı görülmüştür[41,44]. Düşük toksisite ve güvenli taşınma özelliklerinden dolayı üretilmesinden hemen sonra bu malzeme çok sayıda üretici tarafından kullanıldığından ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından izlemeye alındığı bilinmektedir. Formülasyonlar sadece gıda ve ilaç yönetiminin güvenli olarak tanımlanan listesinde mevcut olan bileşikleri içermektedir[12].

Kaolin film teknolojisi nispeten yeni olmasına rağmen bazı bahçe bitkilerinde böcek zararlısı hasarını azaltmak için umut verici bir seçenek sunmaktadır. Bu

teknolojide böcek zararlına karşı koruyucu bir bariyer görevi yapan ve bitkiyi kaplayacak bir film oluşturan, aşındırıcı olmayan, kimyasal olarak inert olan alumina silikat mineral partikülleri, bitkilere püskürtme işlemi ile uygulanmaktadır[37].Kaolin filmlerin kullanımı, birçok meyve ve sebze için istilaya uğratan psillalar, yaprak biti, Elma içkurdu, Akdeniz meyve sineği, Armut psillası ve diğer birçok zararlı gibi böcek zararlılarının geniş bir

kısmına karşı etkili olmaktadır (Tablo 2). Partikül film teknolojisi aynı zamanda doğal kaynaklı bir pestisit özelliği taşıması[45], adsorpsiyon özelliğinin olması[46] gibi avantajlarından dolayı organik tarımda kullanılmasına izin verilmektedir ve zeytin sineği *Bactrocera oleae* zararını kontrol etmek için organik zeytin yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır[12].

Tablo 2. Partikül Filmlerin Farklı Meyve ve Sebzelerde Bulunan Böcek Zararlıları Üzerine Etkisi[12]

| Mahsul | Kültür Bitkisi | Hedef böcek-zararlı | Uygulanan partikül film | Etki şekli | Yorum |
|----------------|---------------------|--|--|--|--|
| Elma | Smoothie | <i>Aphis spiraecola</i> , <i>Tetranychus urticae</i> , <i>Empoasca fabae</i> | M96-018 toz | Mortaliteye etkisi | Elma kabuğu üzerine konmaları azalmıştır. |
| | Golden Delicious | Elma kurdu (<i>Rhagoletis pomonella</i>) | Surround® | Konak bitkiyi farkedilemez hale getirme | Kurtçuk istilasının neden olduğu zararda azalma gözlemlenmiştir. |
| | Delicious | Eğri şeritli yaprakbükten (<i>Choristoneura rosaceana</i>) | Kaolin+sentetik insektisitler | Kaolinin tek başına herhangi bir etkisi yoktur. | Kaolin partikülleri, azinofosmetil ve indoksakarb'ın toksikliğini arttırmıştır |
| Armut | Bartlett | Armut psillası (<i>Cacopsylla pyricola</i>) | M96-018 toz | Repellent ve yumurtlamayı azaltıcı etkisi | Güneş ışığının yansımalarıyla ısı stresinin azalması. |
| | Abbe Fétel | Armut psillası (<i>Cacopsylla pyri</i>) | Surround® WP. Mineral oil | Konak bitki olarak kabul edilmeme ve yaprak yüzeyine tutunmasını engelleme | Uygulanmış bitkiler üzerinde ne yumurta ne de nimfler gözlemlenmemiştir. |
| | Koshia | Armut psillası (<i>Cacopsylla pyri</i>) | Surround® (Kaolin) Envidor® (Spirodiklofen Akarisit) Vitazyme® (Org. Biyolojik uyarıcı) Messenger® (Harpin proteini) | Nimf yoğunluğunu etkin bir şekilde bastırmıştır. | Uygulanmış bitkilerde meyve yükünde artış gözlemlenmiştir. |
| Limon | Limoneira 8A Lisbon | Trips (<i>Scirtothrips citri</i>) | M96-015 + MeOH | Meyve ve renk istilasında azalma | Trips kontrolü ve artan meyve büyüklüğü |
| | - | Geniş burunlu bitler (<i>Diaprepes abbreviatus</i>) | Kaolin partikülleri (Kil minerali) | Beslenmesinde caydırıcılık, yumurtlamada azaltıcı etki | Yaprak yüzeyine yumurtaların yapışmasını önlemiştir. |
| Turunçgil | Makrofill | Turunçgil Kök kurdu (<i>Diaprepes abbreviatus</i>) | Surround® WP | Beslenmesinde caydırıcılık, yumurtlamada azaltıcı etki, azaltılmış doğurganlık | Partikül film kullanılan konsantrasyonlarla orantılı olarak yumurtlamayı azaltmıştır ve beslenmede caydırıcılık etkisi. |
| Tatlı portakal | Midsweet | Turunçgil kök kurdu (<i>Diaprepes abbreviatus</i>) | Surround® WP | Yumurtlamada azaltıcı etki, | Tedavi edilen ağaçlar üzerindeki yumurta kitlelerinin sayısını azaltmıştır ancak larva popülasyonunun kontrol grubundan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. |
| Mandarin | Satsuma | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitis capitata</i>) | Surround® WP | Repellent etkisi | Uygulanan meyveler üzerine konmaları ve delmeleri azalmıştır. |
| Nektarin | Flamekist | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitis capitata</i>) | Surround® WP (6%) | Kamuflej ve repellent etkisi | Kaolin partikül film uygulaması ile kontrol grubuna göre hemen hemen daha lekesiz meyveler elde edilmiştir. |

Tablo 2.(devam) Partikül Filmlerin Farklı Meyve ve Sebzelelerde Bulunan Böcek Zararlıları Üzerine Etkisi[12]

| Mahsul | Kültür Bitkisi | Hedef böcek-zararlı | Uygulanan partikül film | Etki şekli | Yorum |
|-----------------|---|--|---|--|---|
| | Fairline ve Ventüs | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitidis capitata</i>) | Surround ® WP | Repellent etkisi | Uygulanan meyveler üzerine konmaları ve delmeleri azalmıştır. |
| Ceviz ağacı | Curtis | Siyah ceviz afidi (<i>Melanocallis caryaefoliae</i>) | Surround + M03 | Kısıtlı hareketlilik | Ergin ölümlerinde artış ve nimf sayısında azalma gözlemlenmiştir. |
| Şeftali | 'Fairtime' ve 'Regina di Londa' | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitidis capitata</i>) | Surround ® WP | Repellent etkisi | Uygulanan meyveler üzerine konmaları ve delmeleri azalmıştır. |
| Tatlı Kiraz | Royal Anne, Bing, Black Republican, Red Sweet | Batı kirazı meyve sineği | Surround (95% kaolin) Cocoon (100% hidroz kaolin), Eclipse (N75%),kireçtaşı Purshade (62.5% kireçtaşı) | Yumurtlama ve konmalarda azalma | Uygulanan meyveler üzerine konmaları ve delmeleri azalmıştır. |
| Zeytin | Ziety, Djlt | Meyve sineği (<i>Bactrocera oleae</i>) | M-99-099 | Populasyonda baskılanma, istilada azalma | Popülasyon bastırıldı ve mevsimlik böcek kontrolü sağlanmıştır. |
| | Carolea | Zeytin meyve sineği (<i>Bactrocera oleae</i>) | Surround WP | İstilada azalma | Beslenme ve algılama kalitesini etkilemeksizin istila düzeylerinde belirgin azalma |
| Trabzon hurması | Triumph | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitidis capitata</i>) | Surround ®WP (6%) | Kamufraj ve repellent etkisi | Kaolin partikül film uygulaması ile kontrol grubuna göre hemen hemen daha lekesiz meyveler elde edilmiştir. |
| Üzüm | Flame Seedless Chardonnay Thompson Seedless | Shooter (<i>Homalodisca coagulata</i>) GWSS-Glassy Winged Sharp | Surround WP | Kamufraj ve repellent etkisi | Yetişkinlerin sayısında ve yumurtlamalarında azalma . Pierce hastalığına neden olan X. fastidiosus'un kontrollü taşınımı. |
| Domates | HLV 19 hp (yüksek pigmentli) | Farklı Emici Böcekler | Surround WP | Repellent etkisi | Böcek hasarında % 79 azalma |
| Lahana | Fiesta | Polifag afit (<i>Myzus persicae</i>) | F-01-KV-6 | Genel etkisi | Hayatta kalma, üreme büyüme hızı üzerinde anlamlı bir etki görülmemiştir. |
| Kavun | ImPac | Gümüş kanatlı beyaz sinek (<i>Bemisia argentifolii</i>) | Surround® WP Güneş sprey yağı (Mineral yağ) | Repellent etkisi | Yumurta ve ergin sayısını önemli ölçüde azaltmıştır. |

3.3 Partikül Film Uygulamalarının Bitki Hastalıklarını Kontrolde Kullanımı

Birçok fungal ve bakteriyel bitki patojeni, gelişimleri için yaprak yüzeyi ile direkt temas etmeyi spor veya conidia çimlenmesi için su ile sıvı bir film oluşturmayı gerektirmektedir. Parçacık filmleri; yaprak yüzeyine su ve sporların direkt temasını önleyerek yaprağı kaplar ve böylece enfeksiyonu baskılar. Bu tür filmler aynı

zamanda mantar sporlarının yaprak yüzeyine yapışmasını önleyerek enfeksiyon ve lezyon (doku bozukluğu) gelişim şansını azaltmaktadır[47]. Örneğin alüminyum, silika ve titanyum dioksitten oluşan bir kombinasyon, elmadaki yara kabuğu oluşumunu[48] ve üzümlerdeki külleme ve yumuşamayı[49] kontrol etmede etkilidir. Etki mekanizması aşağıdaki şekilde olmaktadır.

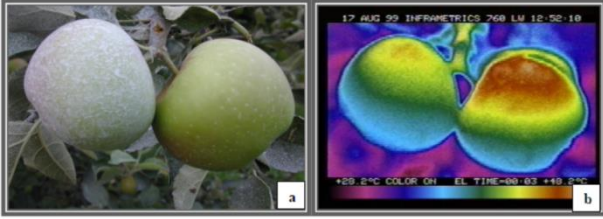
I. Hif (uzun, dallanma gösteren ipliksi bir mantar yapısı) üzerine direkt etki,

II.Bitki yüzeyinin tanınmasına müdahale etme,

III.Bitkinin fizyolojik savunmalarını uyarma.

3.4 Partikül Film Uygulamalarının Bitkilerde Güneş Yanmalarını Karşı Kullanım Olanakları

Meyvelerdeki güneş hasarı, yüksek sıcaklık ve güneş radyasyonu ile oluşmaktadır. Parçacık filmleri meyvelere uygulandığında, meyve yüzeyi üzerinde yeterli kalıntı bırakılmaktadır. Bu kalıntı meyve sıcaklığını ve dolayısıyla güneş hasarını azaltmaktadır[15,16]. Ayrıca uygulama yapılan bitkilerin yüzeyinde suyun tutunmasını da azaltarak hastalık yapmak için suya ihtiyaç duyan birçok fungal ve bakteriyel patojenin gelişmesini engellediği tespit edilmiştir[50]. Kaolin uygulamaları sonucu stomalar kapanmamaktadır.



Şekil 3. Termal Kamera ile Çekilmiş Isı Değişikliği. a) Kaolin uygulanan ve uygulanmayan meyve. b) Kaolin uygulanan meyve yüzey sıcaklığı 28.2 °C, kaolin uygulanmayan meyve yüzey sıcaklığı 48.2 °C [39].

3.5 Partikül Film Uygulamalarının Donma Zararına Karşı Etkinliği

Partikül filmlerin meyve bitkilerini don hasarından koruduğu tespit edilmiştir. Bitki yüzeyi üzerinde uygulanan parçacık filmleri, suyu bitki yüzeyinden ayıran fiziksel bir bariyer görevi görmektedir. Hidrofobik filmlerin (M96-018), çiy veya donu fiziksel olarak bitki yüzeyinden ayırarak dondurma hasarını önleyebileceği tespit edilmiştir[51]. Hidrofobik partikül filmlerin don hasarı ve buz çekirdeği hasarını önlemesi üzerindeki benzer etkisi tüm domates bitkilerinde de saptanmıştır[52,53].

3.6 Meyve Rengine Etkisi

Meyve rengi; kalite algısındaki önemli etmenlerden biridir[54]. Partikül film teknolojisi infrared ve UV ışığını azaltmanın yanı sıra fotosentetik olarak aktif radyasyonun yeniden dağılımını sağlayarak elmadaki renk gelişimine yardımcı olmaktadır. Renklenmedeki bu gelişme; yapraklar üzerinde birikmiş olan partikül filmlerden yansıma ile gölgelik kısımlardaki ışık saçılmasının artması ile sonuçlanmaktadır. Elma üzerindeki kırmızılık (antosyaninler); Surround WP uygulamaları ile zaman zaman azalmıştır[55,56]. Surround WP ile artan yansıma özelliği, muhtemelen renk gelişiminden sorumlu olan foto koruyucu bileşikleri azalmıştır[39,57]. Kaolin uygulamaları domates meyvelerinin trans-likopen içeriğini ortalama %14 oranında arttırırken, gözlenen diğer nitel parametreler üzerinde bir etkisi olmamıştır[58]. Siyah çatı altında

kaolin bazı yansıtıcıların kullanılmasıyla iyi renkli I. sınıf elma meyve oranını arttırmıştır[59].

3.7 Partikül Film Uygulamalarının Faydalı Böceklere Etkileri

Zararlıyı kontrol etme yöntemlerine alternatif olan partikül film uygulaması, aynı zamanda biyolojik kontrole müdahale edilmemesi gereken yöntemler ile birlikte kullanılmaktadır. Bu anlamda; kaolin tedavili bitkiler üzerindeki faydalı böcek ve/veya eklembecaklıların yokluğu ya da varlığına bağlı olarak, arazi çalışmalarında kaolinin etkileri üzerine çalışılmaktadır[43,60,61,62]. Bugüne kadar, yararlı böceklerle karşı kaolin filmlerinin neden olduğu zararlı etkilerin tam olarak bilinmemesi ve predatörlerle ilgili de davranışsal özelliklerin ne boyutta olduğu ile ilgili bilinen bilgiler oldukça azdır[12].

Partikül filmlerin yararlı böcekler üzerindeki etkileri üzerine yapılan araştırmalarda, gelin böceklerinin kaolin partikül filmleri ile muamele edilmiş bitki yüzeyleri üzerindeki yaprak bitlerine karşı iyi bir performans gösterdiğini ortaya koymaktadır[12].

Parazitlenme deki bazı azalmaların, av sayısının az olması nedeniyle olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca partikül filmlerin çiçek tozlarına uygulanmadığı sürece bal arılarına ve diğer polinatörlere (tozlayıcıları) zararlı etkilerinin olmadığı ortaya konulmuştur. Benzer şekilde kaolin uygulamaları, kırmızı kadife akarı *Allothrombium fuliginosum* (Hermann), örümcekler ve kulağakaçanlar (*Forficula auricularia* L.) gibi omurgasızların predatörlük özelliklerinde azalmalara yol açtığı[61,63,64] ve elma testere sineği ve bazı yaprak güvelerinin parazitlenme oranlarında azalmalar[63,64] oluşturduğu bilinmektedir. Kaolin partikül filmlerinin, doğal düşmanların aktivitesinde bir azalmaya neden olabileceği belirtilmektedir ancak onların konakçı/av türleri üzerindeki kaolin tedavilerinin negatif etkisi bir dereceye kadar telafi edilebildiği ortaya konulmuştur[63,64].

Zeytin bahçelerindeki Chrysopidler, zeytin güvesinin (*Prays oleae*) en önemli predatörlerinden kabul edilmektedir ve bu zararlıın ekonomik etkisinin azaltılmasında yardımcı olmaktadır[6,66,67]. Aynı zamanda, siyah kabuklu bitler ve zeytin psyllası gibi daha az bilinen zararlı böcekler üzerinden beslenmektedirler[68]. Farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda, kaolin etkisiyle ilişkili olarak polifag predatör topluluklarında azalmış bir değişiklik ve bazen de artışlar tespit edilmiştir[60,61,62,69]. Benzer şekilde; Marko ve ark., (2010), hidrofobik partikül film uygulamalarının, Hollanda'da elma bahçelerinde bulunan örümcek bolluğunu muhafaza ettiğini ve böceklerin görülme sıklığında önemli derecede bir azalma sağladığını bildirmişlerdir[12].

4 Sonuç ve Tartışma

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar değerlendirilecek olursa; S.D'Aquino ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada turuncgil ve zeytinsi(çekirdekli) meyvelerde hasat sonrası çürümeyi

ve akdeniz meyve sineği istilalarını kontrol etmede sentetik insektisitlere karşı bir alternatif olarak kaolin bazlı partikül film olan Surround WP'nin etkinliği çalışılmıştır. Turunçgiller, şeftali ve nektarinler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarında kaolin uygulanan meyvelere akdeniz meyve sineğinin daha az yumurta bıraktığı belirlenmiştir. Surround WP ile uygulanmış turunçgil ve çekirdekli meyvelerin hasat sonrasında diğer uygulamalara göre daha düşük çürüme gösterdiği tespit edilmiştir. Armut meyvesinde kaolin partikül filmlerinin güneş sıcaklığı ve hasarı üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmada kaolin filminin armutlardaki güneş yanığının azaltılmasında, onların kalitesinin artırılması ve tüm ağacın yararlandığı etkili bir tedavi olabileceği öngörülmüştür[70].

Kırmızı renkli elma afidinin *Dysaphis plantaginea* (Pass.) sonbahar formları üzerinde etki şeklini belirlemek amacıyla 2003'ün sonbaharında açık alanlarda uygulamalar yapılmıştır. Alan kafeslerindeki denemeler uygulama yapılmayan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kaolin uygulanmış dallar üzerinde yaprak biti sayısında azalmalar görülmüş ve kaolin uygulamalarının yaprakbitlerini ekonomik eşik değerinin altında azaltmadığı tespit edilmiş fakat *Dysaphis plantaginea* 'nin sonbahar formlarını kontrol etmede olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu çalışma sonunda bu uygulamalar ile farklı iklimsel şartlarda daha etkili ve daha kesin sonuçların elde edilebileceği öngörülmüştür[71]. Doğal düşmanlara zarar veren ve tüylü elma afidinin gelişimini destekleyen birçok elma zararlısının kaolin partiküllerinin etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada; hidrofobik kaolin partikül filminin çeşitli uygulamaları, bahar böceği (*Anthonomus pomorum*), kahverengi yaprak biti (*Phyllobius oblongus*), attelabit biti (*Caenorhinus pauxillus*), yaprak zararlıları (*Empoasca vitis* ve *Zygina flammigera*) ve yeşil elma afidi kolonilerinin sayılarını azalttığı tespit edilmiştir. Kaolin uygulamaları ile meyve zararına neden olduğu bilinen kabuklu bitleri (*Quadraspidiotus astreaeformis*), virgül kabuklu bitleri (*Lepidosaphes ulmi*), Tortricidler, elma testere sineği (*Hoplocampa testudinea*) ve elma içkurdunun popülasyonlarının azaltıldığı tespit edilmiştir. Kulağakaçanın (*Forficula auricularia*) ve kıvrık kanatlı afidinin (*Dysaphis devectora*) koloni sayılarında etkisi olduğu görülmemiştir. Kaolin uygulanmış bahçelerde; kırmızı elma afidi *Dysaphis plantaginea*, yaprak galeri güveleri (*Phyllanorycter blancardella*, *Lyonetia clerkella*) ve agromyzid sineklerin popülasyonlarında azalmalar görülmüştür. Kaolin uygulamaları, *F. auricularia* gibi polifag predatörler, Heteroptera ve Coleoptera takımına ait avcı bireyler, örümcekler ve yaygın bulunan siyah karıncalar gibi polifag predatörlerin bolluğunu azaltırken şiddetli bir şekilde tüylü elma afitlerinin popülasyonlarını arttırmıştır[60].

Sonuç olarak Gerek IPM ve gerekse organik tarım çalışmaları için kil minerallerinin gerek meyve yetiştiriciliği ve gerekse zararlı kontrolündeki çalışmaların çoğaltılması ve makro ve mikro fauna üzerindeki etkilerinin daha detaylı incelenmesi gerekmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] Malayoğlu, U., Akar, A., 1995. Killerin Sınıflandırmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranılan Kriterlerin İrdelenmesi. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. Köse ve Kızıl (eds), 125-142.
- [2] Grim, R.E. 1962. Applied Clay Mineralogy, McGraw-Hill, New York.
- [3] Kingery, W.D., Bowen, H.K. and Uhlmann, D.R. 1976. Introduction to Ceramics, Second Edition, John Wiley and Sons, p.1032, New York.
- [4] Sarıkaya, Y. 1987. Killerin önemi ve özellikleri. III. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri: 13-32 (eds. A.G. Türkmenoğlu ve O. Akıman) ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- [5] Loughnan, F.C. 1969. Chemical weathering on the silica minerals, Elsevier, New York.
- [6] Hancıoğlu, Ç., 2015. Kaolin Ve Bentonit Türü Killerde Bulunan Silikaların Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Ankara.
- [7] Murray, H.H. 1991. Overview-clay mineral applications. Applied Clay Science, 5, 379- 395.
- [8] Murray, H.H., 1999. Applied clay mineralogy today and tomorrow. Clay Minerals, 34, 39-49.
- [9] Law, P.F. and Morgheim, J.F. 1979. The swelling of clay; I. Basic concepts and empirical equations. Soil Science Society of America Journal, 43, 473-480.
- [10] Luckham, P.F. and Rossi, S. 1999. The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions. Advanced colloid and interface science, 82; 43-92.
- [11] Önal, M. and Sarıkaya, Y. 2007. Thermal behavior of a bentonite. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 90(1), 167-172.
- [12] Sharma, R.R., S. Vijay Rakesh Reddy, S., Datta, S.S., 2015. Particle films and their applications in horticultural crops. Applied Clay Science 116–117, 54–68.
- [13] Murray, H.H., 2000. Traditional and new applications for kaolin, smectite, and palygorskite: A general overview. Applied Clay Science, 17, 207-221.
- [14] Stanley, D., 1998. Particle film: a new kind of plant protectant. Agric. Res. 46 (11), 16–19.
- [15] Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2004. Particle film technology: an overview of history, concepts and impact in horticulture. Acta Hort. 636, 509–511.
- [16] Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2005. Particle films: a new technology for agriculture. Hortic. Rev. 31, 1–44.
- [17] Ebling, W., 1971. Sorptive dusts for pest control. Annu. Rev. Entomol. 16, 123–158.
- [18] Smith, A.E., Secoy, D.M., 1975. Fore-runners of pesticides in classical Greece and Rome. Agric. Food Chem. 23, 1050–1055.
- [19] Allen, F., 1972. A natural earth that controls insects. Org. Gard. Farm. 19, 50–56.

- [20] Casida, J.E., Quistad, G.B., 1998. Golden age of insecticide research: past, present or future? *Annu. Rev. Entomol.* 43, 1–16.
- [21] Watkins, T.C., Norton, L.B., 1947. A classification of insecticide dust diluents and carriers. *J. Econ. Entomol.* 40, 211–214.
- [22] Giddings, N.J., 1921. Orchard dusting versus spraying. *J. Econ. Entomol.* 14, 225–234.
- [23] Headly, T.J., 1921. Dusting as a means of controlling injurious insects. *J. Econ. Entomol.* 14, 214–220.
- [24] Shafer, G.D., 1915. III. How contact insecticides kill. *Mich. Agric. Exp. Station Technol. Bull.* 21, 51–55.
- [25] Mote, D.C., Wilcox, J., Davis, E.G., 1926. The natural cleaning up habit of insects. *J. Econ. Entomol.* 19, 745–748.
- [26] Boyce, A.M., 1932. Mortality of *Rhagoletis completa* (Cress.) through the ingestion of certain solid materials. *J. Econ. Entomol.* 25, 1053–1059.
- [27] Richardson, C.H., Glover, L.H., 1932. Some effects of certain “inert” and toxic substances upon the 12-spotted cucumber beetle, *D. duodecimpunctata* (Fab.). *J. Econ. Entomol.* 25, 1176–1181.
- [28] Smith, F.F., Boswell, A.L., Webb, R.E., 1972. Repellent mulches for control of gladiolus thrips. *Environ. Entomol.* 1, 672–678.
- [29] Adlerz, W.C., Everett, P.H., 1968. Aluminum foil and white polyethylene mulches to repel aphids and control water melon mosaic. *J. Econ. Entomol.* 61, 1276–1279.
- [30] Studdert, J.P., Kaya, H.K., Duniway, J.M., 1990. Effect of water potential, temperature, and clay-coating on survival of *Beauveria bassiana* conidia in a loam and peat soil. *J. Invertebr. Pathol.* 55, 417–427.
- [31] Tapp, H., Stotzky, G., 1995. Insecticidal activity of the toxins from *Bacillus thuringiensis* subspecies *kurstaki* and *tenebrionis* adsorbed and bound on pure and soil clays. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 1786–1790.
- [32] Kirkpatrick, R.L., Gillenwater, H.B., 1981. Toxicity of selected insecticidal aerosols, dusts and sprays to two species of stored-product insects. *J. Georgia Entomol. Soc.* 16, 175–180.
- [33] Margulies, L., Stern, T., Rubin, B., Ruzo, L.O., 1992. Photostabilization of trifluralin adsorbed on a clay matrix. *J. Agric. Food Chem.* 40, 152–155.
- [34] Nawrocka, B.Z., Eckenrode, C.I., Uyemoto, I.K., Young, D.H., 1975. Reflective mulches and foliar sprays for suppression of aphid-borne viruses in lettuce. *J. Econ. Entomol.* 68, 694–698.
- [35] Bar-Joseph, M., Frenkel, H., 1983. Spraying citrus plants with kaolin suspensions reduces colonization by spiraea aphid (*Aphis citricola* van der Goot). *Crop. Prot.* 2, 371–374.
- [36] Glenn, D.M., Puterka, G.J., Vanderzwet, T., Byers, R.E., Feldhake, C., 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *J. Econ. Entomol.* 92, 759–771.
- [37] Glenn, D.M., 1999. Analysis of trickle and pulse micro sprinkler irrigation of processing apples. *J. Tree Fruit Prod.* 2, 11–17.
- [38] Puterka, G.J., Glenn, D.M., Sekutowski, D.G., Unruh, T.R., Jones, S.K., 2000. Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. *Environ. Entomol.* 29, 329–339.
- [39] Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., McFerson, J.R., Puterka, G.J., 2002. A reflective, processed kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 127, 188–193.
- [40] Zehnder, G., Gurr, G.M., Kuhne, S., Wade, M.R., Wratten, S.D., Wyss, E., 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Annu. Rev. Entomol.* 52, 57–80.
- [41] Mazor, M., Erez, A., 2004. Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop. Prot.* 23, 47–51.
- [42] Saour, G., Makee, H., 2004. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *J. Appl. Entomol.* 128, 28–31.
- [43] Karagounis, C., Kourdoumbalos, A.K., Margaritopoulos, J.T., Nanos, G.D., Tsitsipis, J.A., 2006. Organic farming compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. *J. Appl. Entomol.* 130, 150–154.
- [44] Unruh, T.R., Knight, A.L., Upton, J., Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2000. Particle films for suppression of Codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *J. Econ. Entomol.* 93, 737–743.
- [45] Iannotta, N., Belfiore, T., Brandmayer, P., Noce, M.E., Scalercio, S., 2007. Evaluation of the impact on entomocoenosis of active agents allowed in organic olive farming against *Bactrocera oleae*. *J. Environ. Sci. Health* 42, 783–788.
- [46] Porcel, M., Ruano, F., Sanllorente, O., Caballero, J.A., Campos, M., 2009. Short communication. Incidence of the olive mass-trapping on olive non-target arthropods. *Span. J. Agric. Res.* 7, 660–664.
- [47] Walters, D.R., 2006. Disguising the leaf surface: the use of leaf coatings for plant disease control. *Eur. J. Plant Pathol.* 114, 255–260.
- [48] Prive, J.P., Russell, L., Braun, G., LeBlanc, A., 2007. ‘Bordeaux’/‘Kumulus’ regimes and ‘Surround’ in organic apple production in New Brunswick: impacts on apple scab, fruit russetting and leaf gas exchange. *Acta Hortic.* 737, 95–104.
- [49] Mendgen, K., Schiewe, A., Falconi, C., 1992. Biological control of plant diseases. *Biological Crop Protection Symposium*, 24 May 1991. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 45/ 1992, p. 1.
- [50] Oliver, C., Halseth, E.E., Mizubuti, E.S.G., Loria, R. 1998. Postharvest Application of Organic and Inorganic Salts for Suppression of Silver Scurf on Potato Tubers. *Plant Dis.* 82: 213- 217.
- [51] Glenn, D.M., Wisniewski, M., Puterka, G.J., Sekutowski, D., 2001. Method for Enhanced Supercooling of Plants to Provide Frost Protection. U.S. Patent No. US06235683.
- [52] Wisniewski, M., Glenn, D.M., Fuller, M.P., 2002. The use of hydrophobic films as a barrier to ice nucleation in plants. *J. Am. Soc. Hortic.* 127, 358–364.

- [53] Fuller, M.P., Hamed, F., Wisniewski, M., Glenn, D.M., 2003. Protection of plants from frost using hydrophobic particle film and acrylic polymer. *Ann. Appl. Biol.* 143, 93–97.
- [54] Andris, H.L., Crisoto, C.H., 1996. Reflective material enhance Fuji apple color. *Calif. Agric.* 50, 27–30.
- [55] Schupp, J.R., Fallahi, E., Chun, I.J., 2002. Effect of particle film on fruit sunburn, maturity and quality of Fuji and Honeycrisp apples. *Hortic. Technol.* 12, 87–90.
- [56] Gindaba, J., Wand, S.J.E., 2005. Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film, and shade net on sunburn and fruit quality in apples. *HortSci.* 40, 592–596.
- [57] Wunsche, J.N., Lombardini, L., Greer, D.H., 2004. Surround particle film applications effects on whole canopy physiology of apple. *Acta Hort.* 636, 565–571.
- [58] Pace, B., Boari, F., Cantore, V., Leo, L., Vanadia, S., De Palma, E., Phillips, N., 2007. Effect of particle film technology on temperature, yield and quality of processing tomato. *Acta Hort.* 758, 287–293.
- [59] Meinhold, T., Damerow, L., Blanke, M., 2011. Reflective materials under hail net improve orchard light utilization, fruit quality and particularly fruit colouration. *Sci. Hort.* 127, 447–451.
- [60] Marko, V., Blommers, L.H.M., Bogya, S., Helsen, H., 2007. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *J. Appl. Entomol.* 132, 26–35.
- [61] Sackett, T.E., Buddle, C.M., Vincent, C., 2007. Effects of kaolin on the composition of generalist predator assemblages and parasitism of *Choristoneura rosaceana* (Lep., Tortricidae) in apple orchards. *J. Appl. Entomol.* 131, 478–485.
- [62] Pascual, S., Cobos, G., Seris, E., Gonzalez-Nunez, M., 2010. Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *J. Pest. Sci.* 83, 121–133.
- [63] Knight, A.L., Christianson, B.A., Unruh, T.R., Puterka, G., Glenn, D.M., 2001. Impacts of seasonal kaolin particle films on apple pest management. *Can. Entomol.* 133, 413–428.
- [64] Marko, V., Blommers, L.H.M., Bogya, S., Helsen, H., 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *J. Appl. Entomol.* 132, 26–35.
- [65] Tauber, M.J., Tauber, C.A., Daane, K.M., Hagen, K.S., 2000. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). *Am. Entomol.* 46, 26–38.
- [66] Medina, P., Smagghe, G., Budia, F., Tirry, L., Vinuela, E., 2003. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 32, 196–203.
- [67] Mandour, N.S., 2009. Influence of spinosad on immature and adult stages of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *BioControl* 54, 93–102.
- [68] Campos, M., 2001. Lacewings in Andalusian olive orchards. In: McEwen, P., New, T.R., Whittington, A.E. (Eds.), *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 492–497.
- [69] Porcel, M., Cotes, B., Campos, M., 2011. Biological and behavioral effects of a kaolin particle film on larvae and adults of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Biol. Control* 59, 98–105.
- [70] Marko, V., Bogya, S., Kondorosy, E., Blommers, L.H.M., 2010. Side effects of kaolin particle films on apple orchard bug, beetle and spider communities. *Int. J. Pest Manag.* 56, 189–199.
- [71] K. Bürgel C. Daniel, E. Wyss. 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action Pages 311–314

Yazarların Adresleri

Buşra Akgül¹

Fırat Üniversitesi
Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik
Bölümü
akgulbus@gmail.com

İnanç Özgen² (Corresponding Author)

Fırat Üniversitesi
Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik
Bölümü
inancozgen@gmail.com

BİR OKUL BİNASININ TASARIMI VE DEPREM PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Alperen Turkyay 1, Kadir Guler 2

Original scientific paper

Bu çalışmada, dört katlı çerçeve ve perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahip betonarme bir okul binasının tasarımı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007)'nin 2. ve 3. bölümlerine ve Türk Standardı 500 (TS 500)'e göre yapılmıştır. Bu okul binası taşıyıcı sisteminin deprem performansı, tasarım (50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem) ve şiddetli (50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem) deprem için, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi (itme analizi) kullanılarak, DBYBHY 2007'nin 7. bölümüne göre ve 2007 yılında yayınlanan Mevcut Binaların Sismik İyileştirilmesi (ASCE 41-06) standardına göre değerlendirilmiştir. ASCE 41-06 ve DBYBHY 2007'ye göre deprem performansının belirlenmesi için SAP2000 yapısal analiz ve RESPONSE2000 kesit analizi programları kullanılarak sayısal çözümlenmeler yapılmıştır. Sayısal sonuçlar ve yapılan değerlendirmeler tablo ve şekillerde verilmiş ve konu tartışılmıştır. Sonuçların birbirleriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Statik İtme Analizi; Yapı tasarımı; Yapıların Deprem Performansı.

1 Giriş

Son zamanlarda dünya genelinde meydana gelen yıkıcı depremler, depreme dayanıklı yapı tasarımını ve mevcut yapıların deprem performansı değerlendirmesini her geçen gün daha da önemli hale getirmiştir. Tasarım ve değerlendirme yöntemlerinde son zamanlardaki gelişmelere bağlı olarak kuvvete dayalı tasarımın yanı sıra performansa dayalı tasarım da ön plana çıkmaktadır. Performansa dayalı tasarım ve değerlendirme kavramından genel olarak, oluşma olasılıkları belirli deprem etkileri altında, yapının süneklik kapasitesinin, yapının kullanım amacı ve tasarım ömrü gibi faktörler dikkate alınarak belirlenen bir performans talebine göre tasarlanması ve değerlendirilmesi anlaşılmaktadır. Performansa dayalı tasarım ve değerlendirme ilk olarak, Amerika Birleşik Devletleri'nde, 1996 yılında çıkan Betonarme Binaların Sismik Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi (ATC 40) [1] ve 2000 yılında yayınlanan Binaların Sismik İyileştirilmesi için Öncelikli ve Açıklamalar (FEMA 356) [2] gibi standartlarda geniş bir şekilde yer almıştır. Türkiye'de ise 2007 yılında yayınlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007) [3] ile yönetmeliğimizde mevcut binaların değerlendirilmesine yer verilmiştir.

Mevcut deprem yönetmeliklerinde, yapıların tasarımı ve değerlendirilmesinde, doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılmaktadır. Doğrusal hesap yöntemlerinde kuvvete dayalı bir tasarım yaklaşımı söz konusudur. Bu tasarım yaklaşımlarında davranış spektrumundan elde edilen deprem yükleri, süneklik düzeyine göre deprem yükü azaltma katsayısı ile azaltıldıktan sonra doğrusal elastik davranış esasına göre analiz edilir. Analiz sonucu elde edilen kesit tesirlerine göre kesitlerin dayanım yeterliliği irdelenir. Kuvvet esaslı olarak, tasarımın yanı sıra sismik performans değerlendirilmesi de yapılabilmektedir. Bu yöntem, azaltılmamış deprem etkisinde yapının taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan etkilerin, elemanların kapasitelerine oranının sınır değerlerle karşılaştırılması şeklinde olmaktadır. Bir deprem etkisi altında yapı davranışının doğrusal elastik olması, sistemde hiçbir hasarın meydana gelmemesi anlamına gelmektedir ki, çok şiddetli

depremler altındaki deprem yükleri hesaba katıldığında, elastik deprem yükleri çok büyük olacağından ekonomik bir tasarım yapmak mümkün olmamaktadır. Yönetmeliklerde lineer elastik hesap sonucu elde edilen değerlerin deprem yükü azaltma katsayısı kullanılarak idealleştirilmesinin nedeni de, yukarıda belirtilen şiddetli depremlerde kullanıcıların can güvenliğini sağlamak kaydı ile bina taşıyıcı sisteminde belirli bir düzeydeki hasara bilerek izin verilmesidir. Diğer bir deyişle, bina, taşıyıcı sisteminin bazı elemanlarının doğrusal olmayan davranış göstermesine, dolayısıyla sünek davranışa, izin verecek şekilde tasarlanır. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinde ise şekil değiştirmeye (performansa) dayalı bir tasarım ve değerlendirme söz konusudur. Bu yöntemde temel amaç, dayanıma göre tasarımın aksine, öncelikle taşıyıcı sistemin dayanım kapasitesinin doğrusal olmayan analiz ile elde edilmesi daha sonra süneklik isteminin elde edilmesidir. Şekil değiştirmeye göre tasarım veya değerlendirmede süneklik isteminin hesapla elde edilebilmesi, yapı taşıyıcı sistem elemanlarında göz önüne alınan deprem etkisi altında meydana gelecek hasar dağılımının ve büyüklüğünün sayısal olarak belirlenebilmesini mümkün kılmaktadır. Doğrusal elastik olmayan analizler sonucunda taşıyıcı sistem elemanlarında meydana gelen birim şekil değiştirmeler veya plastik dönmeler hesaplanarak, yönetmeliklerde verilen sınır değerlerle karşılaştırılarak yapının performansı hakkında bilgi edinilir [4-8].

Bu çalışmada, dört katlı betonarme bir okul binasının tasarımı DBYBHY 2007 ve Türk Standardı 500 (TS 500)'e [9] göre yapılmış, daha sonra binanın deprem performansı DBYBHY 2007'de yer alan artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Binanın performans değerlendirilmesi hem tasarım depremine göre, hem de şiddetli depreme göre yapılmıştır. Ayrıca, performans değerlendirilmesi, Mevcut Binaların Sismik İyileştirilmesi (ASCE 41-06) [10] standardına göre de yapılmıştır. Her iki standart kullanılarak elde edilen sonuçlar tablo ve şekillerde verilmiş, konu tartışılmıştır.

2 Okul Binasının Tasarımı

Betonarme okul binasının tasarımı DBYBHY 2007'nin 2. ve 3. Bölümlerine ve TS 500'e göre yapılmıştır. Yüklemeler Türk Standardı 498 (TS 498)'e [11] göre dikkate alınmış ve kat hizalarında rijit diyafram kabulü yapılmıştır. Binanın deprem hesabında eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır. Taşıyıcı sistem, süneklik düzeyi yüksek çerçeve ve perde-çerçeve olarak tasarlanmıştır. Kolonlar ve perdelerin zemine ankastre bağlı olduğu kabul edilmiştir. Binanın 3 boyutlu son eleman modeli SAP2000 [12] programı kullanılarak oluşturulmuştur. Binanın karakteristik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Kat adedi / yüksekliği: 4 / 3.4 m

Hareketli yük katılım oranı: 0.6

Etkin yer ivmesi katsayısı: $A_0 = 0.4$

Yerel Zemin Sınıfı: Z2 ($T_A = 0.15$ s $T_B = 0.40$ s)

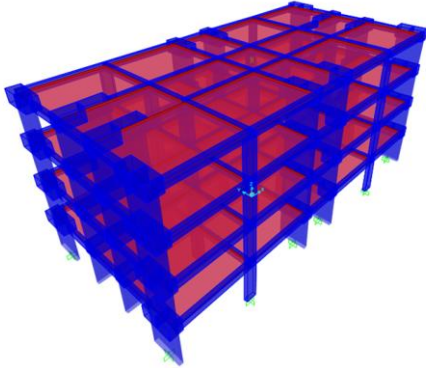
Beton/Donatı: C25 ($f_{ck} = 25$ MPa) / S420 ($f_{yk} = 420$ Mpa)

Bina önem katsayısı: $I = 1.4$

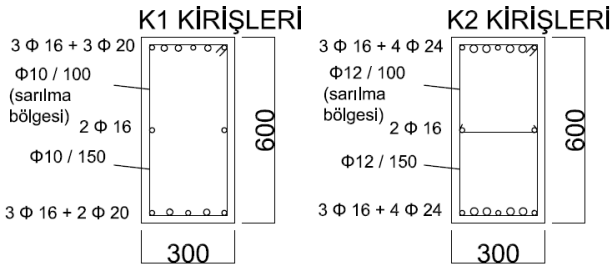
Döşeme kalınlığı: 0.15 m

Bina boyutları: 30 m (X doğ.) / 15 m (Y doğ.)

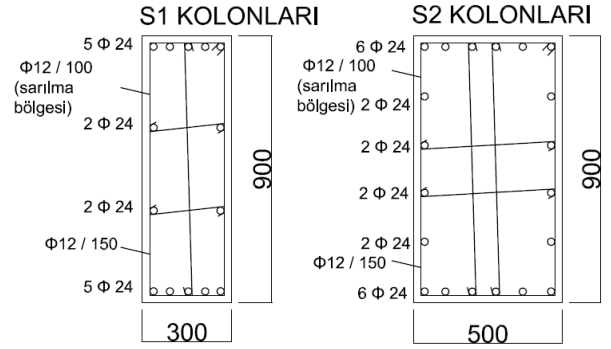
Binanın 3 boyutlu modeli Şekil 1, taşıyıcı sistem elemanlarının kesit ve donatı özellikleri ile binanın tipik kat planı Şekil 2-6 ile verilmiştir (Donatı çapları ve kesit boyutları mm, tipik kat planı cm cinsinden ifade edilmiştir.).



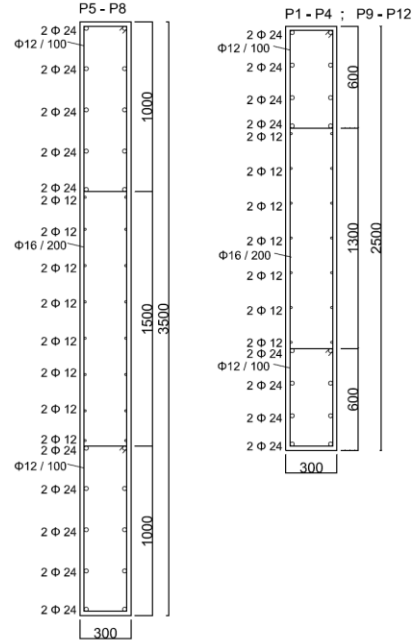
Şekil 1. Okul Taşıyıcı Sisteminin Üç Boyutlu Sonlu Eleman Modeli



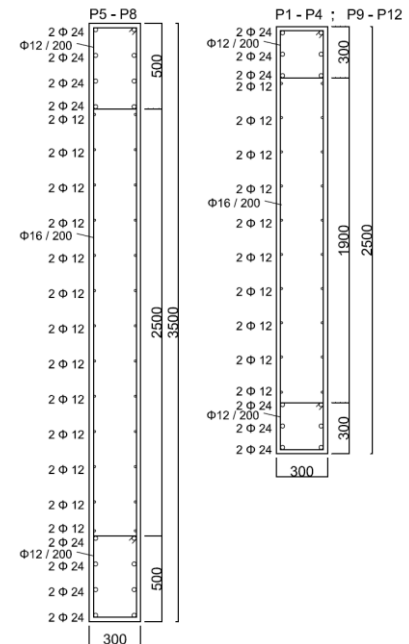
Şekil 2. Kirişlere Ait Kesit ve Donatı Özellikleri



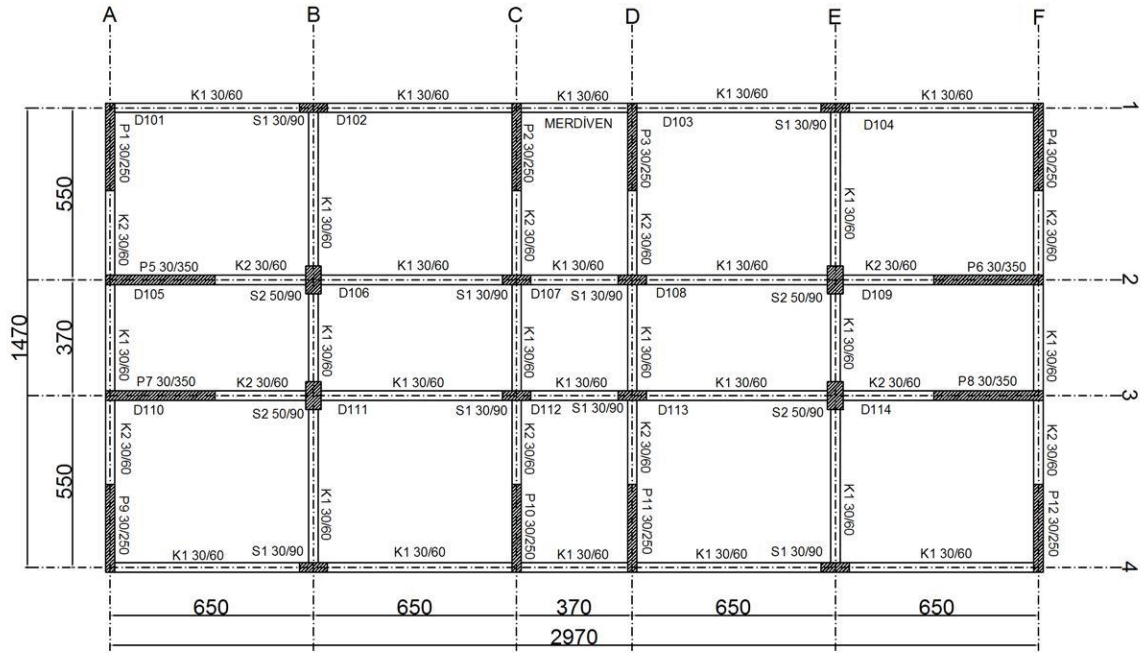
Şekil 3. Kolonlara Ait Kesit ve Donatı Özellikleri



Şekil 4. Perdelerin Kritik Perde Yüksekliği Boyunca Kesit ve Donatı Özellikleri



Şekil 5. Perdelerin Kritik Perde Yüksekliği Dışındaki Kesit ve Donatı Özellikleri



Şekil 6. Tipik Kat Planı

3 Okul Binasının Deprem Performansı

Günümüzde yapıların performans değerlendirilmesinde kullanılan lineer olmayan yöntemler itme analizi yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemidir. Yapılan çalışmada itme analizi yöntemlerinden biri olan artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, göz önüne alınan deprem doğrultusundaki hakim mod özellikleri dikkate alınarak eşdeğer deprem yükü dağılımı hesaplanır ve yükler kat kütle merkezlerinden artımsal olarak yapı hedef tepe yer değiştirmesine ulaşmaya kadar etki ettirilir. Başka bir deyişle, bina, düşey yükler ve adım adım arttırılan yatay yükler etkisi altında, hesaplanan hedef tepe yer değiştirmesine ulaşmaya kadar itilir. SAP2000 programı yardımı ile yapılan itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti – tepe yer değiştirmesi eğrisi (itme eğrisi) elde edilir. Daha sonra yapılan koordinat dönüşümü ile modal ivme – modal yer değiştirme eğrisi (kapasite diyagramı) elde edilir ve bu eğri yardımıyla hedef yer değiştirme istemi hesaplanır. Yapılan analizler sonucunda taşıyıcı sistem elemanlarında elde edilen plastik dönmeler veya birim şekil değiştirmeler yönetmeliklerdeki sınır değerlerle karşılaştırılarak elemanların hasar seviyeleri tespit edilir. Taşıyıcı sistem elemanlarının hasar seviyelerine bağlı olarak binanın performans seviyesine karar verilir [13-18]. Analizler sonrasında yapılan kesit analizi ve moment eğrilik davranışına ilişkin çözümlerde RESPONSE2000 programı kullanılmıştır [19].

3.1 Deprem Performansının DBYBHY 2007'ye Göre Değerlendirilmesi

3.1.1 Artımsal İtme Analizinin Uygulanabilirlik Şartlarının İncelenmesi

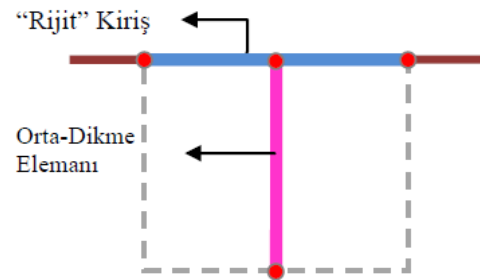
Artımsal itme analizinin uygulanabilmesi için DBYBHY 2007'de bahsedilen üç ön koşul aşağıda

incelenmiş, binaya yöntemin uygulanmasında herhangi bir sakınca olmadığı tespit edilmiştir.

- Bina kat sayısı = $4 < 8$
- Birinci hakim modun kütle katılım oranı:
X doğrultusunda = $0.73779 > 0.70$
Y doğrultusunda = $0.73683 > 0.70$
- Bina burulma düzensizliği katsayıları 1.4'den küçüktür.

3.1.2 Binanın Modellenmesi ve Analizi

Binanın üç boyutlu sonlu eleman modeli SAP2000 programında oluşturularak, itme analizi gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı sistem elemanları programa çubuk eleman olarak atanmıştır. Perdeler programa çubuk eleman olarak atanmış olup, kesişen kiriş ve döşemelerin uygun bağlantılarına izin vermek için rijit kirişler kullanılmıştır (Şekil 7). Perdeye bağlanan diğer yapısal elemanlarda gerçekçi olmayan kesit tesirleri oluşmaması için, rijit kirişlerin rijitlik özelliklerinin çok iyi belirlenmesi gerekir [20].

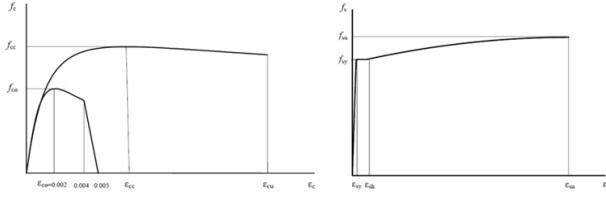


Şekil 7. Perde Modellenmesi

Model oluşturulurken bilgi düzeyi kapsamlı olarak düşünülmüş, bilgi düzeyi katsayısı 1.0 olarak alınmıştır. Kesit özellikleri, malzeme dayanımları, yükler, çatlaklı kesit özellikleri, taşıyıcı sistem elemanlarının donatıları

modele girilmiştir. Malzeme dayanımları olarak tasarım esnasında kullanılan dayanımlar mevcut beton dayanımı ve mevcut çelik dayanımı olarak kullanılmıştır.

SAP2000 ve RESPONSE2000 programlarına, malzeme modeli olarak Mander beton modeli [21] ve pekleşmeli elastoplastik çelik modeli tanımlanmıştır.



Şekil 8. Malzeme Modelleri

3.1.3 Plastik Mafsalların Sisteme Atanması

Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarında eğilme momenti, elemanların eksen boyu boyunca değişir. Elemanların davranışları, küçük moment değerlerinde doğrusal elastik olurken, özellikle mesnede yakın bölgelerde büyük eğilme momentlerinin de etkisiyle davranış doğrusal elastik olmaz ve plastik dönmeler meydana gelir. İşte bu doğrusal elastik olmayan şekil değiştirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı, bunun dışındaki bölgelerde ise sistemin doğrusal elastik olarak davrandığının kabul edildiği hipoteze plastik mafsallara hipotezi denir. Bu doğrusal elastik olmayan şekil değiştirmelerin oluştuğu kesitlere ise plastik mafsallara denir. Oluşacak olan plastik mafsallar genellikle taşıyıcı elemanların uç kısımlarında ve orta noktalarında oluşur. Fakat sistemin stabilitesini etkileyen mafsallar uç noktadaki mafsallardır. Eleman uç noktaları arasında kalan sistem ise doğrusal elastik davranır [22,23].

Başka bir deyişle; deprem etkisi ve düşey yükler altındaki bir kesitte, oluşan küçük moment değerleri için kesitin lineer elastik davranacağı, eğilme momentinin büyük olduğu mesnede yakın bölgelerde meydana gelen çatlaklar ile kesitin eğilme rijitliğinin azalacağı ve eğriliğin bu çatlak kesitlerinde büyük olacağı söylenebilir. Eğriliğin büyük olacağı bu bölgelerde plastik dönmeler daha etkili olur. Bu plastik dönmelerin, plastik mafsalları boyu L_p olan bir bölgede yoğunlaştırılması plastik mafsalları kabulü olarak adlandırılır. DBYBHY 2007’de plastik mafsalları boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu, çalışan doğrultudaki kesit boyutunun yarısı olarak alınması gerektiği belirtilmiştir [24].

Yukarıdaki açıklamalar dikkate alınarak SAP2000 programında plastik mafsallar taşıyıcı sistem elemanlarının deprem sırasında en çok zorlanan uç bölgelerinde tanımlanmıştır. Plastik mafsallar tanımlanırken hem eğilme momenti hem de normal kuvvete maruz kalan düşey taşıyıcı elemanlarda P-M-M mafsalları, eksenel kuvvet düzeyi oldukça düşük olan kirişlerde ise M3 mafsalları atanmıştır.

3.1.4 Çatlamış Kesit Eğilme Rijitliklerinin Hesabı

Çatlamamış kesitlere ait $(EI)_0$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı $(G+nQ)$ ile kolon ve perdeler için N_D eksenel basınç kuvvetleri hesaplanmıştır. Bu eksenel kuvvetler ile DBYBHY 2007’de aşağıdaki

gibi verilen formüller yardımıyla $(EI)_e$ etkin eğilme rijitlikleri hesaplanmıştır.

Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri (DBYBHY 2007):

- Kirişlerde $(EI)_e = 0.40 (EI)_0$
- Kolon ve perdelerde:
 - o $N_D/(A_c f_{cm}) \leq 0.10$ ise $(EI)_e = 0.40 (EI)_0$
 - o $N_D/(A_c f_{cm}) \geq 0.40$ ise $(EI)_e = 0.80 (EI)_0$

Yapılan hesaplarda $(EI)_e/(EI)_0$ oranı; 1. kat kolonlarında 0.45 ve 0.42, diğer kat kolonlarında 0.40, perdelerde ise tüm katlarda 0.40 olarak elde edilmiştir. Kirişlerin etkin eğilme rijitlikleri de eğilme rijitliklerinin %40’ı olarak hesap edilmiştir.

3.1.5 İtme Analizinde Kullanılacak Yük Vektörünün Hesabı

Etkin eğilme rijitliklerine göre model güncellendikten sonra, deprem hesabında esas alınan kütlelerle uyumlu yüklere göre, analizler tekrarlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda çatlamış ve çatlamamış kesitlere ait binanın birinci modunun titreşim periyotları aşağıda verilmiştir.

Çatlamamış Kesitlerde:

$$Y \text{ doğrultusu } T1(y) = 0.328 \text{ s,}$$

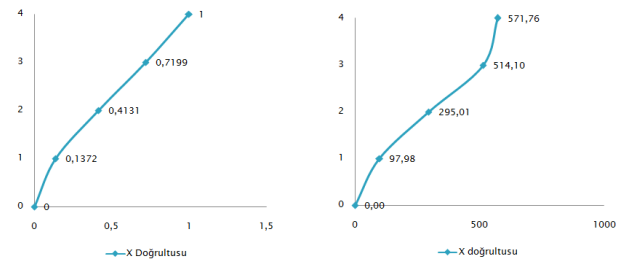
$$X \text{ doğrultusu } T1(x) = 0.307 \text{ s}$$

Çatlamış Kesitlerde:

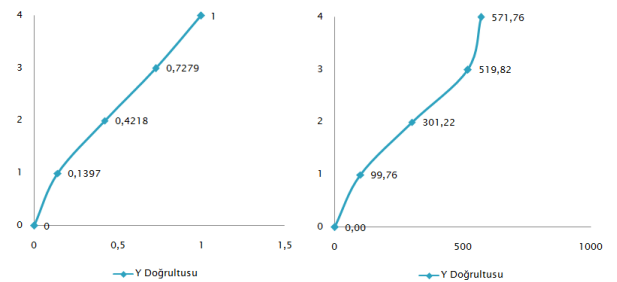
$$Y \text{ doğrultusu } T1(y) = 0.479 \text{ s,}$$

$$X \text{ doğrultusu } T1(x) = 0.445 \text{ s}$$

Artımsal itme analizine başlamadan önce, artımsal itme analizinin başlangıç koşullarını oluşturacak kütlelerle uyumlu düşey yüklerin $(G+nQ)$ göz önüne alındığı bir doğrusal olmayan statik analiz yapılmıştır. Daha sonra, her iki doğrultuda, birinci doğal titreşim modu ile kat kütlelerinin çarpımı ile orantılı olacak şekilde yüklemeler altında itme analizi yapılmıştır. Birinci doğal titreşim modu ile kat kütlelerinin çarpımı ($m_i \phi_i$) ile orantılı olacak şekilde oluşturulan, artımsal itme analizinde kullanılan yük vektörleri aşağıdaki şekiller ile verilmiştir.



Şekil 9. X Doğrultusu Mod Şekli ve Yük Vektörü



Şekil 10. Y Doğrultusu Mod Şekli ve Yük Vektörü

3.1.6 Doğrusal Olmayan Spektral Yer Değiştiriminin Hesabı

En son itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait maksimum modal yer değiştirme (modal yer değiştirme istemi) $d_1^{(p)}$, doğrusal olmayan spektral yer değiştirme S_{di1} 'e eşittir.

$$d_1^{(p)} = S_{di1} \quad (1)$$

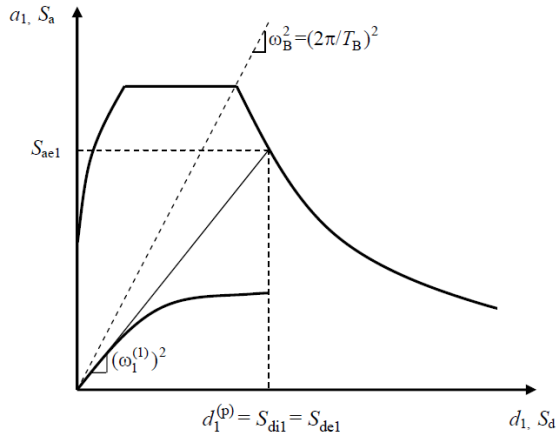
Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme, S_{di1} , itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait $T_1^{(1)}$ başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme S_{de1} 'e bağlı olarak aşağıdaki denklem ile elde edilir:

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (2)$$

Doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme S_{de1} , itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme S_{ae1} 'den hesaplanır:

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(w_1^{(1)})^2} \quad (3)$$

Spektral yer değiştirme oranı C_R , başlangıç periyodunun ivme spektrumundaki T_B 'ye eşit veya daha uzun olması durumunda $C_R = 1.0$ alınarak hesap yapılır (Şekil 11). Spektral yer değiştirme oranı, başlangıç periyodunun ivme spektrumundaki T_B 'den daha kısa olması durumunda ise ardışık yaklaşımla hesaplanır.



Şekil 11. Spektral Yer Değiştiriminin Bulunması

Her iki doğrultuda da başlangıç periyodu T_B 'den büyük olduğundan, eşit yer değiştirme kuralınca $C_{R1} = 1.0$ alınarak $S_{di1} = S_{de1}$ olarak alınmıştır. Tasarım depremi ve şiddetli deprem için hesaplanan doğrusal olmayan spektral yer değiştirme ve hedef tepe yer değiştirme değerleri ile bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan modal katkı çarpanı Γ_1 , etkin kütle M_1 değerleri Tablo 1-2 ile verilmiştir. Çizelgede kullanılan modal katkı çarpanı Γ_1 , etkin kütle M_1 ve itme analizi sonrasında elde edilen itme eğrisinden modal kapasite eğrisine dönüşümde kullanılacak olan modal ivme $a_1^{(i)}$, modal yer değiştirme $d_1^{(i)}$ değerlerinin hesabında kullanılacak formüller aşağıda verilmiştir.

$$\Gamma_1 = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i1}}{\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i1}^2} \quad (4)$$

$$M_1 = \frac{\left(\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i1} \right)^2}{\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i1}^2} \quad (5)$$

$$a_1^{(i)} = \frac{V_1^{(i)}}{M_1} \quad (6)$$

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{N1}^{(i)}}{\Phi_{N1} \Gamma_1} \quad (7)$$

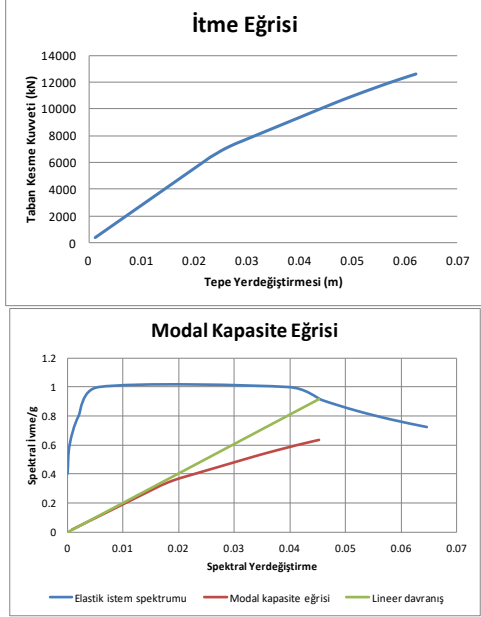
Tablo 1. Modal Katkı Çarpanı ve Etkin Kütle Değerleri

| | Γ_1 | M_1 (ton) |
|--------------|------------|----------------|
| X Doğrultusu | 1.3729 | 2030.31 |
| Y Doğrultusu | 1.36791 | 2041.69 |

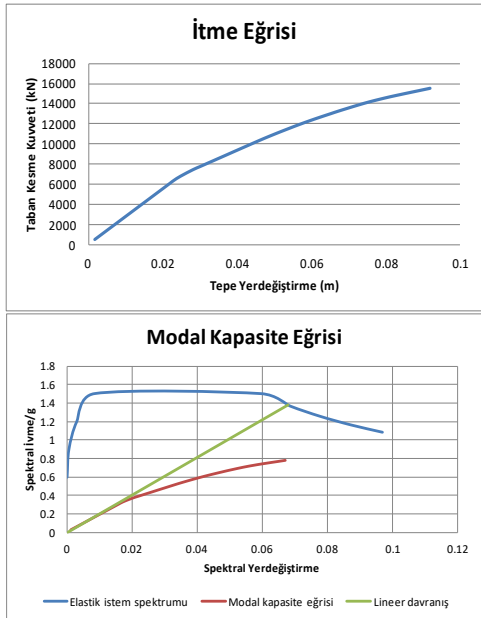
Tablo 2. Hedef Tepe Yer Değiştirme Değerleri

| | T_1 (s) | w_1 (rad/s) | A_0 | I | S(T) | A(T) | S_{ae} (m/s ²) | S_{de} (m) | S_{di} (m) | U_N (m) |
|--------------------------------|-----------|------------------|-------|---|-------|-------|---------------------------------|--------------|--------------|-----------|
| Tasarım Depremi (X Doğrultusu) | 0.445 | 14.11 | 0.4 | 1 | 2.294 | 0.918 | 9.00122 | 0.04524 | 0.04524 | 0.0621 |
| Şiddetli Deprem (X Doğrultusu) | 0.445 | 14.11 | 0.4 | 1 | 3.441 | 1.376 | 13.50184 | 0.06782 | 0.06782 | 0.09311 |
| Tasarım Depremi (Y Doğrultusu) | 0.479 | 13.12 | 0.4 | 1 | 2.164 | 0.866 | 8.4929 | 0.04936 | 0.04936 | 0.06752 |
| Şiddetli Deprem (Y Doğrultusu) | 0.479 | 13.12 | 0.4 | 1 | 3.247 | 1.299 | 12.73936 | 0.074 | 0.074 | 0.10127 |

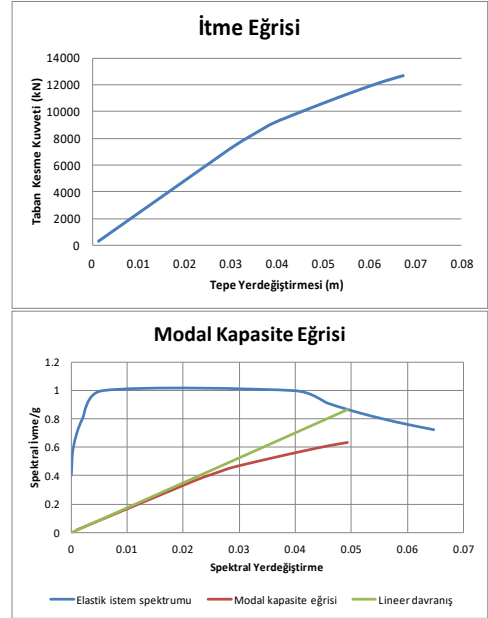
Hesaplanan tepe yer değiştirme istemleri kullanılarak binada itme analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda her iki doğrultu için, tasarım ve şiddetli deprem etkisi altında, elde edilen itme eğrileri ve modal kapasite eğrileri Şekil 12-15’de, taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan plastik mafsallar ise Şekil 16-19’da verilmiştir.



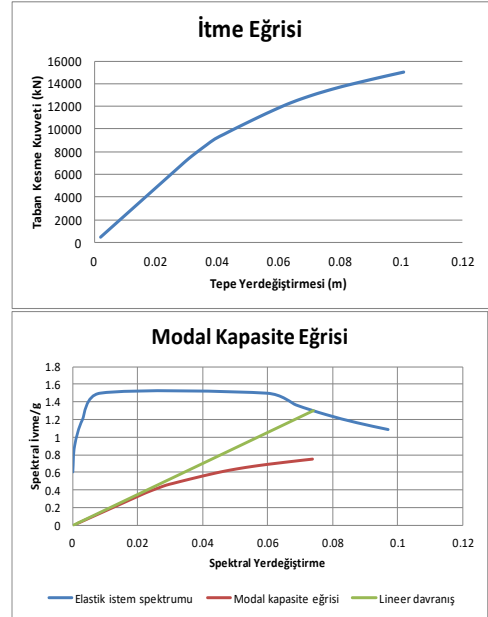
Şekil 12. Tasarım Depremi İçin X Doğrultusundaki İtme ve Modal Kapasite Eğrileri



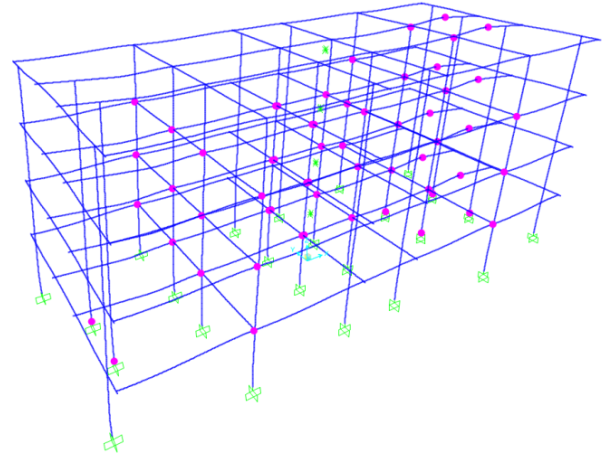
Şekil 13. Şiddetli Deprem İçin X Doğrultusundaki İtme ve Modal Kapasite Eğrileri



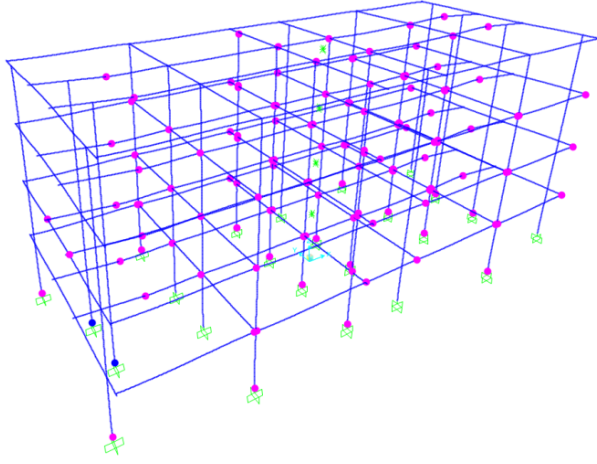
Şekil 14. Tasarım Depremi İçin Y Doğrultusundaki İtme ve Modal Kapasite Eğrileri



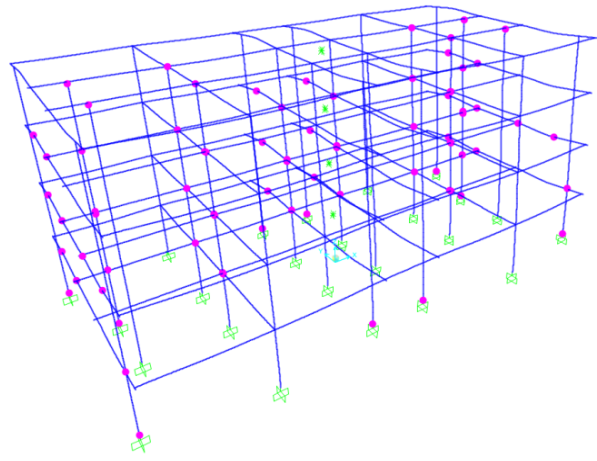
Şekil 15. Şiddetli Deprem İçin Y Doğrultusundaki İtme ve Modal Kapasite Eğrileri



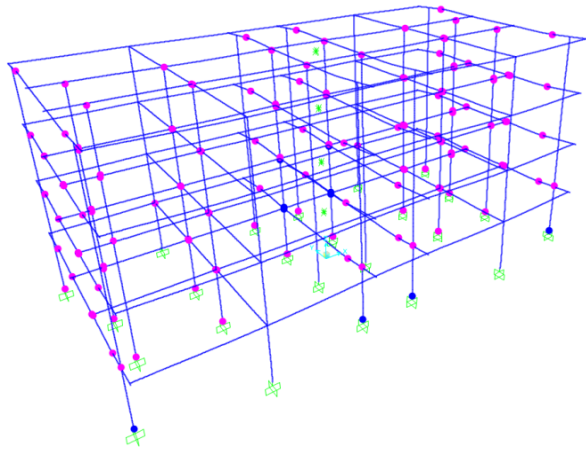
Şekil 16. X Doğrultusunda Tasarım Depremi Etkisinde Oluşan Plastik Mafsallar



Şekil 17. X Doğrultusunda Şiddetli Deprem Etkisinde Oluşan Plastik Mafsallar



Şekil 18. Y Doğrultusunda Tasarım Depremi Etkisinde Oluşan Plastik Mafsallar



Şekil 19. Y Doğrultusunda Şiddetli Deprem Etkisinde Oluşan Plastik Mafsallar

3.1.7 Gevrek Davranışa İlişkin İç Kuvvet İstemlerinin İç Kuvvet Kapasiteleri ile Karşılaştırılması

Doğrusal olmayan itme analizinde hesaplanan tepe yer değiştirme istemine karşı gelen itme adımındaki elemanların kesme kuvveti değerleri yönetmeliklere göre belirlenen kesme kuvveti dayanımları ile karşılaştırılmıştır. Tasarım depremi altında elemanlarda

oluşan kesme kuvveti değerlerinin eleman kapasitelerini aşmadığı, yani elemanların sünek davranış sergilediği tespit edilmiştir. Şiddetli deprem altında kolon ve perdelerde oluşan kesme kuvveti değerlerinin elemanların kapasitelerini aşmadığı (sünek davranış sergilediği), kirişlerden ise K1 isimli kirişlerden 6 tanesinde, K2 isimli kirişlerden 18 tanesinde oluşan kesme kuvveti değerlerinin elemanların kapasitelerini aştığı (gevrek davranış sergilediği) tespit edilmiştir.

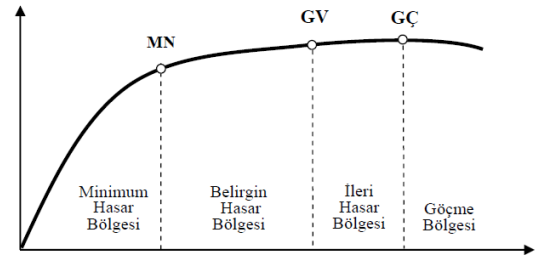
3.1.8 Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Hasar Durumlarının Belirlenmesi

DBYBHY 2007’de, plastik şekil değiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek taşıyıcı sistem elemanları için, Tablo 3 ile verilen kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekil değiştirme üst sınırları (kapasiteleri) ve 4 farklı hasar bölgesi öngörülmüştür (Şekil 20). Taşıyıcı sistem elemanlarının hasar bölgelerinin yüzdelere göre de, binalar için performans düzeyleri belirlenmiştir. Bir okul binası, yönetmeliğe göre tasarım depremi etkisinde hemen kullanım performans düzeyini, şiddetli deprem etkisinde ise can güvenliği performans düzeyini sağlamalıdır.

Tablo 3. Kesit Şekil Değiştirme Üst Sınırları

| | ϵ_{cu} | ϵ_{cg} | ϵ_s |
|---------------------------------|-----------------|---|--------------|
| Kesit minimum hasar sınırı (MN) | 0.0035 | | 0.01 |
| Kesit güvenlik sınırı (GV) | | $0.0035+0.01(\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.0135$ | 0.04 |
| Kesit göçme sınırı (GÇ) | | $0.004+0.014(\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.018$ | 0.06 |

İç Kuvvet



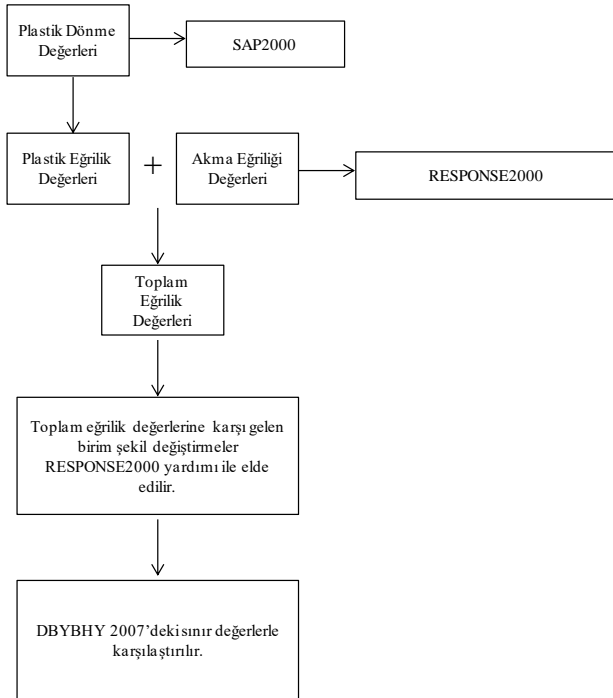
Şekil 20. Hasar Bölgeleri

Okul binası taşıyıcı sistem elemanlarının hasar durumlarının belirlenmesinde, SAP2000 programında yapılan analizler sonucunda elde edilen plastik mafsallarda oluşan plastik dönme değerleri (Θ_p), plastik eğrilik değerlerine (ϕ_p) dönüştürülmüştür. Daha sonra RESPONSE2000 programı yardımıyla tüm kesitlere ait akma eğriliği değerleri elde edilmiş, bu değerler sayesinde de kesitlere ait toplam eğrilik değerleri elde edilmiştir (Denklem 8-9). Daha sonra RESPONSE2000 programı kullanılarak toplam eğrilik değerlerine karşılık gelen

birim şekil değiştirme değerleri elde edilmiştir. Elde edilen birim şekil değiştirme değerleri de yönetmelik şekil değiştirme üst sınırları ile karşılaştırılarak taşıyıcı sistem elemanlarına ait hasar durumları belirlenmiştir. Yapılan hesap adımları tasarım depremi ve şiddetli deprem için ayrı ayrı yapılmış ve her iki deprem türü için de bina performans seviyesi belirlenmiştir. Şekil 21’de hasar durumlarının belirlenmesi için kullanılan akış şeması verilmiştir.

$$\phi_p = \theta_p / L_p \quad (8)$$

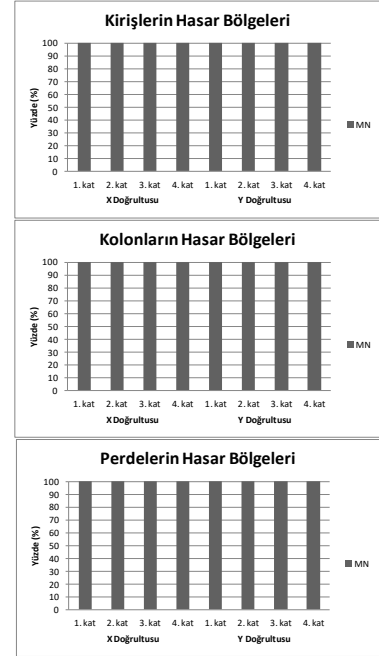
$$\phi_t = \phi_y + \phi_p \quad (9)$$



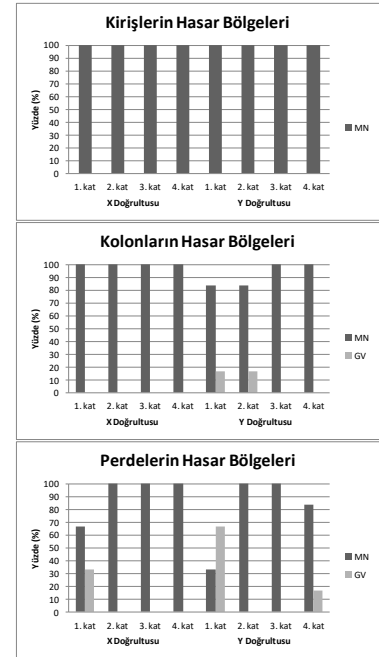
Şekil 21. Eleman Hasar Durumu İçin Akış Şeması

Tasarım depremi etkisinde yapılan analizler sonucunda, tüm taşıyıcı sistem elemanlarının minimum hasar bölgesinde kaldığı belirlenmiştir (Şekil 22). Bundan dolayı, her iki deprem doğrultusu için binanın tasarım depremi etkisinde DBYBHY 2007’nin okul binalarından istediği hemen kullanım performans düzeyini sağladığı görülmüştür.

Şiddetli deprem etkisinde yapılan analizler sonucunda ise, gevrek olarak hasar gören kirişlerin DBYBHY 2007’de belirtildiği üzere güçlendirilmeleri şartı ile kirişlerin tamamı minimum hasar bölgesinde kaldığından, kolonlar da her hangi bir katta ileri hasar bölgesine geçmediğinden, 2. kattaki iki kolonun y doğrultusunda her iki ucunda da minimum hasar sınırı aşılmış olsa da, yapılan hesaplamalar sonucunda bu iki kolon tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin toplamının o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %12 olduğundan, diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi veya belirgin hasar bölgesinde olduğundan dolayı, bina iki doğrultu için de deprem yönetmeliğinin şiddetli deprem için okul binalarından istediği performans seviyesi olan can güvenliği performans düzeyini sağlamaktadır.



Şekil 22. Tasarım Depremi Etkisinde Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Hasar Bölgeleri



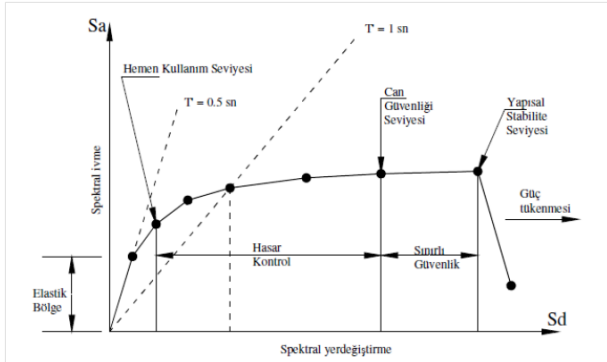
Şekil 23. Şiddetli Deprem Etkisinde Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Hasar Bölgeleri

3.2 Deprem Performansının ASCE 41-06’ya Göre Değerlendirilmesi

ASCE 41-06, DBYBHY 2007’de olduğu gibi depremleri 50 yılda aşılma olasılıklarına göre sınıflandırmıştır: 50 yılda aşılma olasılığı %50 (SE, servis veya kullanım depremi), 50 yılda aşılma olasılığı %20, 50 yılda aşılma olasılığı %10 (BSE-1, tasarım depremi veya temel güvenlik depremi 1), 50 yılda aşılma olasılığı %2 (BSE-2, en büyük deprem veya temel güvenlik depremi 2).

Standart, taşıyıcı sistem elemanları için dört performans seviyesi ve iki performans aralığı, taşıyıcı olmayan elemanlar içinde beş performans seviyesi belirlemiştir. Taşıyıcı sistem elemanlarının performans

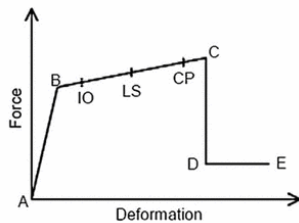
seviyeleri: hemen kullanım (S-1), can güvenliği (S-3), göçmenin önlenmesi (S-5), göçme (S-6) ve performans aralıkları: hasar kontrol (S-2), sınırlı güvenlik (S-4) (Şekil 24) olarak tanımlanmıştır. Taşıyıcı olmayan elemanların performans seviyeleri: kullanıma devam (N-A), hemen kullanım (N-B), can güvenliği (N-C), azaltılmış hasar (N-C), performansın dikkate alınmadığı seviye (N-E) olarak verilmiştir. Yapıların toplam performans seviyelerine ise, standarttaki çizelgeden yararlanılarak, taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların performans seviyelerinin birleşiminden sonra karar verilmektedir.



Şekil 24. Performans Seviyeleri ve Aralıkları

Bina performans seviyesinin belirlenmesinde ASCE 41-06 ile DBYBHY 2007'de paralellik sağlamak maksadıyla, ASCE 41-06'da bina performans seviyesi sadece taşıyıcı sistem elemanlarının hasar seviyeleri göz önünde bulundurulurken belirlenmiştir. DBYBHY 2007 göz önünde bulundurulurken, ASCE 41-06'daki bina performans seviyeleri: kullanıma devam ve hemen kullanım bina performans seviyeleri (taşıyıcı sistem elemanlarının S-1 hasar seviyesine sahip olması durumunda), can güvenliği bina performans seviyesi (taşıyıcı sistem elemanlarının en kötü S-3 hasar seviyesine sahip olması durumunda), göçmenin önlenmesi bina performans seviyesi (taşıyıcı sistem elemanlarının en kötü S-5 hasar seviyesine sahip olması durumunda) olarak verilmiştir.

Şekil 25 ile standarttaki genelleştirilmiş yük şekil değiştirme eğrisi verilmektedir. Taşıyıcı sistem elemanları için plastik mafsallik özelliklerinin atanması bu şekilde gösterilen parametrelere dayalı olarak yapılmaktadır [25]. SAP2000 programı da Şekil 25'deki eğriden yararlanarak, standardın sınır değerlerini kullanarak taşıyıcı sistem elemanları için hasar seviyelerini belirlemektedir (Şekil 26).



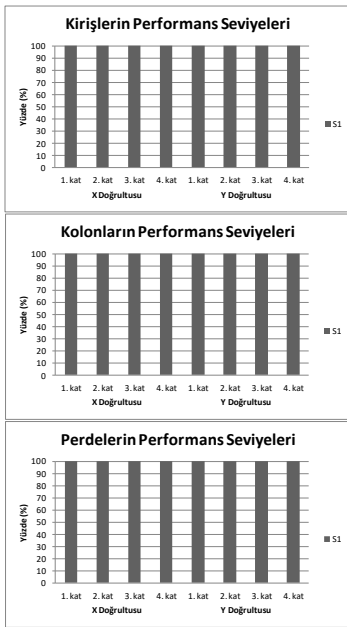
Şekil 25. Kesit Davranışı

Şekil 26. SAP2000 Programı ASCE 41-06 İçin Örnek Moment Dönme İlişkisi

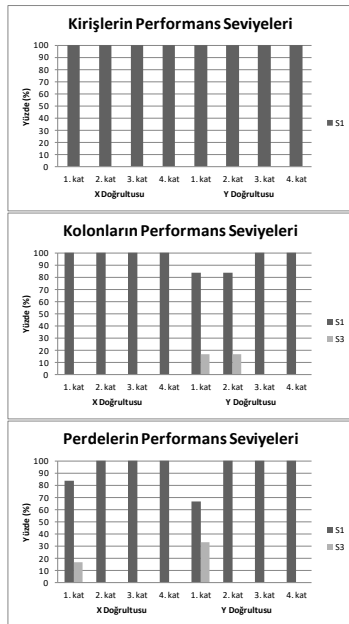
Yapılan çalışmada, SAP2000 programı yardımı ile hesaplanan plastik dönme değerleri, standardın hasar seviyeleri için belirlemiş olduğu plastik dönme sınır değerleri ile karşılaştırılmış, böylece taşıyıcı sistem elemanları için hasar seviyelerine karar verilmiştir. SAP2000, elemanlar için standartta verilen tabloları kullanarak hasar seviyelerinin sınır değerlerini belirlemektedir. Bu sınır değerleri belirlenirken gerektiğinde doğrusal enterpolasyon yapılmaktadır. Program belirlemiş olduğu sınır değerlere göre de eleman performans seviyelerine otomatik olarak karar vermektedir. Programın belirlemiş olduğu sınır değerler ve bütün taşıyıcı sistem elemanlarının hasar seviyeleri, hesaplanan plastik dönme değerleri yardımıyla standarttan kontrol edilmiş ve doğruluğu belirlenmiştir. Yapılan hesap adımları tasarım depremi ve en büyük (şiddetli) deprem için ayrı ayrı yapılmış ve her iki deprem türü için de bina performans seviyesi belirlenmiştir.

Tasarım depremi etkisinde yapılan analizler sonucunda, tüm taşıyıcı sistem elemanlarının hemen kullanım performans seviyesini sağladığı belirlenmiştir (Şekil 27). Bundan dolayı bina, tasarım depremi etkisinde ASCE 41-06'ya göre hemen kullanım performans düzeyini sağlamıştır.

Şiddetli deprem etkisinde yapılan analiz sonucunda, X doğrultusunda kirişlerin tamamının hemen kullanım performans seviyesini sağladığı, kolonların tamamının hemen kullanım performans seviyesini sağladığı, perdelerden 1. katta 2 perdenin can güvenliği performans seviyesini sağladığı, geri kalan tüm perdelerin ise hemen kullanım performans seviyesini sağladığı; Y doğrultusunda ise kirişlerin tamamının hemen kullanım performans seviyesini sağladığı, kolonlardan 1. katta 2 kolonun, 2. katta 2 kolonun can güvenliği performans seviyesini sağladığı, geri kalan kolonların tamamının hemen kullanım performans seviyesini sağladığı, perdelerden 1. katta 4 perdenin can güvenliği performans seviyesini sağladığı, geri kalan tüm perdelerin ise hemen kullanım performans seviyesini sağladığı belirlenmiştir (Şekil 28). Dolayısıyla bina şiddetli deprem etkisinde ASCE 41-06'ya göre can güvenliği performans düzeyini sağlamaktadır.



Şekil 27. Tasarım Depremi Etkisinde Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Performans Seviyeleri



Şekil 28. Şiddetli Deprem Etkisinde Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Performans Seviyeleri

4 Sonuçlar

Bu çalışmada, dört katlı perde ve çerçeve taşıyıcı sisteme sahip betonarme bir okul binasının, DBYBHY 2007 bölüm iki ve bölüm üçe göre tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan bu okul binasının deprem performansının değerlendirilmesi, DBYBHY 2007 ve ASCE 41-06'ya göre doğrusal olmayan analiz yöntemi (artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi) kullanılarak yapılmıştır. Binanın taşıyıcı sisteminin tasarımında ve deprem performansı analizlerinde SAP2000 programı, kesit analizi hesaplarında ise RESPONSE2000 programından faydalanılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Doğrusal hesapla doğrusal olmayan hesaplardaki taban kesme kuvvetleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, doğrusal olmayan hesaptaki taban kesme kuvvetinin

doğrusal hesaptakinin yaklaşık iki katı olduğu görülmüştür. Bu artan taban kesme kuvvetinin sebebi ise yük artım adımları ile birlikte kapasitelerine ulaşan kesitlerde plastik mafsall oluşması ve bu kesitlerde plastik mafsall oluşmasından sonra gelen yüklerin diğer kesitlerce ortaklaşa paylaşılarak sistem dayanımının artmasıdır. Ayrıca beton ve çeliğin tasarım hesaplarında azaltılmış olan dayanımları da taban kesme kuvvetinin doğrusal hesapta daha küçük çıkmasının sebebidir.

- Tasarım depremi için yapılan analizler ile şiddetli deprem için yapılan analizler karşılaştırıldığında, oluşan plastik mafsall sayısının arttığı, plastik dönme değerlerinin ve oluşan birim şekil değiştirmelerin arttığı belirlenmiştir.
- Düşey taşıyıcı elemanlarda, yatay taşıyıcı elemanlara göre oluşan plastik mafsall sayısı oldukça azdır. Bu da binanın sünek davranışını itme analizi esnasında yansıttığını ve kolonların kirişlerden daha güçlü olması ilkesinin sağlandığını göstermiştir.
- Tasarım depremi için binadaki bütün eleman hasar sınırları minimum hasar bölgesinde kalmıştır. Bina, DBYBHY 2007'de öngörüldeği gibi tasarım depremi etkisinde hemen kullanım performans düzeyini sağlamaktadır.
- Şiddetli deprem etkisinde ise bina DBYBHY 2007'de belirtildiği üzere, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri şartı ile yönetmeliğin öngördüğü gibi can güvenliği performans düzeyini sağlamaktadır. Fakat betonarme tasarımı DBYBHY 2007'ye göre süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlanan kirişlerden bazılarının, DBYBHY 2007, 7. bölüme göre şiddetli deprem için, kesme kuvveti kapasitelerinin son itme adımında ortaya çıkan kesme kuvvetlerinden küçük olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı da bu kirişler, şiddetli deprem için gevrek olarak hasar görmüştür. Bu husus tasarımı yapılırken hedef performans seviyesinin de göz önünde bulundurularak tasarımı yapılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca bu husus, kirişlerin yönetmeliğe uygun olarak dayanım bazı tasarlanmasına rağmen, şiddetli deprem etkisinde yapılan performans değerlendirilmesinde kirişlerden bazılarının yönetmeliğin öngördüğünün aksine gevrek olarak hasar gördüğünü ortaya çıkarmıştır. Gevrek olarak hasar gören kirişlerin çoğunun perdelerle bağlanan kirişler olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, yük aktarımı esnasında elemanlarda oluşabilecek kesit tesirlerinin dikkate alınarak, perde boyutları ile bu perdelerle bağlanan kirişlerin boyutlarının çok iyi hesap edilmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.
- Tasarım depremi için ASCE 41-06 standardına göre yapılan performans değerlendirilmesinde, DBYBHY 2007'de olduğu gibi yapının hemen kullanım performans seviyesini sağladığı, şiddetli deprem için ASCE 41-06 standardına göre yapılan performans değerlendirilmesinde, DBYBHY 2007'de olduğu gibi binanın can güvenliği performans seviyesini sağladığı görülmüştür. Şiddetli deprem için ASCE 41-06 standardına göre hesaplanan eleman hasar durumları ile DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan eleman hasar durumlarının, bazı elemanlarda farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılık gösteren elemanlar incelendiğinde, hasar durumlarını belirlemek için hesaplanan değerlerin yönetmeliklerdeki hasar

sınırlarına çok yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı DBYBHY 2007’de belirgin hasar bölgesinde bulunan bazı elemanlar, ASCE 41-06

standardında hemen kullanım hasar bölgesinde kalmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Eleman Hasar Durumundaki Farklılık İçin Örnek

| Label SAP2000 | Plastik Dönme (θ) (rad) | ϵ_{cu} | ϵ_s | DBYBHY 2007 (MN) | | ASCE 41-06 (S-1) |
|------------------|----------------------------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|--------------------|
| | | | | ϵ_{cu} | ϵ_s | (θ) (rad) |
| 145 | 0.004675 | 0.00372 | 0.00922 | 0.0035 | 0.01 | 0.005 |

5 Kaynaklar

- [1] Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, ATC 40, Applied Technology Council, California, ABD, 1996.
- [2] Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, FEMA 356, Federal Emergency Management Agency, Washington, ABD, 2000.
- [3] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, DBYBHY 2007, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2007.
- [4] Aydınoglu, M.N., Celep, Z., Özer, E., Sucuoğlu, H., Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007) Açıklamalar ve Örnekler Kitabı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2009.
- [5] Canbay, E., Özcebe, G., Sucuoğlu, H., Wasti, T., Ersoy, U., Binalar İçin Deprem Mühendisliği Temel İlkeler, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık, Ankara, 2008.
- [6] Celep, Z., Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul, 2007.
- [7] Sucuoğlu, H., Deprem Yönetmeliği Performans Esası Hesap Yöntemlerinin Karşılıklı Değerlendirilmesi, Türkiye Mühendislik Haberleri / Sayı 444-445- 2006 / 4-5., 24-36, 2007.
- [8] Celep, Z., Gençoğlu, M., Betonarme Yapılarda Şekil Değiştirmeye Dayalı Tasarım ve Değerlendirme, Prof. Dr. Nahit Kumbasar Betonarme Yapılar Semineri Bildiriler Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009.
- [9] Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, TS 500, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
- [10] Seismic Rehabilitation of Existing Buildings, ASCE 41-06, American Society of Civil Engineers, Washington DC, ABD, 2007.
- [11] Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TS 498, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1987.
- [12] Structural Analysis Program, SAP 2000 V15.1, Computers and Structures Inc., Berkeley, California, ABD, 2011.
- [13] Uçar, T., Seçer, M., Beton Sınıfının Yapı Performans Seviyesine Etkisi, 7. Ulusal Beton Kongresi Beton Teknolojisinde Gelişmeler ve Uygulamalar, İstanbul, 2007.
- [14] Kasil, B., Celep, Z., A Comparative Study for Seismic Safety Evaluation of a Concrete Building According to the Methods Given in the Turkish Seismic Code (2007), 8th International Congress on Advances in Civil Engineering, Eastern Mediterranean University, Famagusta, North Cyprus, 2008
- [15] Şengöz, A., Sucuoğlu, H., 2007 Deprem Yönetmeliğinde Yer Alan “Mevcut Binaların Değerlendirilmesi” Yöntemlerinin Artıları ve Eksileri, İMO Teknik Dergi, cilt 20, sayı 1, 4609-4633, 2009.*
- [16] Güler, K., Güler, M.G., Taşkın, B., Altan, M., Performance Evaluation of a Vertically Irregular RC Building, The 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 2008.
- [17] İnel, M., Bilgin, H., Özmen, H.B., Orta Yükseklikli Betonarme Binaların Türkiye’de Yaşanan Son Depremlerdeki Performansı, İMO Teknik Dergi, cilt 19, sayı 1, 4319-4331, 2008.
- [18] Darılmaz, K., Betonarme Düzlem Çerçeve Bir Yapının Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi İle Performans değerlendirilmesi, İMO İstanbul Bülten, 94, s. 18-22, 2008.
- [19] Sectional Analysis Program, RESPONSE 2000, University of Toronto, Toronto.
- [20] Fahjan, Y.M., Başak, K., Kubin, J., Tan, M.T., Perdeli Betonarme Yapılar İçin Doğrusal Olmayan Analiz Metotları, Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 2011.
- [21] Mander, J.B., Priestly, M.J.N., and Park, R., Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete, Journal of Structural Division ASCE, 114(8): pp. 1804-1826, 1988.
- [22] Celep, Z., Betonarme Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış: Plastik Mafsallı Kabulü ve Çözümleme, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, 2007.
- [23] Arslan, M.H., Köroğlu, M.A., Köken, A., Binaların Yapısal Performansının Statik İtme Analizi İle Belirlenmesi, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, (2) 71-84, 2008.
- [24] Celep, Z., Kumbasar, N., Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul, 2004.
- [25] Çavdar, Ö., Bayraktar, A., Pushover and Nonlinear Time History Analysis Evaluation of a RC Building Collapsed During The Van (Turkey) Earthquake on October 23, 2011, Natural Hazards, volume 70, issue 1, pp. 657-673, 2014.

Authors' addresses

Alperen Turkey¹, Research Assistant (Corresponding Author)

Cumhuriyet University
Faculty of Engineering, Civil Engineering
aturkay@cumhuriyet.edu.tr

Kadir Güler², Professor

İstanbul Technical University
Faculty of Civil Engineering, Civil Engineering
kguler@itu.edu.tr

SOL-GEL SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF TiO₂ POWDER

Omer Kaygili 1, Niyazi Bulut 2, Cengiz Tatar 3, Tankut Ates 4, Turan İnce 5

Original scientific paper

In the present study, TiO₂ powder having the tetragonal crystal without any impurity was easily synthesized by sol-gel method, and its characterization was done by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive X-ray (EDX) spectroscopy. The crystallinity degree was found to be of 89.0%. A flaky morphology was observed.

Keywords: Sol-gel synthesis; TiO₂; X-ray diffraction (XRD)

1 Introduction

Titania or titanium dioxide (TiO₂) is a semiconductor material, and the best known crystal forms of TiO₂ are the anatase, rutile and brookite [1, 2]. While the anatase and rutile, which is a thermodynamically stable phase and is the best known polymorph of TiO₂, have the tetragonal crystal system, the brookite has the orthorhombic crystal structure [3]. The anatase and brookite are metastable phases and these are converted the rutile phase after heating [4]. TiO₂ has been synthesized by several techniques, including hydrothermal, solvothermal, sol-gel, direct oxidation, electrodeposition, microwave and, chemical vapor deposition [5-7]. In comparison to the other preparation methods, the sol-gel route has been widely used for synthesizing of TiO₂ since it has some advantages such as low processing temperature, high homogeneity and low preparation cost [8, 9].

The present work focuses on the preparation with a simple sol-gel synthesis and characterization, using the experimental analysis techniques of X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive X-ray (EDX) spectroscopy, of TiO₂ powder.

2 Materials and method

2.1 Synthesis of TiO₂ powder

0.5 M of titanium (IV) butoxide (Ti(OBu)₄, Sigma-Aldrich) was dissolved in 100 ml of anhydrous ethanol (C₂H₅OH, Carlo Erba), and then 100 ml of distilled water was added to this solution. The as prepared solution was stirred continuously, and the beginning of gel formation in this mixture was observed in about 10 minutes. Afterwards, this was stirred without heating for 2.5 h in a magnetic stirrer. This was placed in an oven, kept at 60 °C for 24 h, and further dried at 80 °C for 22 h. The as dried was heated in an electric furnace at 1100 °C for 2 h and white TiO₂ powder was obtained.

2.2 Characterization

X-ray diffraction (XRD) data of the as-produced TiO₂ powder was collected on a Rigaku RadB-DMAX II model diffractometer in the 2θ range from 20° to 80° with a step size of 0.02° using Cu Kα radiation with wavelength of 0.15406 nm. A LEO EVO 40xVP scanning electron

microscope operated at 20 kV and equipped with an energy dispersive X-ray (EDX, Röntech xflash) was used to observe the morphology and to determine the elemental composition of the as-manufactured TiO₂ sample.

3 Results and Discussion

3.1 XRD analysis

Fig. 1. shows the XRD pattern of the as-prepared TiO₂ sample. The set of the diffraction planes of (110), (101), (200), (111), (210), (211), (220), (002), (310), (301), (112), (311) and (202) was detected. All the peaks on this pattern are in very good harmony with the standard pattern belonging to the rutile phase, having the tetragonal crystal system, of TiO₂ (JCPDS PDF no: 75-1753), and an additional phase was not observed. The observation of the one hundred percent pure rutile phase for the sample produced at the temperature of 1100 °C is in a very good agreement with the result reported by Toyoda et al. [10].

The crystallinity percent (Xc%) value was estimated according to the relation given in elsewhere [11]. This value was calculated to be 89.0%, corresponding to the high crystallinity of the as-prepared TiO₂. Using the full width at half maximum (FWHM, β) and Bragg angle (θ) values belonging to these planes, the average value of the crystallite size (D_s) of the sample was calculated by Scherrer equation [12]

$$D_s = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

where λ is the X-ray wavelength, which is equal to the value of 0.15406 nm for CuKα radiation. The average value of D_s was computed to be 23.21 nm. The crystallite size value was also computed from the slope of Williamson-Hall plot (Fig. 2), using the following equation [13]

$$\beta \cos \theta = \frac{0.9\lambda}{D_{WH}} + 4\varepsilon \sin \theta \quad (2)$$

Where ε is the lattice strain and D_{WH} is the crystallite size. The ε and D_{WH} values are estimated to be 8.521×10⁻⁴ and 27.51 nm, respectively. Both the calculated values of the crystallite size are approximately close to each other, and these values are in a good harmony with Bakri

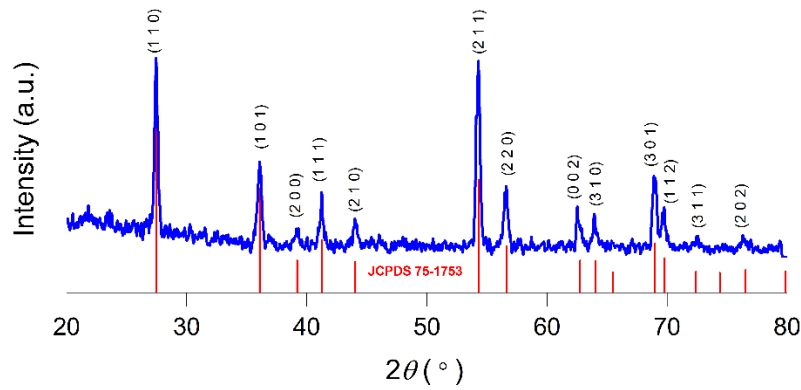


Figure 1. XRD pattern of TiO₂ powder.

et al. [14]. The as-calculated lattice strain may be associated to the high crystallinity [15].

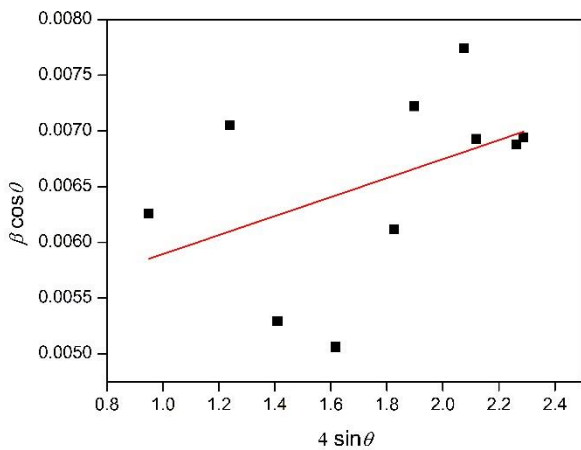


Figure 2. Williamson-Hall plot of TiO₂

Using the Miller indices (*hkl*) and distance (*d*) for two adjacent plane, the lattice parameters (*a=b* and *c*) and unit cell volume (*V*) of the sample were calculated according to the following relations belonging to the tetragonal crystal system, respectively [12]:

$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2 + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2} \quad (3)$$

$$V = a^2c \quad (4)$$

The values of the as-calculated parameters are listed in Table 1 and compared to the standard values (JCPDS PDF no: 75-1753), and these values are in very good agreement with the standard values of the data belonging to the rutile phase of TiO₂ given in JCPDS PDF no: 75-1753.

Table 1. The lattice parameters and unit cell volume of the as-synthesized sample.

| Sample | <i>a</i> (nm) | <i>c</i> (nm) | <i>V</i> (nm ³) |
|--|---------------|---------------|-----------------------------|
| TiO ₂ (JCPDS PDF no: 75-1753) | 0.45937 | 0.29587 | 0.06243 |
| TiO ₂ | 0.45968 | 0.29614 | 0.06258 |

3.2. Morphological and elemental analysis

A flaky morphology without the porosity is observed from scanning electron microscope image taken at an operating voltage of 20 kV and magnification of ×20,000 (Fig. 3). Since any element other than titanium and oxygen is not detected, the EDX data confirm that there is no impurity in the as-prepared TiO₂ sample. Over and above, the EDX result verify the stoichiometry of TiO₂.

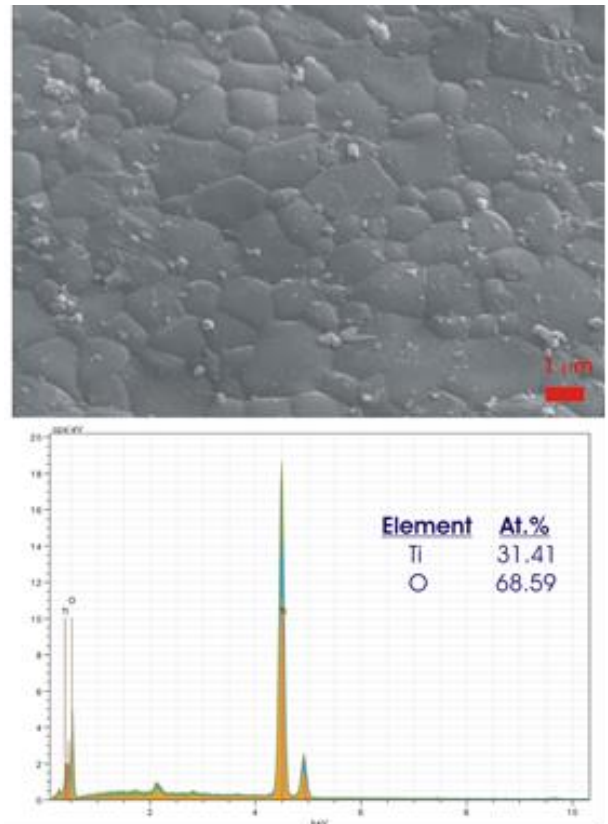


Figure 3. SEM observation and elemental analysis results of the as-produced sample.

4 Conclusions

A high crystalline TiO₂ powder, composed of the rutile phase with the tetragonal crystal system, was synthesized easily via a simple sol-gel technique. Using the well-known Scherrer and Williamson-Hall methods, the crystallite size of the as-manufactured sample was calculated to be 23.21 nm for and 27.51 nm, respectively.

The crystallinity was estimated to be 89.0%, and the higher crystallinity can be related to the lesser lattice strain value. The morphology of TiO₂ exhibits the flaky grains, and EDX data show that the as-synthesized sample is the stoichiometric.

5 References

- [1] Chimupala Y, Hyett G, Simpson R, Mitchell R, Douthwaite R, Milne SJ, Brydson RD. Synthesis and characterization of mixed phase anatase TiO₂ and sodium-doped TiO₂ (B) thin films by low pressure chemical vapour deposition (LPCVD). *RSC Adv* 2014;4:48507-15.
- [2] Viana MM, Soares VF, Mohallem NDS. Synthesis and characterization of TiO₂ nanoparticles. *Ceram Int* 2010;36:2047-53.
- [3] Dadkhah M, Salavati-Niasari M, Mir N. Synthesis and characterization of TiO₂ nanoparticles by using new shape controllers and its application in dye sensitized solar cells. *J Ind Eng Chem* 2014;20:4039-44.
- [4] Paunović P, Grozdanov A, Češnovar A, Makreski P, Gentile G, Ranguelov B, Fidančevska E. Characterization of nanoscaled TiO₂ produced by simplified sol-gel method using organometallic precursor. *J Eng Mater Technol* 2015;137:021003 1-5.
- [5] Byranvand MM, Kharat AN, Fatholahi L, Beiranvand ZM. A review on synthesis of nano- TiO₂ via different methods. *J Nanostruct* 2013;3:1-9.
- [6] Li Z, Kawashita M, Doi M. Sol-gel synthesis and characterization of magnetic TiO₂ microspheres. *J Ceram Soc Jpn* 2010;118:467-73.
- [7] Chen X, Mao SS. Titanium dioxide nanomaterials: Synthesis, properties, modifications, and applications. *Chem Rev* 2007;107:2891-959.
- [8] Phonkhokong T, Thongtem T, Thongtem S, Phuruangrat A, Promnopas W. Synthesis and characterization of TiO₂ nanopowders for fabrication of dye sensitized solar cells. *Dig J Nanomater Biostruct* 2016;11:81-9.
- [9] Sharma A, Karn RK, Pandiyan SK. Synthesis of TiO₂ nanoparticles by sol-gel method and their characterization. *J Basic and Appl Eng Res* 2014;1:1-5.
- [10] Toyoda M, Nanbu Y, Nakazawa Y, Hirano M, Inagaki M. Effect of crystallinity of anatase on photoactivity for methyleneblue decomposition in water. *Appl Catal B* 2004;49: 227-32.
- [11] Kaygili O, Tatar C, Keser S, Bulut N. Preparation and characterization of monetites co-doped with Ni/Al, Ni/Mn and Al/Mn. *Mater Lett* 2017;201:39-42.
- [12] Cullity BD. *Elements of X-ray diffraction*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company;1978.
- [13] Mote VD, Purushotham Y, Dole BN. Williamson-Hall analysis in estimation of lattice strain in nanometer-sized ZnO particles. *J Theor Appl Phys* 2012;6:1-8.
- [14] Bakri AS, Sahdan MZ, Adriyanto F, Raship NA, Said NDM, Abdullah SA, Rahim MS. Effect of annealing temperature of titanium dioxide thin films on structural and electrical properties. *International Conference on Engineering, Science and Nanotechnology 2016 (ICESNANO 2016)*, AIP Conference Proceedings 2017;1788:030030.
- [15] Hanaor DAH, Sorrell CC. Review of the anatase to rutile phase transformation. *J Mater Sci* 2011;46:855-74.

Authors' addresses

Ömer Kaygili 1, (Corresponding Author)

Department of Physics, Faculty of Science, Firat University
okaygili@firat.edu.tr

Niyazi Bulut 2,

Department of Physics, Faculty of Science, Firat University
bulut_niyazi@yahoo.com

Cengiz Tatar 3,

Department of Physics, Faculty of Science, Firat University
ctatar@firat.edu.tr

Tankut Ates 4,

Department of Physics, Faculty of Science, Firat University
tankut_ates@hotmail.com

Turan İnce 5,

Department of Physics, Faculty of Science, Firat University
trince23@gmail.com