

ISSN : 2667-8764

IJEASED

ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN
MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ

IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND
DESIGN

YIL/YEAR : 2020 CİLT/VOLUME : 2 SAYI/ISSUE: 1



Genel Yayın Yönetmeni /Editor-in-Chief
Selim TAŞKAYA

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

**Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım
Dergisi**
15 (Temmuz 2020)

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Uluslararası Doğu Anadolu
Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi**

***International Journal of Eastern Anatolia Science
Engineering and Design (IJEASED)***

15

(Temmuz/July 2020)

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design
(IJEASED)

ISSN: 2667-8764

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 2

Temmuz / July 2020

Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)

Genel Yayın Yönetmeni ve Dergi Editörü / Editor-in-Chief and Journal Editor

Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR

Dergi Müdürü / Journal Manager

PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih Taşkaya, Firat University, TR

Baş Editör / Lead Editor

PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih Taşkaya, Firat University, TR

Uluslararası Editör / International Editor

PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Assist. Prof. Dr. Abdulsamee HALAHLA, Fahad Bin Sultan University, EN
Assist. Prof. Dr. Belal ALMASSRI, Palestine Polytechnic University, EN
Specialist Clarissa WRİGHT, University of Birmingham, EN

Yabancı Dil Editörleri / Foreign Language Editors

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydin University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR
PhD. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN

Editör Yardımcısı / Associate Editor

PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih Taşkaya, Firat University, TR

Editör Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. / Professor Dr. Niyazi ÖZDEMİR, Firat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa TAŞKIN, Mersin University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL, Karabuk University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Yasin VAROL, Firat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Muzaffer AŞKIN, Munzur University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa DÖRÜCÜ, Firat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Hakan Fehmi ÖZTOP, Firat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ali Kaya GÜR, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ömer GÜLER, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Çetin ÖZAY, Firat University, TR

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat Yavuz SOLMAZ, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İhsan KIRIK, Bingöl University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Soner BUYTOZ, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Vedat Veli ÇAY, Dicle University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, Cumhuriyet University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Fethi DAĞDELEN, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İlyas SOMUNKIRAN, Firat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mustafa SALTI, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Oktay AYDOĞDU, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat DAL, Munzur University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, Munzur University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Halil DİKBAŞ, Firat University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yakup SAY, Munzur University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Azize DEMİRPOLAT, Bingöl University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyza ONUR İŞİKOĞLU, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydin University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Öğr. Gör. Dr. / Dr. Instructor Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Firat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR
PhD. İmène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Esra TUĞRUL TUNÇ, Firat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Firat University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR
PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Firat University, TR
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Mine DOĞAN, Firat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işıl ÜNLÜ, Firat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lutfiye SİRKA, Firat University, TR
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR
Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Neslişah ULUTAŞ, Selcuk University, TR

Düzenleme (Mizanpaj) / Administrative Coordinator

PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR

Yayın Türü / Publication Type

Elektronik (çevrimiçi) ve hakemli / Electronic (online) and refereed

Yayın Tarihi / Publication Date

15 / 07 / 2020

Hakemli bir dergi olan Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi altı ayda bir çevrimiçi olarak yayımlanmaktadır. Akademik usullere uygun atıf yapmak suretiyle dergide yapılan çalışmalardan yararlanılabilir. Her hakkı saklıdır. Yazıların her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir. Dergiye yayınlanmak üzere gönderilen yazılar yayınlansın veya yayınlanmasın iade edilmez.

Haberleşme / Communication

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, Elazığ/ Türkiye
International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design (IJEASED), Elazığ / Turkey
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased> (ISSN: 2667-8764)



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Temmuz 2020)

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 2

Temmuz / July 2020

Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)

Yayın ve Bilim Kurulu / Publication and Science Committee

Prof. Dr. / Professor Dr. Niyazi ÖZDEMİR, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa TAŞKIN, Mersin University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL, Karabük University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Yasin VAROL, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Muzaffer AŞKIN, Munzur University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa DÖRÜCÜ, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Hakan Fehmi ÖZTOP, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ömer GÜLER, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Çetin ÖZAY, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat Yavuz SOLMAZ, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İhsan KIRIK, Bingöl University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Soner BUYTOZ, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Vedat Veli ÇAY, Dicle University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, Cumhuriyet University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Fethi DAĞDELEN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İlyas SOMUNKIRAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mustafa SALTİ, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Oktay AYDOĞDU, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat DAL, Munzur University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, Munzur University, TR

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Halil DİKBAŞ, Fırat University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yakup SAY, Munzur University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Azize DEMİRPOLAT, Bingöl University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyza ONUR IŞIKOĞLU, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, İstanbul Aydın University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Öğr. Gör. Dr. / Dr. Instructor Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR
PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Mine DOĞAN, Fırat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işıl ÜNLÜ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lutfiye SİRKA, Fırat University, TR
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR
Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Neslişah ULUTAŞ, Selcuk University, TR



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Temmuz 2020)

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 2

Temmuz / July 2020

Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)

Alan Editörleri / Expert Editors

Prof. Dr. / Professor Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL, Karabuk University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Muzaffer AŞKIN, Munzur University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa DÖRÜCÜ, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ömer GÜLER, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, Cumhuriyet University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mustafa SALTİ, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Oktay AYDOĞDU, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat DAL, Munzur University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, Munzur University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Azize DEMİRPOLAT, Bingöl University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyza ONUR IŞIKOĞLU, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, İstanbul Aydın University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Karabuk University, TR

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Öğr. Gör. Dr. / Dr. Instructor Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR
PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Mine DOĞAN, Fırat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işıluy ÜNLÜ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lutfiye SİRKA, Fırat University, TR
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR
Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Neslişah ULUTAŞ, Selcuk University, TR



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Temmuz 2020)

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Hakem Listesi / Reviewers List

Dergimize yayınlanmak üzere gönderilmiş olan makaleleri titiz bir şekilde değerlendiren kıymetli hakem hocalarımıza, değerli katkılarından dolayı teşekkür eder, katkılarının devamını dileriz.

We greatly appreciate the contributions made by the scientists, who worked as reviewers for International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design (IJEASED) and we expect their contributions to the following journal issues.

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 2

Temmuz / July 2020

Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)

Sayı Hakemleri / Referees Issue

- Prof. Dr. Arzu ŞENCAN ŞAHİN, Isparta Uygulamalı Bilimler University, TR
- Prof. Dr. Ersin ARSLAN, Atatürk University, TR
- Prof. Dr. Ebru ÖZGÜR GÜLER, Çukurova University, TR
- Prof. Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
- Prof. Dr. Bilge IŞIK, İstanbul Aydın University, TR
- Prof. Dr. Gediz URAK, Gazi University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Nursu TUNALIOĞLU, Yıldız Teknik University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cahide AYDIN İPEKÇİ, Gebze Teknik University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Z. Sevgen PERKER, Bursa Uludağ University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Şafak KIRIŞ, Dumlupınar University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Erkan DİKMEN, Isparta Uygulamalı Bilimler University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Candan KUŞ ŞAHİN, Süleyman Demirel University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Seda BAĞDATLI KALKAN, İstanbul Ticaret University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY, Gazi University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Atilla Gencer DEVECİOĞLU, Dicle University, TR

- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat UYSAL, Afyon Kocatepe University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Erol KILIÇKAP, Dicle University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihan ÖZEL, Fırat University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Seda ARABACI, Celal Bayar University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Fulya ÜSTÜN DEMİRKAYA, Karadeniz Teknik University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, İstanbul Aydın University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Seher GÜZELÇOBAN MAYUK, Gebze Teknik University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. İlknur BEKEM KARA, Artvin Çoruh University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Zuhâl ŞİMŞEK, Bursa Uludağ University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Zerrin SERT, Eskişehir Osmangazi University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyza ONUR IŞIKOĞLU, Karabük University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI, Karabük University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ayşenur BUDAK, Gebze Teknik University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Gül Fatma TÜRKER, Süleyman Demirel University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Zeynep BANU ÖZGER, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyda TAŞAR, Fırat University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ÇALIŞKAN, İskenderun Teknik University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ali MÜLAYİM, Kırklareli University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Fahrettin HORASAN, Kırıkkale University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şefika ERGİN, Dicle University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Erdiñç VURAL, Aydın Adnan Menderes University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Aynur İNCEKIRIK, Manisa Celal Bayar University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKÇAY, Muş Alparslan University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bora BİNGÖL, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mustafa ZEYBEK, Artvin Çoruh University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Hatice ÇATAL REİS, Gümüşhane University, TR
- Öğr. Gör. / Lecturer Elif Işılay ÜNLÜ, Fırat University, TR
- Araş. Gör. / Research Assist. Mine DOĞAN, Fırat University, TR



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Temmuz 2020)

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 2

Temmuz / July 2020

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

Endüstri Mühendisliği / Industrial Engineering

Melda KOKOÇ
Süleyman ERSÖZ
Adnan AKTEPE

A Fuzzy Inference System Proposal for Selecting Marketing Strategy 1
Pazarlama Stratejisi Seçmek için Bulanık Çıkarım Sistemi Önerisi

Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering

Dilşad AKGÜMÜŞ
GÖK
Vedat ÖZTÜRK

Kriyojenik İşlemin Vanadis 8 Çeliğinin Mekanik Özellikleri ve Mikroyapısı Üzerindeki Etkisi 22
The Influence of Cryogenic Treatment on Mechanical Properties and Microstructures of Vanadis 8 Steel

Derleme Makalesi / Review Article

Mimarlık / Architecture

Ayşe Ceren KÖKLÜ
Şehriban ERASLAN

Kentsel Mekanlarda Ekolojik Yaklaşımlı Çocuk Oyun Alanlarının Değerlendirilmesi 33
Evaluation of Playgrounds with Ecological Approach In Urban Areas

Araştırma Makalesi / Research Article

Temel Bilimler (İstatistik) / Basic Sciences (Statistics)

Öznur İŞÇİ GÜNERİ
Burcu DURMUŞ

Aşırı ya da Eksik Yayılım Durumunda Poisson ve Negatif Binom Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması 48
Comparison of Poisson and Negative Binomial Regression Models in Case

of Over-Dispersed or Under-Dispersion

Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering

- Salih ÖZER **As Lubricating Oil In A Two-Stroke Gasoline Engine Use Of Vegetable Oil** **67**
İki Zamanlı Benzinli Bir Motorda Yağlama Yağı Olarak Bitkisel Yağ Kullanımı

Mimarlık / Architecture

- Muammer YAMAN **Cephelerde Yangın Güvenlik Önlemleri ve Mevzuatların Karşılaştırmalı Analizi** **88**
Fusun DEMİREL *Fire Safety Precautions on Facade and Comparative Analysis of Regulations*

Biyomühendislik / Bio Engineering

- Ayşe BİÇER **Analysis of Climatic Parameters of Tunceli-Bingol and Mus Provinces with Meteorological Data** **109**
Tunceli-Bingöl ve Muş İllerinin Meteorolojik Verilerle İklim Parametrelerinin Analizi

- Ayşe BİÇER **Thermal Properties of Gypsum Plaster with Fly Ash** **120**
Uçucu Küllü Alçı Sıvaların Isıl Özellikleri

Mimarlık / Architecture

- Seyhan YARDIMLI **Neolitik Çağ Yapıları İle Günümüz Ahievren Köy Evleri'nde Tespit Edilen Ortak Yapı Teknik ve Detayları** **134**
Common Building Techniques and Details of Neolithic Age Structures and Today's Ahievren Village Houses



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 2(1), 1-21, 2020

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>






Araştırma Makalesi / Research Article

A Fuzzy Inference System Proposal for Selecting Marketing Strategy

Melda KOKOÇ^{1*}, Süleyman ERSÖZ², Adnan AKTEPE²

¹ Gazi University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, 06560, Ankara, Turkey.

² Kirikkale University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Kirikkale, 71450, Turkey.

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process |
|--|--|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding author : meldakokoc@gazi.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-2035-9777 , M. Kokoç  https://orcid.org/0000-0002-7534-6837 , S. Ersöz  https://orcid.org/0000-0002-3340-244X , A. Aktepe | Geliş Tarihi / Received Date : 02.12.2019 Revizyon Tarihi / Revision Date : 20.12.2019 Kabul Tarihi / Accepted Date : 31.12.2019 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2020 |
| Alıntı / Cite : Kokoç, M., Ersöz, S., Aktepe, A. (2020). A Fuzzy Inference System Proposal for Selecting Marketing Strategy, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 2(1), 1-21. | |

Abstract

Changes in customer demands and advances in technology have led to the emergence of various marketing sectors. As a result of this, the expectation of each generation from brands or companies has become different. In addition, customers have begun to consider alternatives before purchasing a product, taking into account the various features that best meet their needs. Due to changing conditions, companies have forced to consider various criteria when determining their target markets and the types of products they introduce into the market. In this study, a fuzzy inference system has been proposed to provide support for the decision-making process related to the marketing strategy of the firm. When the proposed system was evaluated by experts, it was seen that satisfactory results were achieved.

Keywords: Fuzzy inference system, Fuzzy logic, Marketing strategy, Risk level.

Pazarlama Stratejisi Seçmek için Bulanık Çıkarım Sistemi Önerisi

Özet

Müşteri taleplerindeki değişimler ve teknolojiye gelişmeler, çeşitli pazarlama sektörlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunun sonucu olarak, her neslin markalardan veya şirketlerden beklentileri farklılaşmıştır. Ek olarak müşteriler, bir ürünü satın almadan önce gereksinimlerini en üst düzeyde karşılayan çeşitli özellikleri göz önünde bulundurarak alternatifleri değerlendirmeye başlamıştır. Değişen koşullar nedeniyle şirketler, hedef pazarlarını ve pazara sundukları ürün türlerini belirlerken çeşitli kriterleri göz önünde bulundurmaya zorunda kalmaktadır. Bu çalışmada, firmanın pazarlama stratejisiyle ilgili karar verme sürecine destek sağlamak için bulanık bir çıkarım sistemi önerilmiştir. Önerilen sistem uzmanlar tarafından değerlendirildiğinde tatmin edici sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Bulanık çıkarım sistemi, Bulanık mantık, Pazarlama stratejisi, Risk seviyesi.*

1. Introduction

Marketing is defined by American Marketing Association as is a set of processes and organizational functions for generating value, delivering it to customers and for conducting customer management in ways that benefit the organization and its stakeholders (Marketing News, 2004; Varadarajan, 2010). Marketing strategy is related to create a marketing-mix that enables the business to succeed in its objectives in a target market. When a business chooses a marketing strategy in accordance with current conditions and implements this marketing strategy effectively, the performance of this business can be maximized. But cultural conflicts, competition, and the limited sources may make it difficult to increase performance. Therefore, managers' decisions regarding the allocation of resources are important for the performance of the businesses (Slater et al., 2010).

Nowadays, in addition to the development of technology rapidly and the emergence of new products, in the 21st century, consumers have become more aware, well informed, quality-conscious, knowing global brands, having access to products globally. So, these situations have changed market conditions and caused competitive conditions to become difficult. Changes in consumer behavior have forced firms to improve themselves continually, namely, to have a dynamic structure to create marketing strategies or to adapt these strategies according to the changing conditions. Given the changing needs of customers and varying purchasing behaviors, firms need to provide quality service to customers by following the right strategies to protect their assets in competitive conditions. For this reason, firms need to select a proper marketing strategy according to the target market that they determine in accordance with their current conditions (Laroche, 2010; Samli, 2012; Forrest et al., 2017). Marketing strategy selection is one of the most important marketing decisions for many businesses. In addition, many decisions of businesses such as supply, marketing mix, and distribution channels are affected by this decision. In view of this, a suitable marketing strategy must be selected considering many factors such as segment size, competitors, risk and profitability (Aghdaie and Alimardani, 2015).

When analyzed studies related to marketing, it was seen that most studies have usually focused on marketing generalization, market positioning or application and interpretation of marketing strategies. Moreover, these studies evaluated in terms of techniques used and it was noticed that in these studies generally multi-criteria decision-making tools were used for evaluating

different criteria. Aghdaie and Alimardani (2015) are among authors who contribute to literature within this scope using multi-criteria decision-making techniques. They offered a novel hybrid method including AHP (Analitik Hiyerarşi Proses) and TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) techniques to select a suitable target market. In another study on this subject, Yurdakul and Yıldırım (2014)'s study, alternative marketing strategies that generally used by thermal spas were evaluated with AHP. In the evaluation results, it was determined that the most appropriate marketing strategy was the differentiation strategy. Mohaghar et al. (2012) proposed a hybrid fuzzy approach including AHP and VIKOR methods for selecting a marketing strategy. In a similar study, Hamal (2011) aims that model a marketing strategy decision problem as a multivariable problem and assist the manager in selecting the most appropriate marketing strategy for the firm with that model. In that study performed within the scope of this aim to select the most appropriate marketing strategy, the FANP (Fuzzy Analytical Network Process) method was offered. It has been observed that there are studies that contribute to the marketing field by using multi-criteria decision-making methods in the selection of marketing strategy or target market (Toksarı, 2007; Lin and Wu, 2008; Wu et al., 2010).

Market segmentation, widely used to target a smaller market, is one of the important subjects of marketing. Ruziye et al. (2012) investigated the strategy of the market segmentation applied by hotel firms and the positioning strategies of hotel firms. The data obtained in order to determine the benefits of the applied strategies to the hotel operators were analyzed by using the content analysis technique from qualitative research methods. Although it was seen that the importance of target market selection strategies is understood by hotel enterprises, it has been determined that there was no marketing department in the hotels' majority. Gaston-Breton and Martín Martín (2011) presented a two-stage market selection and segmentation model to help decision-makers identify the most suitable countries and groups of consumers. In the first stage, the macro-segmentation screening process was offered and in the second stage, the micro-segmentation process was suggested to identify which groups are similar across Europe in the sense of social and personal characteristics. The authors specified that this model allowed to cluster the European countries by market, personal and social values. In addition to these studies, it was discovered that data mining techniques also were utilized for market segmentation (Huang et al., 2007; Liu and Ong, 2008; Muley and Joshi, 2015, Murray et al., 2017).

When the studies on the selection of marketing strategies are examined, mostly it is seen that preference ranking is made with multi-criteria decision-making methods. But it is identified that there is no system that provides support for the decision-making process by considering different

criteria for firms and presents the level of risk that the chosen strategy carries. In order to fill this gap in the literature and form the basis for the studies to be carried out on this subject, a fuzzy inference system is developed to support the marketing strategy selection process. Since the terms used in marketing are often expressed as linguistic, it was preferred that a fuzzy system has been used. For example, numerical values cannot be clearly used to indicate that a company's resources are limited or that the product placed on the market is in the maturity stage. In such cases, fuzzy logic helps to provide the most realistic values.

The inputs of the fuzzy inference system that serve as the decision support system are the competitor's growth strategy, product life cycle, product type, and operating assets. The output of the system is a marketing strategy proposed considering inputs. The risk level of the strategy proposed by the fuzzy inference system is calculated through the membership function of the strategy. The main contributions of this study are listed below.

- (i) This study fills a gap related to marketing strategy selection in the literature,
- (ii) The proposed system offers the most appropriate marketing strategy regardless of the firm's industry,
- (iii) The system presents the opportunity to see the risks levels before they invest operating assets and to develop marketing mixes considering recommended strategy,
- (iv) The system suggests strategy taking into account the different situations of different firms and indicates the risk levels of the strategies offered under fuzzy conditions in the real world,
- (v) This study provides a basis for studies to be held about marketing strategy selection in the future.

The rest of this paper is organized as follows. Section 2 explains the fuzzy inference system and some other information about this system. The input and output of the proposed fuzzy inference system as a decision support system are defined in Section 3. Section 4 presents the proposed system and its development process. The results obtained from applications performed with this system are presented in Section 5. Finally, this paper is concluded in Section 6.

2. Material and Method

For systems that are indefinite, not well defined, time-varying, or undefined within certain bounds, solutions cannot be produced with Aristotelian logic. Fuzzy logic has been developed to create solutions to such systems that cannot be generated solution by Aristotelian logic. Fuzzy logic is a mathematical discipline based on the fuzzy set theory. It uses to evaluate linguistic values such

as "little", "very", "medium", "high", "normal" instead of binary evaluations such as "yes-no", "0-1" (Kokoç et al., 2017). Some of the fuzzy logic terminologies used fuzzy inference systems are explained in this section.

2.1. Linguistic Expressions

Linguistic variables are defined as variables that use words or phrases as numbers. It is used to quantitative express situations that are too complex or well not defined (Rodriguez et al., 2012). The value of technical numbers describing the linguistic variables is determined subjectively considering experts' opinions (Casabayó et al., 2015).

2.2. Fuzzy Set and Fuzzy Number

The fuzzy set was introduced by Zadeh as a new mathematical approach (Zadeh, 1965). Although it wasn't accepted by many scientists initially, this theory was widely disseminated thanks to Japanese researchers' approach to new technologies very quickly. Let A be a set of linguistic values and X represent the fuzzy set of this set. The membership function values of A are in the range $[0, 1]$ ($f_A: X \rightarrow [0,1]$). In this case, set A can be shown as $A = \{f_A(x) | x \in X\}$ (Rodriguez et al., 2013).

Membership values of elements included in the set are assigned as 1 otherwise membership values are assigned as 0. But, in uncertainty situation, elements, which are uncertain whether they include in any set or not, are assigned values between 0 and 1 (Akın and Oruç, 2012). Normal and convex fuzzy set is called fuzzy number (Kumar et al., 2013). If the membership value of at least one element in the fuzzy set is 1, this set is normal. And when $\forall x_1, x_2 \in X, \forall \lambda \in [0,1]$, fuzzy set A is convex when it provides Inequation (1) (Kumar et al., 2013; Dalgıç, 2017).

$$\mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)) \quad (1)$$

Fuzzy numbers can be triangular, trapezoidal, and gaussian. In general, triangular and trapezoidal fuzzy numbers are preferred due to their ease of use in operation. Under the assumption that $\tilde{A} = (a, b, c)$ is membership function of triangular fuzzy number shown in Equation (2). Where a is the lower limit value and c is the upper limit value.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \text{triangle}(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < a \\ (x - a)/(b - a) & \text{for } a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & \text{for } b \leq x \leq c \\ 0 & \text{for } c < x \end{cases} \quad (2)$$

Under the assumption that $\tilde{A} = (a, b, c, d)$ is membership function of trapezoidal fuzzy number shown in Equation (3) where a is the lower limit value, d is the upper limit value; b and c are the x values with membership function value 1.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \text{trapezoid}(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < a \\ (x - a)/(b - a) & \text{for } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{for } b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c) & \text{for } c \leq x \leq d \\ 0 & \text{for } d < x \end{cases} \quad (3)$$

2.3. Algebraic Operations

Under the assumption that \tilde{A} and \tilde{B} are fuzzy numbers; if the lower and upper bounds of these numbers are respectively a_l^α and b_l^α , a_u^α and b_u^α for α -cut. α -cuts of these two fuzzy numbers are denoted $\tilde{A}^\alpha = [a_l^\alpha, a_u^\alpha]$ and $\tilde{B}^\alpha = [b_l^\alpha, b_u^\alpha]$. Basic operations using fuzzy numbers are shown in Equations (4), (5), and (6) (Chen et al., 2006).

$$(\tilde{A}(+) \tilde{B})^\alpha = [a_l^\alpha + b_l^\alpha, a_u^\alpha + b_u^\alpha] \quad (4)$$

$$(\tilde{A}(-) \tilde{B})^\alpha = [a_l^\alpha - b_u^\alpha, a_u^\alpha - b_l^\alpha] \quad (5)$$

$$(\tilde{A}(\times) \tilde{B})^\alpha = [a_l^\alpha \times b_l^\alpha, a_u^\alpha \times b_u^\alpha] \quad (6)$$

2.4. Fuzzy Inference System

A fuzzy inference system is defined as the nonlinear mapping of an input data set to a scalar output data. This system consists of basically four components called fuzzifier, rule base, inference engine, and defuzzifier (Mendel, 1995). An exemplary fuzzy inference system is shown in Fig. 1.

Fuzzy inference system has become one of the most famous applications of fuzzy logic due to the ability of fuzzy systems to integrate experts' opinions in its system and to state the behavior of the system in an interpretable way for humans. While historically, the first kind of fuzzy inference system, Mamdani, is based on the ability of fuzzy logic to model natural language, the second kind, Takagi-Sugeno, focused on automatic learning from data (Mamdani and Assilian, 1975; Takagi and Sugeno, 1985; Guillaume and Charnomordic, 2012). Today, the most commonly used fuzzy inference systems are Mamdani and Takagi-Sugeno.

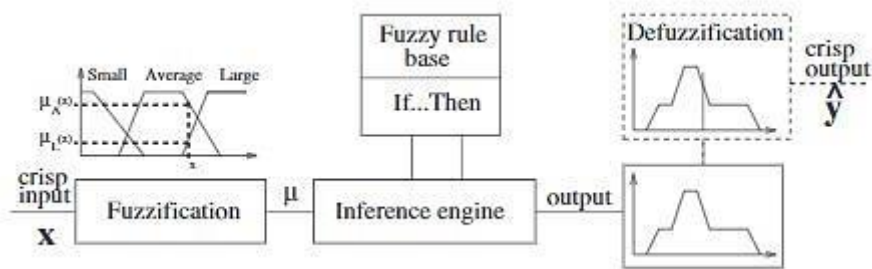


Figure 1. A Fuzzy Inference System (Guillaume and Charnomordic, 2012)

In the fuzzification phase, input data, which has a crisp numerical value, is converted into linguistic expressions by membership functions in the knowledge base. Besides, the membership degree indicating a support rate of this linguistic expression is assigned to input data (Hayajneh et al., 2006). The inference engine is based on a rule base. In this phase, it is determined which fuzzy control action is to be taken for input information received (Guillaume, 2001). Lastly, in the defuzzification phase, the fuzzy output is mapped to a crisp output via the membership functions (Madera et al., 2017).

3. Marketing Strategy Criteria

The criteria that companies must analyze before selecting their strategies have determined through literature research and expert opinions. The criteria used as input to the proposed fuzzy inference system are described in this section.

3.1. Analysis of Rival Company

Firms that want to survive in intense competitive conditions on the market need to analyze rival firms before identifying marketing strategies. This analysis provides an opportunity to move without staying behind the rival firms and to compete with rival firms. The growth strategy that rival firm is implementing is one of the most important factors that will affect the marketing strategy that a business chooses. Growth strategies are generally examined under four headings as market penetration, market expansion, product expansion, and diversification.

Market penetration is a growth strategy aimed at making more sales in the current market without making any changes in the current products. Market penetration strategy is defined as a "strategy of penetrating and deepening into existing markets with existing products". In this strategy, there is a desire to dominate the market with an effort to increase sales without making any changes to the product and market (Mucuk, 2010; Rodrigues et al., 2012).

In the market expansion strategy, firms search for new markets for the growth of sales. Market expansion strategy aims to spread existing products to new target markets. In this strategy, firms enter new markets with the existing product for going beyond existing market opportunities (Bang and Joshi, 2010; Kotler and Armstrong, 2010).

Product expansion refers to the presentation of the same product with different specifications. In other words, the growth strategy is aimed at increasing efficiency by making some changes to current products and making them privileged from competitors' products (Mishina et al., 2004). Product development strategy usually allows both the prolongation of the life of existing products and the use of a brand name.

Diversification states an effort by businesses to enter new markets entirely, either by producing new products or by making changes in existing products. The diversification strategy is different from other growth strategies. While in the other three strategies the use of available technology, financial and sales development resources for original product lines are in question, diversification strategy generally requires new skills, new technology, and new facilities (Helfat and Lieberman; Durmaz and Ilhan, 2015).

3.2. Operating Assets

There are three important points of opportunity for businesses to gain a competitive advantage. These are high quality, low cost, and high productivity. Even if businesses produce quality products at low cost, in case they do not choose an appropriate market strategy, they lose the competitive advantage. So, businesses need to analyze their available operating assets (finance, production, human resources, distribution, promotion, etc.), before selecting a marketing strategy.

3.3. Product Lifecycle

Products have a certain lifetime like all living things. They are born and after following a certain lifeline they disappear. Marketers define the concept of the life cycle as a process passed from the market-entry of a product to the disappearance of it. Products within this life cycle experience different competitive environments at different times. The life cycle of the products consists of four phases as introduction, growth, maturity, and decline (Yavuz et al., 2005). This study focuses on the introduction and maturity stages. The reasons for this are explained below.

In the introduction phase, the business presents a new product to the target market which it considers to enter (Wong and Ellis, 2007). The product may be entirely new, or it may be a product

with a new character. In this phase which is the riskiest and the over costing one, the firms' sales are low and distributions are limited. Often, they work at a loss due to large investment costs. At this stage, the goal of businesses is to create consumer awareness about the product and to direct customers for making them try the product. For this reason, in this phase, the marketing strategy should be selected by considering different market and competitor criteria.

In the growth phase, sales volume shows a rapid rise. As a result of this, profit also begins to rise. As sales volume increases, unit costs decrease and profit margin reaches the highest level. Since it is a risky situation to choose a different strategy when the profitable stage, the growth phase is not used in this study.

Stage in which product becomes well-known on market and sales continue to increase is the maturity phase. However, in this phase, marked decline occurs in the rate of sales growth of products. For this reason, the profits of both producers and retailers begin to fall. Price competition gets difficult and the share obtained from the market is tried to be preserved with more emphasis on promotional activity. In this phase, businesses strive to produce new types of products by concentrate on research and development (Chen, 2017). In such a case, because it may be possible to provide new receivers and to increase the use of the product through the renewal of properties of these products, it can be useful to choose a new strategy.

In the decline phase, the decline in sales is accelerated, a decline in profit is further increased and the product begins to lose its profitability. The reason for the products to enter this stage can be not only selecting the wrong strategies but also to the environmental changes. Moreover, new technologies might destroy products made with old technology, new products can emerge that will replace the products in the market.

3.4. Product Type

Convenience products are consumer goods that consumers often buy. They don't spend much time and effort to compare and buy (Nilsson et al., 2015). Brand, packaging, and labeling play an important role in the sale of such goods. Manufacturers of convenience goods have to advertise goods in a way that it creates brand loyalty.

Shopping products are goods that are purchased taking account of price, quality, color, form, and modality. To ensure comparability, the manufacturer must offer the product at the point of sale near the competitor.

Specialty product, because of their unique qualities or brands, they are the goods for which consumers are willing to make a special effort to buy (Jacques and Hollander, 2017).

Unsought product is a product bought by the consumers to meet their sudden emerging needs that they are not aware of or are not willing to buy. Promotional activity is necessary for the marketing of such goods. Particularly the personal sales efforts are the most applied sales promotion technique.

3.5. Types of Marketing Strategy

The undifferentiated marketing strategy aims to reach a wide market by targeting the common desires and needs of the customers. In this strategy, known as the entire market strategy, enterprise considers the market as a whole without regard for differences between market segments (Firat et al., 2004). For this reason, the business tries to improve its product and marketing programs that attract as many buyers as possible. Thus, it tries to obtain the largest possible market sharing with the lowest cost.

In the differentiated marketing strategy, the nonhomogeneous market is divided into small homogeneous market segments and different marketing mix is applied to each market segment (Ray, 2015). Thus, this strategy provides the opportunity to serve pricing, distribution and communication strategies for several market segments. The marketing mix is created according to the sensitivity of the consumers in each segment.

Concentrated marketing strategy is the strategy that businesses choose one of the market segments and then direct all marketing efforts with a single marketing mix to this segment (Racz-Akacosi, 2017). This strategy, which is particularly useful in situations where resources are restricted, follows the path to address a large part of a small market, rather than addressing a small part of a large market. The strategy is aimed at effectively controlling costs, addressing a small portion of the market, and being in a strong position in the market.

4. Design Process of Fuzzy Inference System

When designing a fuzzy inference system, the inputs and outputs variables of the system were first determined. As a result of the literature survey and interviews with academicians in the business department, it was decided to use four input variables to select the marketing strategy.

While in the literature subsets and membership functions are generally formed to identify the degree of variables, in this study subsets and membership functions are formed to determine the

degree of variables' subset (alternatives). Inputs and output variables with their alternatives are presented in Table 1 and Table 2.

Table 1. Input variable

| Input Variable | Abbreviation | Subset |
|----------------------------------|--------------|---------------------|
| Growth Strategy of Rival Company | GSRC | Market Penetration |
| | | Market Expansion |
| | | Product Expansion |
| | | Diversification |
| Product Life Cycle | PLC | Introduction |
| | | Maturity |
| Product Type | PT | Convenience Product |
| | | Shopping Product |
| | | Specialty Product |
| | | Unsought Product |
| Operating Assets | OA | Restricted |
| | | Sufficient |

Table 2. Output variable

| Output Variable | Abbreviation | Subset |
|-----------------|--------------|------------------|
| Market Strategy | MS | Undifferentiated |
| | | Concentrated |
| | | Differentiated |

4.1. Fuzzification

The degrees of variables are often expressed as based on personal value judgments rather than numerical magnitudes. Therefore, in order to define verbally expressed variables in the fuzzy system, they must be represented by fuzzy subsets and membership functions. Fuzzy subset intervals and membership functions were determined by expert opinions and membership functions of subsets were designed via the Fuzzy Inference System interface in Matlab 2018b (Figure 2). The fuzzy subset ranges and membership degrees used were presented in Figure 3.

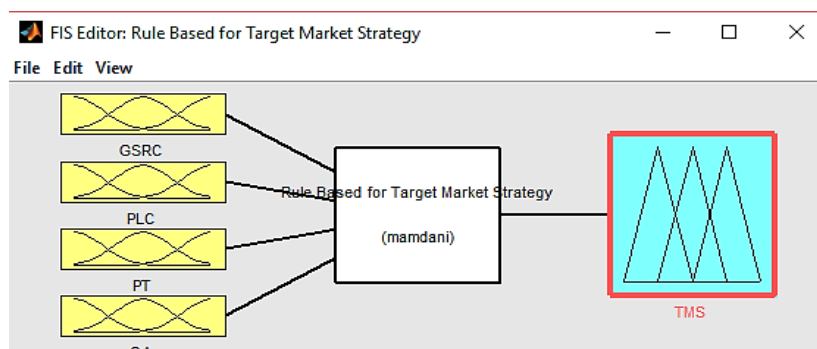


Figure 2. Fuzzy inference system editor

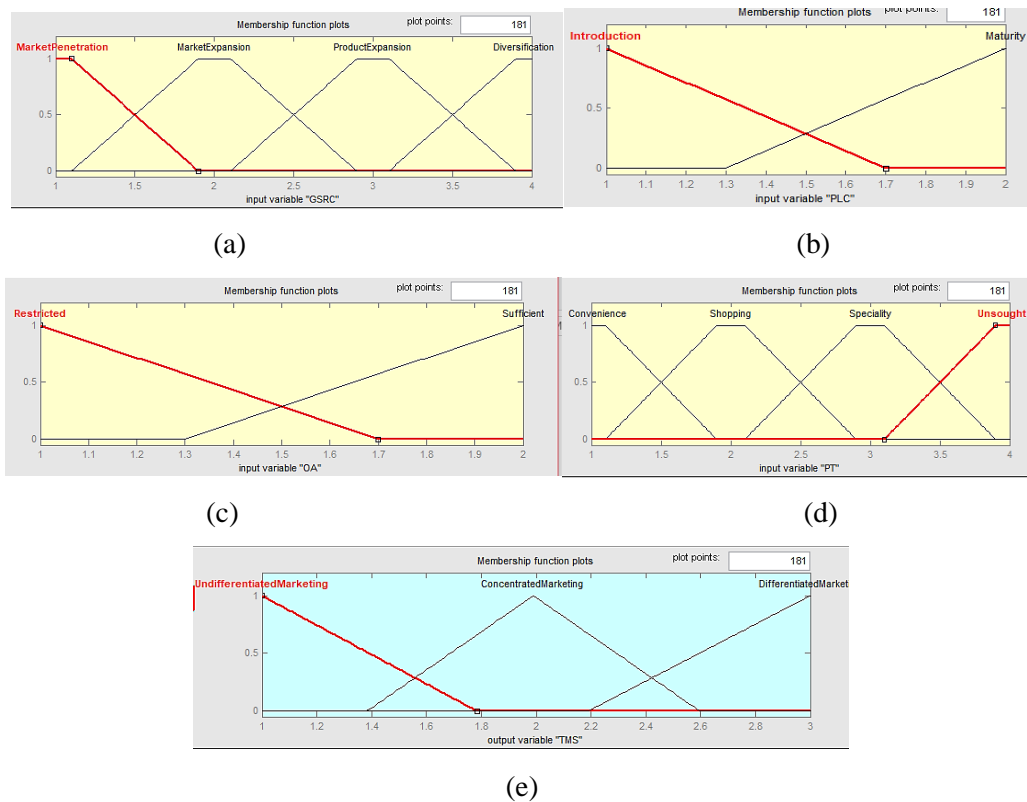


Figure 3. Membership functions of inputs and output (a) Growth strategy of rival firm, (b) Product life cycle, (c) Operating assets, (d) Product type, (e) Target market strategy Product

4.2. Mamdani Inference Engine

In this study, the Mamdani inference system was used. The Mamdani is a type of fuzzy relational model. In this model, rules logically creating the input-output relationship system control. Rules consist of two parts as antecedent and consequent like "If (condition 1) or/and (condition 2) or/and ... or/and (condition n) then (result)". Due to the fact that in the Mamdani model both the antecedent and the consequent are stated as fuzzy propositions, it is also called a linguistic model (Keshwani et al., 2008; Kadaifci et al., 2019). The output of a Mamdani model is a fuzzy membership function based on the rule base created with experts' opinions.

The rule base of the Mamdani model designed for marketing strategy selection was created by five experts. The experts were one from the Department of Business, two from the Department of Industrial Engineering. Moreover, it was asked for advice from two business managers related to rules. In all fuzzy rules, the operator "AND" was used, interpreting Zadeh (1965)'s intersection of fuzzy sets. The fuzzy propositions concerning the marketing strategy selection were exemplified in Table 3.

Table 3. Fuzzy propositions for evaluating marketing strategy

| Rule No | Rule |
|---------|--|
| 1 | If (GSRC is Market Penetration) and (PLC is Introduction) and (PT is Convenience) and (OA is Restricted) then (MS is Undifferentiated) |
| 2 | If (GSRC is Market Penetration) and (PLC is Introduction) and (PT is Convenience) and (OA is Sufficient) then (MS is Concentrated) |
| ... | ... |
| 30 | If (GSRC is Market Expansion) and (PLC is Maturity) and (PT is Unsought) and (OA is Restricted) then (MS is Concentrated) |
| 31 | If (GSRC is Market Expansion) and (PLC is Maturity) and (PT is Specialty) and (OA is Sufficient) then (MS is Differentiated) |
| ... | ... |
| 63 | If (GSRC is Diversification) and (PLC is Maturity) and (PT is Unsought) and (OA is Restricted) then (MS is Concentrated) |
| 64 | If (GSRC is Diversification) and (PLC is Maturity) and (PT is Unsought) and (OA is Sufficient) then (MS is Differentiated) |

4.3. Defuzzification

Every solution, every fuzzy region, produced by the system turns into an expected crisp value, in the defuzzification stage. In the Mamdani model, the center of gravity technique is used to obtain the defuzzified value (Papadopoulos et al., 2011; Mesran et al., 2018). Let A is fuzzy number, x is the domain point of i, and $\mu(x)$ is the membership value for that point. Expected crisp value (*Ecv*) is calculated by using Equation (7).

$$Ecv = \frac{\sum_{i=0}^n x_i \mu_A(x_i)}{\sum_{i=0}^n \mu_A(x_i)} \quad (7)$$

In this study as a result of the evaluations made with the rule base, the membership functions of all consequences have combined into a single fuzzy set. Then, the Mamdani inference system has aggregated fuzzy sets of each rule via Equation (7) and has presented crisp value for market strategy (Figure 4). The subset that corresponds to the crisp value in the marketing strategy membership function is the alternative strategy presented by the inference system.

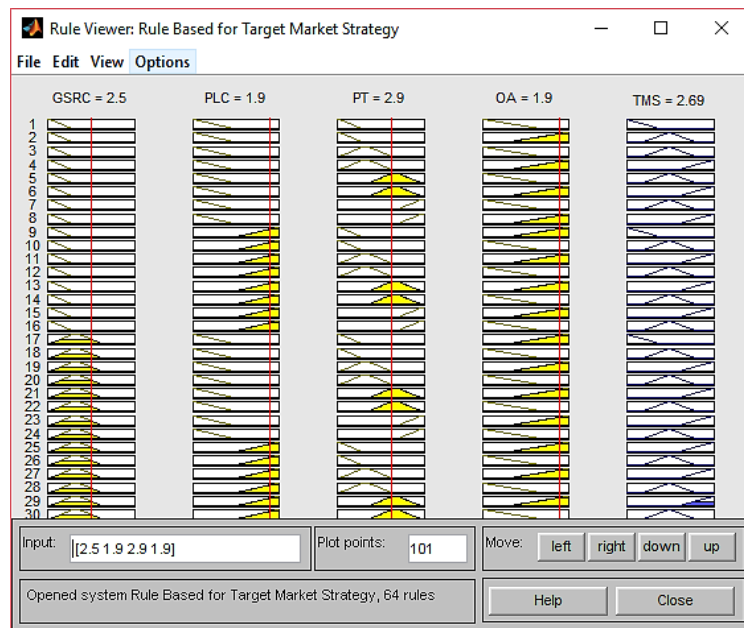


Figure 4. Rule Viewer

5. An Application with Proposed Fuzzy Inference System

In order to evaluate the proposed system, the input data of the system were requested from two companies which are large and small scale (Table 4). When selecting firms, it was the attention that characteristics of the firms (product type, operating assets, product life cycle, the growth strategy of rival company) to be different.

Table 4. Input variables data of firms

| Large Scale Firm | Small Scale Firm |
|----------------------------|-------------------------------|
| GSRC = 4 (diversity) | GSRC = 2 (market expansion) |
| PLC = 1.6 (near maturity) | PLC = 1.3 (near introduction) |
| PT = 2 (shopping product) | PT = 1 (convenience product) |
| OA = 1.8 (near sufficient) | OA = 1.2 (near restricted) |

First, the test was performed using the input data of the large-scale firm. The test started by writing the data received from the companies into the rule viewer interface. The rule viewer created a solution area in all rules according to the input values presented, and then these solutions were integrated. After integrating and defuzzification processes, the crisp value of the marketing strategy offered by the system was obtained as 2.68 (Figure 5). When this value matched up to the membership functions of MS, it was seen that the point where the crisp value of output and membership function intersect was above the differentiated strategy subset (Figure 6).

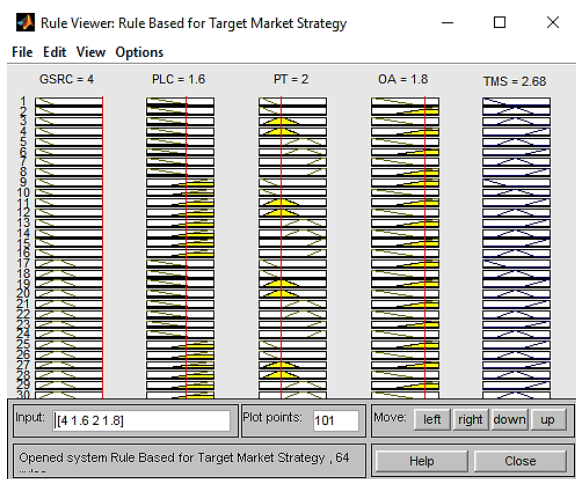


Figure 5. Rule viewer for first test

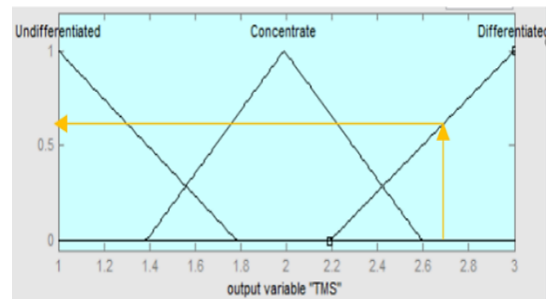


Figure 6. Intersection crisp value and membership function

The second test was performed using the input data of the small-scale firm. When the test data received from the companies integrated into the rule viewer interface, the crisp value of the marketing strategy offered by the system was obtained as 1.99 (Figure 7). When this value matched up to the membership functions of MS, it was seen that the point where the crisp value of output and membership function intersect was above the concentrated strategy subset (Figure 8).

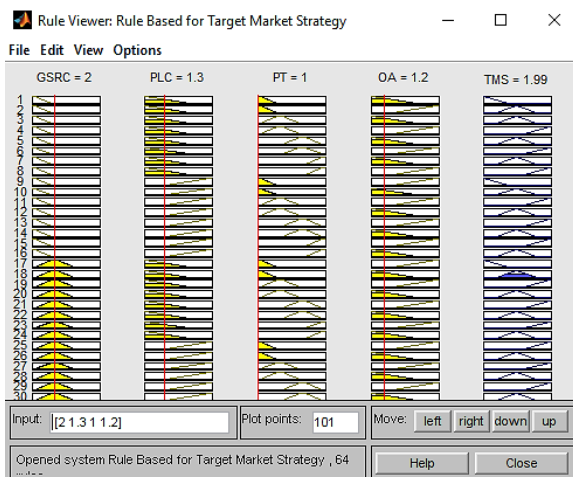


Figure 7. Rule viewer for the second test

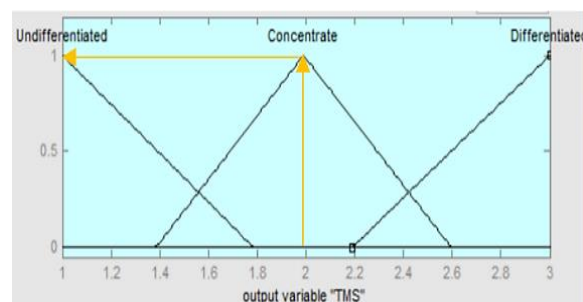


Figure 8. Intersection crisp value and membership function

5.1. Risk of Strategy

It is also possible to calculate the risk value of the strategy suggested by the system. For this calculation, the output variable's membership functions of subsets are used. Membership functions designed for each subset considering expert opinions were converted to formulas in order to

calculate risk value. Membership functions of fuzzy numbers shown in MS graph are shown in Equations (8), (9) and (10). Here \tilde{U} is fuzzy number and $\mu_{\tilde{U}}(x)$ is membership function for undifferentiated strategy, \tilde{C} is fuzzy number and $\mu_{\tilde{C}}(x)$ is membership function for concentrated strategy, \tilde{D} is fuzzy number and $\mu_{\tilde{D}}(x)$ is membership function for differentiated strategy.

$$\mu_{\tilde{U}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 0 \\ x & , 0 \leq x \leq 1 \\ \frac{(1.785-x)}{0.785} & , 1 \leq x \leq 1.785 \\ 0 & , x \geq 1.785 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{\tilde{C}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 1.384 \\ \frac{(x-1.384)}{0.606} & , 1.384 \leq x \leq 1.99 \\ \frac{(2.596-x)}{0.606} & , 1.99 \leq x \leq 2.596 \\ 0 & , x \geq 2.596 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{\tilde{D}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 2.19 \\ \frac{(x-2.19)}{0.81} & , 2.19 \leq x \leq 3 \\ \frac{(2.596-x)}{1.01} & , 3 \leq x \leq 4.01 \\ 0 & , x \geq 4.01 \end{cases} \quad (10)$$

When it is desired to limit the area of membership degrees of fuzzy numbers, the α -cut is used. So, to determine the risk of strategy, fuzzy numbers should be expressed in terms of α -cut. Because α -cut cuts the membership function at two points, two crisp values corresponding to an α -cut are obtained. An example of obtaining α -cut values from membership functions is presented below.

Let the membership function of the undifferentiated strategy subset get cut with an α -cut. In this case, the right and left α -cut values are obtained via Equation (8). After the calculation is done, the value of the left side of undifferentiated fuzzy number is obtained as $\alpha_l = x_1^\alpha$ and value of the

right side is calculated as $\alpha_r = 1.785 - x_2^a / 0.785$ (Equation (11)). When calculations are carried out in the same way for concentrated and differentiated strategies, Equations (12) and (13) are obtained.

$$\tilde{U}_\alpha = [\alpha, 1.785 - 0.785\alpha] \quad (11)$$

$$\tilde{C}_\alpha = [0.606\alpha + 1.384, 2.596 - 0.606\alpha] \quad (12)$$

$$\tilde{D}_\alpha = [0.81\alpha + 2.19, 4.01 - 1.01\alpha] \quad (13)$$

In order to decide whether or not the strategy is implemented according to the calculated risk level, the value range has been established by considering expert opinions (Table 5).

Table 5. Range of risk

| Range | Decision |
|---|-----------------------------|
| $0.70 < \alpha - \text{cut value} \leq 1.00$ | Strategy can be applied |
| $0.50 < \alpha - \text{cut value} \leq 0.70$ | Strategy has a certain risk |
| $0.00 \leq \alpha - \text{cut value} \leq 0.50$ | Strategy mustn't be applied |

The risk values were calculated for the large and small scale companies considering the crisp values calculated in the previous section. It is seen that the crisp value obtained for the large-scale firm cuts the membership function of the undifferentiated strategy from the left (Figure 6). Therefore, when calculating the α -cut value, the cutting formula of the left part of the membership function ($\alpha_l = 0.81\alpha + 2.19$) is used. So, as calculated by Equation (14), the α -cut value was obtained as 0.60. This value indicates that the differentiated strategy application has a certain risk. In other words, all marketing mixes should not be invested in this area, and the current situation must be analyzed and then decided.

$$0.81\alpha + 2.19 = 2.68 \quad (14)$$

When the crisp value of the small-scale firm is analyzed, it is seen that this value cuts the membership function of the concentrated strategy from the centerline (Figure 8). In such a case, the formulas created for the right and left α -cut both produce the same result, that is, a value of 1 is obtained (Equation (15) and (16)).

$$0.606\alpha + 1.384 = 1.99 \quad (15)$$

$$2.596 - 0.606\alpha = 1.99 \quad (16)$$

This value indicates that strategy should be implemented at a high rate. In this example, the company, whose rival firm implements the market expansion strategy, has limited resources and

offers a new product to the market. In this case, while selecting differentiated strategy creates a risk of incurring a loss, selecting of undifferentiated strategy may lead to that business drop behind than rival firm. So, when the strategy proposed by the system was analyzed, it was seen that a logical decision gave by proposing the concentrated strategy.

6. Conclusions

The main goal of this study is to develop a system to help firm managers in selecting marketing strategies. This system is designed to recommend the most appropriate marketing strategy by evaluating the different conditions of the firms in accordance with the criteria determined by the experts. In addition, the prominent property of this study is that the system can determine the risk level for the proposed strategy. Thus, the managers have the opportunity to see the level of risk that the strategy they choose.

Inputs of the proposed system are competitor's growth strategy, product lifecycle, product type, and operating assets. The output of this system is the target market strategy proposed for the firm. Moreover, the rule base of this system is generated taking into consideration decision rules created by the evaluation of 5 different specialists. In order to test the proposed system, input data taken from two different companies were used and the output obtained was evaluated by the experts. As a result of the analysis and evaluation of the experts, it was concluded that the proposed strategies are reasonable for the firms and this decision support system can be used in real-life problems.

This study, which proposes a marketing strategy considering the criteria of firms' existing conditions and using the fuzzy logic approach, gives a new perspective to the literature. This study provides the basis for a more comprehensive system to be designed in the future to assist managers in choosing the marketing strategy.

Acknowledgment

The abstract of this study was presented at “The 5th International Fuzzy Systems Symposium (FUZZYSS'17) on October14-15 at Ankara, Turkey”.

References

Aghdaie, M. H., and Alimardani, M. (2015). Target market selection based on market segment evaluation: a multiple attribute decision making approach. *International Journal of Operational Research*, 24(3), 262-278.

- Akın, O., and Oruç, O. (2012). A prey predator model with fuzzy initial values. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 41(3), 387-395.
- Bang, V. V., and Joshi, S. L. (2010). Market expansion strategy–performance relationship. *Journal of Strategic Marketing*, 18(1), 57-75.
- Casabayó, M., Agell, N., and Sánchez-Hernández, G. (2015). Improved market segmentation by fuzzifying crisp clusters: A case study of the energy market in Spain. *Expert Systems with Applications*, 42(3), 1637-1643.
- Chen, B. C. (2017). Study on establishment of product life cycle model of cultural creative product industrialization. *International Conference on Applied System Innovation (ICASI)* (pp. 1259-1262), Sapporo, Japan.
- Chen, C. T., Lin, C. T., and Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International journal of production economics*, 102(2), 289-301.
- Dalgıç, A. (2017). A RFID-Based Approach in the Effective Management of Stocks and an Implementation in FNSS Through Grouping Algorithm. *Master of Science Thesis*. Natural and Applied Sciences, Kirikkale University, Kirikkale.
- Durmaz, Y., and İlhan, A. (2015). Growth Strategies in Businesses and A Theoretical Approach. *International Journal of Business and Management*, 10(4), 210.
- Firat, A., Türker, G. O., and Metin, I. (2014). Specification of Target Market In Small And Medium Scale Accommodation Businesses: A Study On Boutique Hotels Operating In City Of Muğla. *International journal of academic research*, 6(1), 88-82.
- Forrest, J. Y. L., Buttermore, J., and Wajda, T. A. (2017). At Nash equilibrium when new market competitions appear?. *Kybernetes*, 46(2), 256-271.
- Gaston-Breton, C., and Martín Martín, O. (2011). International market selection and segmentation: a two-stage model. *International Marketing Review*, 28(3), 267-290.
- Guillaume, S. (2001). Designing fuzzy inference systems from data: An interpretability-oriented review. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 9(3), 426-443.
- Guillaume, S., and Charnomordic, B. (2012). Fuzzy inference systems: An integrated modeling environment for collaboration between expert knowledge and data using FisPro. *Expert Systems with Applications*, 39(10), 8744-8755.
- Hamal, S. (2011). Fuzzy Analytic Network Process for Selecting Optimal Marketing Strategy. *Master of Science Thesis*, Institute of Pure and Applied Sciences, Marmara University, İstanbul.
- Hayajneh, M. T., Radaideh, S. M., and Smadi, I. A. (2006). Fuzzy logic controller for overhead cranes. *Engineering Computations*, 23(1), 84-98.
- Helfat, C. E., and Lieberman, M. B. (2002). The birth of capabilities: market entry and the importance of pre- history. *Industrial and corporate change*, 11(4), 725-760.
- Huang, J. J., Tzeng, G. H., and Ong, C. S. (2007). Marketing segmentation using support vector clustering. *Expert systems with applications*, 32(2), 313-317.
- Jacques, P., and Hollander, A. (2017). Does the Decline Phase of the Product Life Cycle Ends Up in Death?. *11th Asia-Pacific Conference on Global Business, Economics, Finance and Business Management*.
- Kadaifci, C., Asan, U., Serdarasan, S., and Arican, U. (2019). A new rule-based integrated decision making approach to container transshipment terminal selection. *Maritime Policy & Management*, 46(2), 237-256.
- Keshwani, D. R., Jones, D. D., Meyer, G. E., and Brand, R. M. (2008). Rule-based Mamdani-type fuzzy modeling of skin permeability. *Applied Soft Computing*, 8(1), 285-294.
- Kokoç, M., Aktepe, A., and Ersöz, S. (2017). Determination of Significance Level of the Association Rules in Data Mining with Fuzzy Ranking. *5th International Conference on Advanced Technology & Sciences*, 178-182.
- Kotler, P., and Armstrong, G. (2010). *Principles of marketing*. Pearson education.
- Kumar, A., Bansal, A., and Babbar, N. (2013). Fully fuzzy linear systems of triangular fuzzy numbers (a, b, c). *International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics*, 6(1), 21-44.
- Kumar, A., Singh, P., Kaur, A., and Kaur, P. (2010). RM approach for ranking of generalized trapezoidal fuzzy numbers. *Fuzzy Information and Engineering*, 2(1), 37-47.

- Laroche, M. (2010). Advances in internet consumer behavior and marketing strategy: Introduction to the special issue. *Journal of Business Research*, 63(9-10), 1015-1017.
- Lin, C. T., and Wu, C. S. (2008). Selecting a marketing strategy for private hotels in Taiwan using the analytic hierarchy process. *The Service Industries Journal*, 28(8), 1077-1091.
- Liu, H. H., and Ong, C. S. (2008). Variable selection in clustering for marketing segmentation using genetic algorithms. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 502-510.
- Madera, Q., Castillo, O., García-Valdez, M., and Mancilla, A. (2017). A method based on interactive evolutionary computation and fuzzy logic for increasing the effectiveness of advertising campaigns. *Information Sciences*, 414, 175-186.
- Mamdani, E. H., and Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7(1), 1-13.
- Marketing News. (2004). AMA adopts new definition of marketing. *Marketing News*, 38, 1.
- Mendel, J. M. (1995). Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial. *Proceedings of the IEEE*, 83(3), 345-377.
- Mesran, M., Syahrizal, M., Suginam, S., Kurniasih, N., Gs, A. D., Ahmar, A. S., and Rahim, R. (2018). Expert system for disease risk based on lifestyle with Fuzzy Mamdani. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(2.3), 88-91.
- Mishina, Y., Pollock, T. G., and Porac, J. F. (2004). Are more resources always better for growth? Resource stickiness in market and product expansion. *Strategic Management Journal*, 25(12), 1179-1197.
- Mohaghar, A., Fathi, M. R., Zarchi, M. K., and Omidian, A. (2012). A combined VIKOR-fuzzy AHP approach to marketing strategy selection. *Business Management and Strategy*, 3(1), 13-27.
- Mucuk, I. Marketing Principle, *Turkmen Bookstore*, Istanbul, (2010).
- Muley, P., and Joshi, A. (2015). Application of data mining techniques for customer segmentation in real time business intelligence. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*, 2(4), 106-109.
- Murray, P. W., Agard, B., and Barajas, M. A. (2017). Market segmentation through data mining: A method to extract behaviors from a noisy data set. *Computers & Industrial Engineering*, 109, 233-252.
- Nilsson, L., Højman, V., and Elfqvist, P. (2015). Customers Sustainability Demand: A comparison between convenience goods and shopping goods. *Bachelor's thesis*. Jönköping University, Jönköping International Business School.
- Papadopoulos, A., Kalivas, D., and Hatzichristos, T. (2011). Decision support system for nitrogen fertilization using fuzzy theory. *Computers and Electronics in Agriculture*, 78(2), 130-139.
- Racz-Akacosi, A. (2017). Differentiation between Differentiated and Concentrated type of Marketing Strategy. *Small*.
- Ray, N. (Ed.). (2015). *Emerging innovative marketing strategies in the tourism industry*. IGI Global.
- Rodrigues, L., Maccari, E. A., and Lenzi, F. C. (2012). Innovation strategy for business to business market penetration. *International Business Research*, 5(2), 137.
- Rodriguez, R. M., Martinez, L. & Herrera, F. (2012). Hesitant fuzzy linguistic term sets for decision making. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 20(1), 109-119.
- Rodriguez, R. M., Martinez, L. and Herrera, F. (2013). A group decision making model dealing with comparative linguistic expressions based on hesitant fuzzy linguistic term sets. *Information Sciences*, 241, 28-42.
- Ruziye, C. O. P., Candaş, N., and Akşit, N. (2012) The Importance of Segmentation, Target Market and Positioning in Strategic Marketing Decisions: A Qualitative Study on Hotels in Bolu. *Abant İzzet Baysal University Journal of Social Sciences*, 24(24), 35-52.
- Samli, A. C. (2012). International consumer behavior in the 21st century: impact on marketing strategy development. Springer Science & Business Media.
- Slater, S. F., Hult, G. T. M., and Olson, E. M. (2010). Factors influencing the relative importance of marketing strategy creativity and marketing strategy implementation effectiveness. *Industrial Marketing Management*, 39(4), 551-559.
- Takagi, T., and Sugeno, M. (1985). Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, (1), 116-132.

- Toksarı, M. (2007). Determination of the target market in the Aegean Region for the furniture sector using the Analytical Hierarchy process approach. *Management and Economics: Celal Bayar University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 14 (1), 171-180.
- Varadarajan, R. (2010). Strategic marketing and marketing strategy: domain, definition, fundamental issues and foundational premises. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 38(2), 119-140.
- Wong, H. K., and Ellis, P. D. (2007). Is market orientation affected by the product life cycle?. *Journal of World Business*, 42(2), 145-156.
- Wu, C. S., Lin, C. T., and Lee, C. (2010). Optimal marketing strategy: A decision-making with ANP and TOPSIS. *International Journal of Production Economics*, 127(1), 190-196.
- Yavuz, U., Hasiloglu, A. S., Kaya, M. D., Karcioğlu, R., and Ersoz, S. (2005). Developing a marketing decision model using a knowledge-based system. *Knowledge-Based Systems*, 18(2-3), 125-129.
- Yurdakul, M., and Yıldırım, E. (2014). Determination of the most appropriate marketing strategy with analytical network process method. *Dumlupınar University Journal of Social Science*, 211-226.
- Zadeh, L. A. (1965). Information and control. *Fuzzy sets*, 8(3), 338-353.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 2(1), 22-32, 2020

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>





Araştırma Makalesi / Research Article

Kriyojenik İşlemin Vanadis 8 Çeliğinin Mekanik Özellikleri ve Mikroyapısı Üzerindeki Etkisi

Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK^{1*}, Vedat ÖZTÜRK²

^{1,2} İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34295, Türkiye.

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process |
|--|--|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding author : dilsadagumus@aydin.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-3403-3815 , D. Akgümüş Gök  https://orcid.org/0000-0002-6011-5163 , V. Öztürk | Geliş Tarihi / Received Date : 22.01.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 11.02.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 12.02.2020 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2020 |
| Alıntı / Cite : Gök Akgümüş, D., Öztürk, V. (2020). Kriyojenik İşlemin Vanadis 8 Çeliğinin Mekanik Özellikleri ve Mikroyapısı Üzerindeki Etkisi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(1), 22-32. | |

Özet

Vanadis 8 soğuk iş takım çeliği endüstride yüksek mekanik özellikleri nedeni ile kesme ve form verme işlemlerindeki uygulamalarda karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada; Vanadis 8 soğuk iş takım çeliğine kriyojenik işlem ve geleneksel ısıtma işlemi uygulanmış olup, bu numunelerin mekanik özellikleri ve mikroyapı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Numuneler kriyojenik işlem ile 2°C/dk sabit hızla oda sıcaklığından -196°C'ye soğutulmuş ve bu sıcaklıkta 24 saat boyunca bekletilmiştir. Numunelerin sertlik değerleri Rockwell cinsinden 200 gr yükün altında 10 sn uygulama süresi ile ölçülmüştür. Basma deneyi 100 kN yüklem kapasiteli çekme test cihazında sabit 1 mm/dk basma hızında gerçekleştirilmiştir. Numunelere ait mikroyapılar SEM görüntüleri elde edilerek değerlendirilmiştir. Deneysel sonuçlar incelendiğinde, kriyojenik işlem uygulanan numunenin sertlik ve basma dayanımı değerlerinde artış gözlenmiştir. Kriyojenik işlem sonrası mikroyapıda martenzit fazı, kalıntı östenit fazı, vanadyum ve krom esaslı karbürler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kriyojenik İşlem, Soğuk İş Takım Çelikleri, Mekanik Özellikler, Mikroyapı, Vanadis 8.

The Influence of Cryogenic Treatment on Mechanical Properties and Microstructures of Vanadis 8 Steel

Abstract

Due to its high mechanical properties, Vanadis 8 cold work tool steel is used to cutting and forming applications in industry. In this study; Vanadis 8 cold work tool steel was subjected to cryogenic treatment and conventional heat treatment, and the effects of these samples on mechanical properties and microstructure were investigated. The samples

were cooled by cryogenic treatment at a constant rate of 2°C/min from room temperature to -140°C and kept at this temperature for 24 hours. The hardness values of the samples were measured in Rockwell under 200 g load with a 10 second application time. Compression test was carried out on a tensile tester with a loading capacity of 100 kN at a constant delivery speed of 1 mm/min. The microstructures of the samples were evaluated by obtaining SEM images. When the experimental results were examined, hardness and the compressive strength values of the cryogenic sample were increased. After cryogenic treatment, martensite phase, residual austenite phase, vanadium and chromium based carbides were determined in microstructure.

Keywords: Cryogenic Treatment, Cold Work Tool Steels, Mechanical Properties, Microstructure, Vanadis 8.

1. Giriş

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte farklı yöntemlere ve malzemelere duyulan ihtiyaç artmaktadır. Kriyojenik işlem günümüzde hızla yükselen bir ısıl işlem türüdür. Bu işlem türü sıfırlatı işlem olarak da adlandırılmaktadır. Kriyojenik kelimesi soğuk anlamında olan Yunanca “kryos”dan gelmektedir. Bu ısıl işlem türü daha çok kesici takımlara uygulanmakla beraber, çoğu kesici takım malzemelerinin takım ömrünü uzattığı bilinmektedir.

Takım çelikleri, çeliklerin sınıflandırılması doğrultusunda farklı bir grubu oluşturmaktadır. Bunun nedeni diğer çeliklere göre çalışma şartlarının farklı olmasıdır. Bu gruptaki çeliklerin ağır çalışma şartlarında kullanılması beklenmektedir. Bu takım çeliklerinden, düşük veya yüksek sıcaklıklardaki kullanımları sırasında, yüksek hızlarda ve yüksek gerilmelerde sürekli aynı performansı göstermeleri istenmektedir. Çalışma koşullarından ötürü ortaya çıkan bu özellikler, karbonun yanı sıra bileşiminde bulunan alaşım elementleri ile de sağlanır. Bu çeliklere üstün özellikler kazandıran başlıca alaşım elementleri; krom, molibden, vanadyum, volfram ve kobalttır.

Kriyojenik işlem bir defa yapılan ve kalıcı etki veren bir uygulamadır. Geçmişte yapılan çalışmaların yüksek aşınma ve darbeye maruz kalan takım çeliklerinin performansını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Kriyojenik işlem; temperleme işleminden sonra -50°C ile -196°C arasında malzemenin sıvı veya gaz ortamında belirli süre veya süreler boyunca bekletilmesi esasına dayanan bir ısıl işlem türüdür (Arslan ve ark., 2011). Kriyojenik işlemde malzemeler su verme sonrası kriyojenik sıcaklıklara kademeli bir şekilde soğutulmakta, bu sıcaklıklarda belirli bir miktar bekletildikten sonra tekrar oda sıcaklığına kademeli olarak ısıtılmaktadır. Bu sayede takımların ömrü, aşınma dayanımı, tokluk değerleri, yorulma ve çekme dayanımları gibi mekanik ve fiziksel özelliklerinde iyileştirmeler sağlanmaktadır (Amini ve ark., 2014; Das ve ark., 2010).

Kriyojenik işlemin ana amacı; olumsuz etkileri en aza indirgeyerek, malzemenin mikro yapısında kalıcı değişiklikler meydana getirerek, malzemede istenen özelliklerin elde edilmesini sağlamaktır. Düşük sıcaklıkların ve bu sıcaklıklarda bekletme sürelerinin etkisiyle kriyojenik işlem

demir-karbon alaşımların ve yüksek alaşımlı çeliklerde ısıl işlem sonrası mikroyapıda kalan ve yumuşak faz olan östenitin, sert faz olan martenzite dönüşmesini sağlamaktadır (Akhbarizadeh ve ark., 2009). Bunun dışına kriyojenik işlem ile temperleme işlemi sonrası ikincil sert karbür yapılarının çökmesini sağlamaktadır. Mikroyapıdaki bu değişimlerin, malzemelerin sertlik ve aşınma dirençlerinde artışa sebep olduğu bilinmektedir (Sobotova ve ark., 2016). Sertlik ve aşınma direncinin dışında malzemelerin tokluk, kalıntı gerilme ve yorulma ömründe de olumlu etkiler gösterdiğine dair bilgiler literatürde yer almaktadır (Durica ve ark., 2010; Yan ve Li, 2013).

Sağladığı üstün mekanik ve fiziksel özellikler nedeniyle kriyojenik işlem günümüzde oldukça merak edilen bir çalışma konusu olmuş ve farklı malzemelere olan etkilerini incelemek amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır. Akhbarizadeh ve ark., (2009) kriyojenik işlemin D6 takım çeliğinin aşınma davranışı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri veriler doğrultusunda kriyojenik işlem uygulamasının ve bekleme süresindeki artışın kalıntı östenit faz yapısını azalttığını ve böylece sertliği ve aşınma direncini iyileştirdiği görüşünde bulunmuşlardır. Sri Siva ve ark., (2012) kriyojenik işlemin AISI 52100 çeliğinin aşınma dayanımını iyileştirmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile kriyojenik işlem uygulanan rulman çeliğinin aşınma direnci, sertlik ve mikroyapısında iyileşmeler olduğunu ileri sürmüşlerdir. Dixit ve ark., (2013) yaptıkları çalışmada kriyojenik işlem görmüş ve görmemiş AISI D5 çeliğinin aşınma dayanımını ve sertlik değerini incelemişlerdir. Elde edilen bulguları; kriyojenik işlemin kalıntı östeniti azaltması ve buna bağlı olarak aşınma dayanımını ve sertlik değerlerini arttırması şeklinde yorumlamışlardır. Yan ve Li, (2013) W9Mo3Cr4V yüksek hız çeliğine uygulanan kriyojenik işlemin aşınma dayanımı, mekanik özellikler ve mikroyapı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Kriyojenik işlemin etkisi ile çeliğin aşınma dayanımında ve sertlik değerlerinde meydana gelen artışlar kalıntı östenit fazının martenzite dönüşmesi ve homojen ikincil karbür çökmesi şeklinde yorumlanmıştır. Li ve ark., (2016) kriyojenik işlemin yüksek vanadyum alaşımlı çeliğin sertlik, darbe dayanımı ve aşınma direnci üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Kriyojenik bekleme süresinin artması ile çeliğin darbe dayanımının ve aşınma direncinin daha da arttığını, sertlik değeri ise giderek azaldığını tespit etmişlerdir. Durica ve ark., (2018) çalışmalarında -140°C’de ve farklı bekleme sürelerinde (12, 24 ve 36 saat) kriyojenik işleme tabi tutulmuş olan Cr-V içerikli ledeburitik takım çeliğinin mikroyapısını, faz yapısını ve sertlik değerlerini incelemişlerdir. Kriyojenik işlemin östenit miktarını yaklaşık olarak %85 oranında azalttığını ve küçük, küresel karbür yapıları oluşturduğunu gözlemlemişlerdir.

Daha önceki çalışmalar incelendiğinde kriyojenik işlemin yüksek vanadyum oranına sahip çelikler üzerindeki etkisine dair pek çalışma yapılmadığı ve yapılan çalışmalarda da net sonuçlar elde edilmediği görülmüştür. Gerçekleştirilen çalışma ile bu alanda netlik sağlamak hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamında son yıllarda yaygınlaşmaya başlayan kriyojenik ısıl işlem uygulaması Vanadis 8 takım çeliğine uygulanmıştır. Bu çeliğe sertlik ve basma deneyi uygulanmış olup sonrasında mikroyapı görüntüleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçların geleneksel ısıl işlem yöntemi sonuçları ile kıyaslaması yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında vanadyum alaşımli patentli Vanadis 8 takım çeliği kullanılmıştır. Malzemeye ait kimyasal bileşim Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu kimyasal bileşim çalışma kapsamında kullanılan çeliklerin temin edildiği Uddeholm üretici firması tarafından gerçekleştirilen spektral analiz ile belirlenmiştir.

Tablo 1. Vanadis 8 Kimyasal Bileşen İçeriği (URL-1, 2020)

| C | Si | Mn | Cr | Mo | V |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2.3 | 0.4 | 0.4 | 4.8 | 3.6 | 8.0 |

Sertlik, basma deneyleri ve SEM görüntü analizlerinde kullanılmak üzere 5 mm çapında ve 20 mm boyutlarında her bir ısıl işlem parametresi için 3’er adet olmak üzere toplamda 6 adet numune oluşturulmuştur.



Şekil 1. Deney numunesi

İlk numune grubu sadece geleneksel işlem (Gİ); su verme ve temperleme işlemi görmüştür. Diğer grup numuneleri ise su verme ve temperleme işlemleri arasında 24 saat boyunca kriyojenik işlem (Kİ24) şartları altında bekletilmiştir.

Tablo 2. Numune Kodlamaları

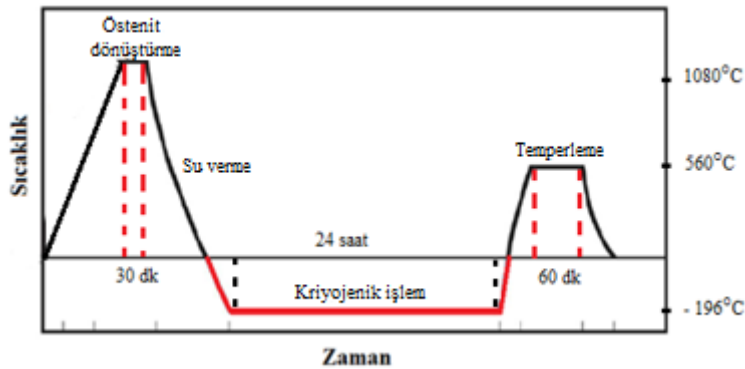
| Numune Adı | Isıl İşlem |
|-----------------|--|
| 1.Numune (G1) | Su verme + Temperleme |
| 2.Numune (Kİ24) | Su verme + 24 saat kriyojenik + Temperleme |

Numunelere öncelikle 1080°C’de 30 dakika olmak üzere östenitleme işlemi yapılmıştır. Sonrasında her iki numune grubu da basınçlı hava yardımı ile soğutulurak sertleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Sertleştirme sonrasında 1.numune grubuna 560°C’de 1 saat boyunca temperleme ısıl işlemi uygulanmıştır. Sertleştirme sonrasında 2.numune grubuna 24 saat boyunca -196°C’de kriyojenik ısıl işlem uygulanmıştır.



Şekil 2. Kriyojenik işlemin gerçekleştirildiği azot tankı

24 saatin sonunda geleneksel ısıl işlem temperleme parametrelerinde numune temperlenmiştir. Isıl işlem parametrelerini gösteren grafik Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Isıl işlem deney parametreleri

Numunelere bilgisayar kontrollü direkt soğutma metodu ile çalışan bir sistemde kriyojenik işlem uygulanmıştır. Numunelerin sıcaklığı oda sıcaklığından 2°C/dk hızla oda sıcaklığından -196°C’ye indirilmiştir. Bu sıcaklıkta 24 saat bekletilen numuneler yine 2°C/dk hızla oda sıcaklığına

çıkması sağlanmıştır. Numunelerin istenmeyen gerilmeleri barındırmaması için soğutma ve ısıtma işlemleri kademeli olarak gerçekleştirilmiştir.

Geleneksel ve kriyojenik ısıtma işlemi görmüş numunelerin mekanik özelliklerini belirlemek amacı ile numunelere sertlik ve basma deneyleri uygulanmıştır. Sertlik deneyi Future Tech FM-700 marka mikro sertlik cihazında ve Rockwell testi C skalasında 200 gr yükün altında 10 sn uygulama süresi ile gerçekleştirilmiştir. Her bir numune için 5 sertlik testi yapılmış ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Basma deneyi, 100 kN yükleme kapasiteli çekme test cihazında, sabit 1 mm/dk basma hızında gerçekleştirilmiştir.

Mikroyapı analizi öncesinde numunelerin zımparalama ve parlatma işlemleri yapılmış ve %2'lik nital çözeltisi ile dağlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında tüm deney numunelerine ait x50.000 büyütmede SEM görüntüleri alınmıştır. Alınan SEM görüntüleri Hitachi/Regulus 8230 marka/model taramalı elektron mikroskopunda incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Gİ ve Kİ24 numunelerinin mekanik özelliklerini belirlemek amacı ile numunelere öncelikle sertlik deneyi uygulanmıştır. Numunelere ait sertlik değerleri Tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Sertlik Deneyi Sonuçları

| Vanadis 8 | Sertlik (HRC) |
|-----------|---------------|
| Gİ | 63.625 |
| Kİ24 | 63.975 |

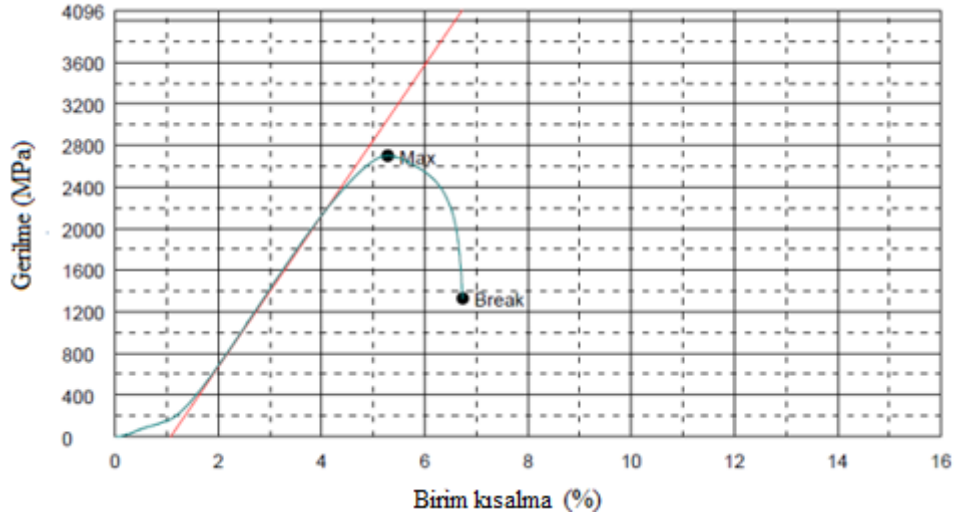
Kİ24 numunelerinin ortalama sertlik değerinin Gİ numunelerinin ortalama sertlik değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Böylece kriyojenik işlemin sertlik değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Bu durum literatürde yer alan sertlik deneylerinin sonuçları ile desteklenmektedir (Jurci ve ark., 2018).

Mekanik özellikleri değerlendirmek için diğer adım olarak numunelere basma deneyleri uygulanmıştır. Numunelere ait maksimum basma dayanımı, kopma gerilmesi ve birim kısalma değerleri elde edilmiş Tablo 4'de bu sonuçlara yer verilmiştir.

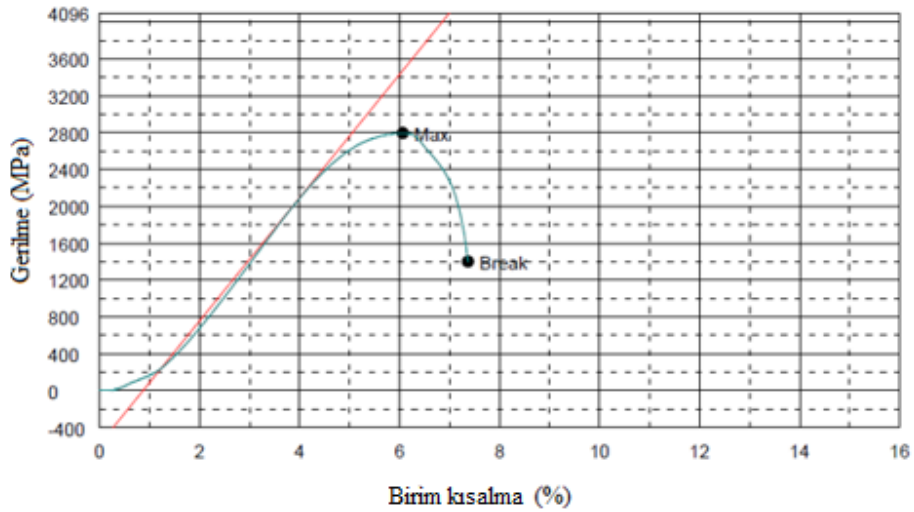
Tablo 4. Basma Deneyi Sonuçları

| Vanadis 8 | Maksimum Gerilme (MPa) | Kopma Gerilmesi (MPa) | Birim Kısılma (%) |
|-----------|------------------------|-----------------------|-------------------|
| Gİ | 2700.52 | 1328.46 | 6.74 |
| Kİ24 | 2793.99 | 1400.50 | 7.37 |

Şekil 4 ve Şekil 5’te numunelere ait gerilme-birim kısılma diyagramları verilmiştir. Gİ numunesinin 2700.52 MPa maksimum gerilme değerine ulaştıktan sonra 1328.46 MPa değerinde koptuğu görülmektedir. Benzer şekilde Kİ24 numunesinin de 2793.99 MPa maksimum gerilme değerine ulaştıktan sonra 1400.50 MPa değerinde koptuğu görülmektedir.



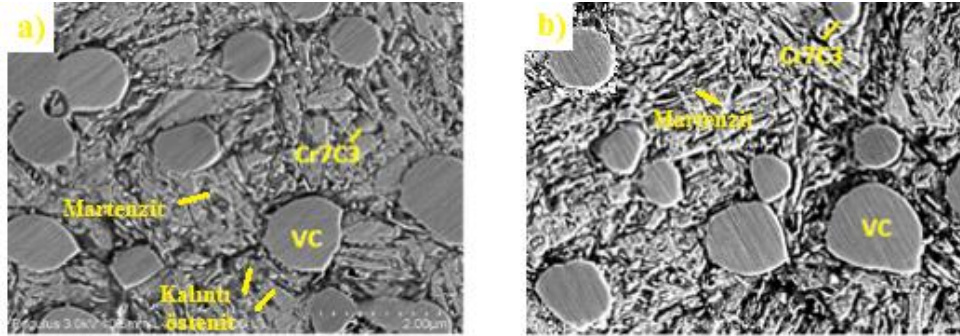
Şekil 4. Gİ numunesine ait gerilme-birim kısılma diyagramı



Şekil 5. Kİ24 numunesine ait gerilme-birim kısılma diyagramı

Gİ ve Kİ24 numuneleri karşılaştırıldığında, kriyojenik işlem görmüş olan Kİ24 numunesinin mekanik özelliklerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Kriyojenik işlemin gerilme değerlerini buna bağlı olarak da dayanımı arttırdığı belirlenmiştir. Aynı şekilde birim uzama miktarında da artış tespit edilmiştir. Bu durum literatürde yer alan kriyojenik işlem çalışmalarına uygun sonuçlar vermektedir (Cicek ve ark., 2015).

Şekil 6'da geleneksel ve kriyojenik ısıl işlem görmüş numunelere ait SEM görüntülerine yer verilmektedir. Şekil 6'da her iki ısıl işlem türüne ait SEM görüntülerinde VC, Cr₇C₃, kalıntı östenit ve martenzit yapılarının olduğu görülmektedir. Kİ24 numunesindeki karbür boyutlarının Gİ numunelerine ait karbür boyutlarından daha iri olduğu ve bunun yapı içerisindeki yüksek vanadyum ve krom alaşımlarının etkisine bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir (Li ve ark., 2016). Martenzit fazının kriyojenik işlemin etkisi ile arttığı ve buna bağlı olarak kalıntı östenit miktarının azaldığı söylenebilmektedir. Artan martenzit fazına bağlı olarak malzemenin mekanik özelliklerinde iyileşmelerin gerçekleşmesi beklenmektedir (Perez ve Belzunce, 2015). Sertlik ve basma deneyinden elde edilen sonuçlar bu beklentiyi doğrulamaktadır.



Şekil 6. Numunelerin SEM mikroyapıları a) Gİ, b) Kİ24

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada geleneksel ısıl işlem ve kriyojenik ısıl işlem gören Vanadis 8 takım çeliğinin mekanik özellikleri ve mikroyapısı incelenmiştir. Mekanik özellikler sertlik ve basma deneyleri ile mikroyapıda meydana gelen değişiklikler ise SEM analizleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- 24 saat kriyojenik işleme tabii tutulmuş numunelerin ortalama sertlik değerlerinin geleneksel ısıl işlem görmüş olan numunelerin ortalama sertlik değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

- Sertlik deneyi sonucuna göre kesici takım olarak kullanılacak olan bu çeliklerin kriyojenik işlem ile sertliğin bir miktarda olsa artacağını göstermiştir.
- 24 saat boyunca kriyojenik işlem görmüş olan numunenin gerilme değerlerinin geleneksel ısıtıl işlem görmüş olan numuneye göre daha yüksek sonuçlar verdiği yapılan basma deneylerinde elde edilmiştir.
- Süneklik miktarının yani birim kısalma miktarının da Kİ24 numunesinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Basma deneyi sonuçları kesici takım olarak kullanılacak olan bu çeliklerin kriyojenik işlem görerek daha iyi dayanım değerleri sunduğunu açıkça ortaya koymaktadır.
- SEM mikrografileri incelendiğinde her iki numuneye ait görüntülerde de temperleme işleminin etkisi ile VC ve Cr₇C₃ karbür oluşumları ve östenit fazının martenzite dönüşümü gözlenmiştir.
- Gİ ve Kİ24 numuneleri ait SEM görüntüleri karşılaştırıldığında, 24 saat boyunca kriyojenik işlem görmüş olan Kİ24 numunelerindeki karbür boyutlarının daha iri olduğu ve yapıda daha fazla martenzit fazının olduğu görülmüştür.
- Kİ24 numunesindeki iri karbürlerin, kullanılan takım çeliğinin kimyasal bileşimdeki yüksek alaşım miktarlarından ve karbürlerin birbirleri ile birleşmesine bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.
- Kİ24 numunelerindeki martenzit fazı Gİ numunelerinde elde edilen martenzit fazından daha fazla olarak görülmektedir. Bu durum kalıntı östenit miktarının daha fazla kısmının martenzite dönüşmesi şeklinde açıklanmaktadır.
- Kriyojenik işlem gören numunelerdeki yüksek martenzit fazına bağlı olarak daha iyi mekanik özellikler elde edilmiştir. Bu durum yapılan sertlik ve basma deneyi sonuçları ile desteklenmektedir.

Çalışma kapsamında seçilen malzeme grubuna kriyojenik işlem sonrasında farklı sıcaklıklarda ve sayılarda temperleme uygulayarak temperleme etkisinin mekanik özellikler üzerindeki etkisi araştırılarak çalışma bir üst aşamaya taşınabilir. Buna ek olarak farklı bekleme sürelerinde uygulanan kriyojenik işlemin seçilen malzeme grubu üzerindeki takım ömrü ve aşınma davranışları da incelenebilir.

Teşekkür

Araştırmacılar, bu çalışmanın 54167746-050.03.04-2018/05 numaralı BAP projesi olarak gerçekleştirilmesini sağlayan İstanbul Aydın Üniversitesi'ne teşekkürlerini sunmaktadır.

Kaynaklar

- Amini, K., Akhbarizadeh A. and Javadpour S., (2014). Investigating the Effect of Quench Environment and Deep Cryogenic Treatment on the Wear Behavior of AZ91, *Materials & Design*, 54, 154-160.
- Akhbarizadeh, A., Shafyei A. and Golozar, M.A., (2009). Effects of Cryogenic Treatment on Wear Behavior of D6 Tool Steel, *Materials & Design*, 30, 3259–3264.
- Arslan, F., Altınoy, D. and Hatman, A., (2011). Characterization of Cryogenic Heat Treated Vanadis 4 PM Cold Work Tool Steel, *Vacuum*, 370-373.
- Arslan, Y., (2014). *Kriyojenik İşlemin AISI D3 Soğuk İş Takım Çeliğinin Performansına Etkilerinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Bensely, A., Senthilkumar, D. and Mohan Lal, D., (2007). Effect of Cryogenic Treatment on Tensile Behavior of Case Carburized Steel-815M17, *Materials Characterization*, 58, 485–491.
- Cicek, A., Kara, F. and Kivak, T., (2015). Effects of Deep Cryogenic Treatment on the Wear Resistance and Mechanical Properties of AISI H13 Hot-Work Tool Steel, *Journal of Materials Engineering and Performance*, 24, 4431-4439.
- Collins, D. N. and Dormer, J., (1997). Deep Cryogenic Treatment of a D2 Cold Work Tool Steel, *Heat Treatment of Metals*, 71–74.
- Das, D., Dutta, A.K. and Ray, K.K., (2010). Sub-zero Treatments of AISI D2 steel: Part I. Microstructure and Hardness, *Materials Science and Engineering: A*, 527, 2182-2193.
- Demir, İ. D. ve Uygur, İ., (2017). Kriyojenik İşlem Uygulanmış Dökme Demir Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, *Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 210-219.
- Durica, J., Ptacinova, J. and Hudakova, M., (2010). Microstructure and Hardness of Cold Work Vanadis Steel after Subzero Treatment at -140°C, *Metal*, 1-5.
- Huang, J.Y, Zhu, Y.T. and Liao, XZ, (2003). Microstructure of Cryogenic Treated M2 Tool Steel, *Materials Science and Engineering*, 339(1–2), 241–244.
- Jurci, P., Domankova, M. and Caplovic, L., (2015). Microstructure and Hardness of Sub-zero Treated and No Tempered P/M Vanadis 6 Ledeburitic Tool Steel, *Vacuum*, 111, 92-101.
- Jurci P., Dlouh Y I. and Priknerova, P., (2018). Effect of Sub-Zero Treatment Temperatures on Hardness, Flexural Strength, and Fracture Toughness of Vanadis 6 Ledeburitic Die Steel, *Metal*, 8:1047, 1-15.
- Kaushal, A., Rajput, RS. and Vardhan, A., (2015). Effects of Cryogenic Treatment on Tool Steel AISI-D6, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 4(3), 470-473.
- Li, S., Xie, Y. and Wu, X., (2010). Hardness and Toughness Investigations of Deep Cryogenic Treated Cold Work Die Steel, *Cryogenics*, 50(2), 89-92.

- Li, H., Tong, W. and Cui, J., (2016). The Influence of Deep Cryogenic Treatment on the Properties of High-Vanadium Alloy Steel, *Materials Science and Engineering: A*, 662, 356-362.
- Moore, K. and Collins D. N., (1993). Cryogenic Treatment of Three Heat-Treated Tool Steels, *Key Engineering Materials*, 86-87,47-54.
- Nalbant, H., (2018). *Derin Kriyojenik İşlemin AISI 4140 Çeliğinin Aşınma Davranışına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Perez, M. and Belzunce, F.J., (2015). The Effect of Deep Cryogenic Treatments on the Mechanical Properties of an AISI H13 Steel, *Materials Science and Engineering: A*, 624, 32-40.
- Podgornik, B., Paulina, I. and Zajec, B., (2016). Deep Cryogenic Treatment of Tool Steels, *Journal of Materials Processing Technology*, 229, 398-406.
- Sobotova, J., Jurci, P. and Dlouhy, I., (2016). The Effect of Subzero Treatment on Microstructure, Fracture Toughness, and Wear Resistance of Vanadis 6 Tool Steel, *Materials Science and Engineering: A*, 652, 192-204.
- URL-1, (2020). https://www.uddeholm.com/files/PB_Uddeholm_vanadis_8_english.pdf. Uddeholm. (Erişim Tarihi: 09 Şubat 2020).
- Vahdat, S. E., Nategh, S. and Mirdamadi, S., (2013). Microstructure and Tensile Properties of 45WCrV7 Tool Steel After Deep Cryogenic Treatment, *Materials Science and Engineering: A*, 585, 444-454.
- Yan, X. G. and Li, D. Y., (2013). Effects of the Sub-zero Treatment Condition on Microstructure, Mechanical Behavior and Wear Resistance of W9Mo3Cr4V High Speed Steel, *Wear*, 302(1-2), 854-862.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN***Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*

ISSN: 2667-8764 , 2(1), 33-47, 2020

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Derleme Makalesi / Review Article

Kentsel Mekanlarda Ekolojik Yaklaşımlı Çocuk Oyun Alanlarının Değerlendirilmesi

Ayşe Ceren KÖKLÜ^{1a}, Şehriban ERASLAN^{1b*}¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Isparta, 32260, Türkiye.

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process |
|--|--|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding author : sehribaneraslan@sdu.edu.tr | Geliş Tarihi / Received Date : 16.02.2020 |
|  https://orcid.org/0000-0001-7618-5492 , A. Ceren Köklü | Revizyon Tarihi / Revision Date : 18.02.2020 |
|  https://orcid.org/0000-0001-8973-1480 , Ş. Eraslan | Kabul Tarihi / Accepted Date : 18.02.2020 |
| | Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2020 |
| Alıntı / Cite : Köklü Ceren, A., Eraslan, Ş. (2020). Kentsel Mekanlarda Ekolojik Yaklaşımlı Çocuk Oyun Alanlarının Değerlendirilmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(1), 33-47. | |

Özet

Çocuklar aktif olarak oyun yoluyla dünyayı keşfetmekte ve öğrenmektedirler. Özellikle açık hava oyun ortamları çocuklar için etkileşimin en etkili olduğu alanlardır. Çocuklar bu alanlarda doğayla ve birbiriyle birebir ilişki halindedir. Günümüz yaşam koşullarında çocuklar doğadan kopuk oyun alanlarında vakit geçirmekte belki de günümüz şehirleşme anlayışında oyun alanı bile bulamamaktadır. Bu çalışma kapsamında çocuk oyun alanlarının çocuk için önemine ve çocuk oyun alanlarının ekolojik yaklaşımla desteklendiğinde daha kreatif alanlar olacağına yönelik öneriler getirilmiştir. Çalışma, Türkiye’den ve dünyadan ekolojik bakış açısıyla tasarlanan çocuk oyun alanları örnekleri ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kent, Ekolojik Yaklaşım, Çocuk Oyun Alanları.

Evaluation of Playgrounds with Ecological Approach In Urban Areas

Abstract

Children are actively exploring and learning the world through play. Especially outdoor play environments are areas where interaction is most effective for children. Children are in one-to-one relationship with nature and each other in these areas. In today's living conditions, children spend time in playgrounds disconnected from nature, perhaps they cannot find a playground in today's urbanization approach. Within the scope of this study, suggestions have been made for the importance of children's playgrounds for children and that children's playgrounds will be more creative when supported by an ecological approach. In this study, children's play areas designed with the ecological perspective is supported by examples from Turkey and the world.

Keywords: Urban, Ecological Approach, Child Playground.

1. Giriş

Çocuklar, kendisini, yakın çevresini ve dünyayı aktif olarak oyun yoluyla öğrenirler. Oyun bazen yetişkinlere gülünç ve gereksiz olarak görülse de çocuk gelişim uzmanları ve eğitimciler tarafından öğrenme ve gelişimde önemli bir araç olarak görülmüştür. Şimdiki zaman çocukları genellikle kolay ve güvenli olduğu için evde ve bireysel oyun oynamaktadırlar. Halbuki doğa ve doğal ortamlar çocukların oyun oynaması için paha biçilemez mekanlardır. Oyun süresince çocuklar birbirleriyle, çevresiyle, donatı ve nesnelere iletişim halindedir. Çocuklar, süreçte farklı duyu ve deneyimler kazanmaktadırlar.

UNICEF (UNESCO) ve IPA (International Play Association) oyun hakkı ve oyun alanları ile ilgili iki uluslararası kuruluştur. Birleşmiş Milletler İnsan Hakları Yasasının yayınladığı bildirmede çocuklara oyun oynamada fırsat tanınması ve bu hakkı yerine getirmede toplumu ve kamuyu yetkili olarak görmektedir. Çocuk Hakları Bildirgesinin 31.maddesinde çocukların oyun oynamaya ve kültürel ve sanatsal etkinliklere katılmaya hakları olduğu bildirilir. Çocuk Oyun Hakları Malta Deklarasyonunda beslenme ve eğitimde olduğu kadar oyunun bütünü çocukların gelişiminde önemli olduğu vurgulanmıştır. Çocuk Hakları Sözleşmesi'ni Türkiye 1990 yılında imzalamış ve 1995 yılında Resmi Gazetede yürürlüğe girmiştir (Yılmaz ve Bulut, 2003; Turgut ve Yılmaz, 2010).

Doğa bilinci çoğunlukla çocukluk döneminde şekillenmektedir. Fakat kent ortamında doğal alanlar giderek azalmaktadır ve bununla beraber büyüyen kentlerde güvenlik algısı da eklenince çocukların çocukluk döneminde doğadan kopuşu yadsınmamaktadır (Valentine ve McKendrick, 1997; Özgüner ve Şahin, 2009). Ekolojik prensiplerle doğa odaklı tasarlanan çocuk oyun alanları, çocukların gerçek gelişimine hizmet edecek ve farklı bilinç hallerine katkılar sağlayacaktır.

2. Oyunun Tanımı ve Çocuk İçin Önemi

Oyunun tanımlanmasıyla ilgili eski dönemlerden bu yana farklı yaklaşımlar ve fikirler ortaya koyulmuştur. Tanımlar incelendiğinde çocuk için oyunun çok önemli olduğu görülmektedir. Bu görüşlerden bazıları şöyledir (URL, 1):

- Piaget oyunu bir uyum olarak tanımlamış ve dış dünyadan gelen uyaranları özümleme ve olarak nitelendirmiştir. Oyunun çocuğun zihinsel gelişimini desteklemekte olduğunu ifade etmektedir.
- Gazali oyun ile çocuğun belleğinin yenilendiğini, öğrenme gücünün arttığını ve çocuğu dinlendirdiğini söylemiştir.

- Gross oyunu bir pratik olarak tanımlamış ve ileriki zamanlardaki davranış biçimlerimizin oyunla elde edildiğini söylemiştir.
- Caillois oyunun gerçek hayattan farklı olduğunu ve gönüllü bir hareket ya da faaliyet olarak nitelendirmiştir.
- Montaigne'e göre oyun çocukların en gerçek uğraşlarıdır.
- Montessori'e göre oyun çocuğun işidir.
- Lazarus'a göre oyun kendiliğinden ortaya çıkan bir aktivitedir ve mutluluktan başka hedefi yoktur.
- Amor Comenius'a göre oyun özgürlük ile betimlenmiştir ve çocuğa disiplin, düzen kazandırmaktadır.
- Freud ise oyun sayesinde çocuğun olgunlaştığını ve öz benliğini bulmasında yardımcı olduğunu söylemiştir (Toksoy, 2010).

En geniş anlamıyla oyun, “belli bir amaca yönelik olan veya olmayan, kurallı ya da kuralsız olarak gerçekleştirilen, her durumda çocuğun isteyerek ve hoşlanarak yer aldığı, fiziksel, bilişsel, dil, duygusal ve sosyal gelişimin temeli olan, gerçek hayatın bir parçası ve çocuk için en etkin öğrenme süreci” şeklinde tanımlanır (Aral ve ark, 2001).

Oyunlar türlerine göre; çocuklar üzerinde etkileri “fiziksel gelişiminde etkisi, psiko-motor gelişiminde etkisi, duygusal gelişiminde etkisi, sosyal gelişiminde etkisi, zihinsel gelişiminde etkisi, dil gelişiminde etkisi olarak bilinmektedir (Özer ve ark, 2006).

Çevre eğitiminde doğa ile iç içe olma çocuklar için oldukça önemlidir. Alanda bulunan doğal ve yapılı çevrenin çeşitliliği çevre eğitimi yönünden de etkileyici bileşenlerdir. Çocukların doğa ile ilişki kurmasında bitkiler, toprak ve hayvanlardan faydalandıkları bilinmektedir (Orr, 1992; Özgüner ve Şahin, 2009). Ekolojik prensipler doğrultusunda düşünülen ve tasarlanan çocuk oyun alanları çocuklar için daha öğretici ve eğlenceli olmaktadır. Bu doğrultuda tasarlanan alanlar çocukların özgürlük hissini ortaya çıkarmakta ve çevre konularına daha duyarlı hale gelmelerinde etkili olmaktadır (Kendle ve Forbes, 1997).

3. Ekolojik Tasarım

Günümüzde kentleşmenin etkisiyle kentlerde yeşil alan varlığı azalmaktadır. Plansız kentleşmeyle beraber çocuk oyun alanlarının niteliği ve sayısı da diğer yeşil alanlarda görüldüğü gibi azalmaktadır. Sürdürülebilir ve sağlıklı çevreler için çocuk oyun alanları önemli kentsel yeşil

alanlardan biridir. Bu alanlar çocuklar üzerinde birçok fiziksel ve psikolojik yararlar sağlamaktadırlar (Küçükyağcı ve ark, 2015).

Çocuk oyun alanları kentin önemli bir parçasıdır ve hem nitelik hem nicelik olarak doğru tasarım ilkeleri ile tasarlanması gerekir (Türkan, 2009; UCPS, 2010). Doğa dostu tasarım yaklaşımlarının kabulü, toplumsal bilincin gelişmesi, çevreye duyarlılığın artması ile beraber çocuk oyun alanlarının tasarımı önemsenmektedir. Fonksiyonel, kendine özgü, ergonomik olmalarının yanı sıra malzemelerin ve üretim aşamalarının tümüyle sürdürülebilir olması da ekolojik tasarım açısından önemlidir (Erkan, 2011).

Nüfus artışı ile beraber ortaya çıkan plansız kentleşme, kentlerin ekolojisini bozmaktadır. Kentlerde gelecek nesillerin de ihtiyaçlarını karşılayabilmelerine olanak tanıyan, daha sağlıklı, daha kaliteli tasarımlar üzerinde önemle durulmaktadır. Kentsel ekosistem içerisinde yapılan her tür tasarım ve kullanım bir bütün olarak görülmelidir. Çocuk gelişiminde açık oyun mekanlarının etkisi açısından doğayla ilişki kurma, hareket özgürlüğü ve sosyalleşme açısından önemlidir (Akandere, 2003). Doğal oyun araçları olarak arazi formları ve topografik değişimler, su, toprak-kum, hayvanlar ve bitkiler tanımlamıştır (Yücel, 2005).

4. Türkiye’den ve Dünyadan Örnekler

Hem nitelik yönünden hem de nicelik yönünden ülkemizde mevcut çocuk oyun alanlarının birçoğu çocuğun sosyal açıdan, bedensel ve zihinsel yönden gereksinimlerini karşılamadığı görülmektedir. Az sayıda da olsa ülkemizden nitelikli örnekler aşağıda verilmiştir:

4.1. Ülkemizdeki Ekolojik Çocuk Oyun Alanları

Bahriye Üçok Ekolojik Çocuk Yuvası: Çocuk yuvası olarak Türkiye’nin ilk ekolojik tasarlanmış çocuk yuvasıdır ve ekolojik mimari, sürdürülebilir çevre hedefinde güzel bir örnektir. İstanbul Kadıköy’de bulunan yuva 2016 yılında hizmete girmiştir. Çocukların her türlü gelişimine yönelik olarak yuvanın bahçe tasarımında hobi bahçeleri bulunmaktadır. Bina tasarımında yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verilmekte ve bu yolla binada aydınlatma ve ısınma güneş panelleri yardımıyla sağlanmaktadır. Ayrıca yağmur suyu depolanarak da bahçenin sulaması ve tuvalet ihtiyaçlarında kullanılmaktadır. Yuvanın dış mekan bahçe tasarımları ve yuva binasının ekolojik tabanlı tasarımları Şekil 1. de görülmektedir.

Ekolojik sistemin korunmasına yönelik binanın yapımında, sermaye, arsa, malzeme, su, enerji gibi kaynaklar işlevsel olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Bahriye Üçok Ekolojik Çocuk Yuvası (URL-2)

Orman Okulu İstanbul : Orman Okulunda oyun doğanın içinde çocuğun görerek, yaşayarak ve uygulayarak güven elde etmesine yönelik olarak imkanlar yaratan “ilham veren süreçler” olarak nitelendirilmiştir. Bu okulda çocukların doğayla bağ kurmalarını sağlamak adına toprakta yaşayan farklı canlı türlerini bire bir görme, hatta iletişim kurma imkanına “Bahçe Çalışmaları” ile sahip olmaktadır. Alanda tüm ekim, dikim, bakım süreçleri çocuklarla beraber yapılmakta ve çocuklar doğanın döngüsünü kavramaktadırlar. “Arıcılık” çalışmaları ile çocuklar arıların nasıl bal yaptıklarını hep beraber öğrenmekte ve polen tuzaklarından polen toplayıp, bal sağımını paylaşmaktadırlar. “Kütükte Mantar Yetiştirme” ile arkadaşları ile beraber mantarların nasıl yetiştiğini gözlemlemektedirler. “Tohum Bombaları” ile tohumlar ve killi torftan oluşturulan tohum bombaları ile yeşil alanları zenginleştirmekte; elleri toprakla buluşmakta ve toprak ananın gücünü hissetmektedirler. “Süt Sağma” ile ahıra gidip süt sağmanın nasıl yapıldığını, keçi, inek, manda sütünün farkını ve doğal sütün kokusunu öğrenmektedirler. Doğa bilincinin gelişmesinde ve doğa ile uyumlu yaşamın güzelliklerinin paylaşıldığı bu okulla ilgili fotoğraflar Şekil 2. de görülmektedir.



Şekil 2. Orman Okulu (URL-3)

Bir Dünya Çocukları Parkı: Türkiye'nin ilk ekolojik oyun parkı olarak bilinmektedir. Sürdürülebilir olmak ve çocuklar için faydalı olabilmek hedefi ile Hatay'ın Altınözü ilçesinde 2013 yılında hizmete açılmıştır (Şekil 3). Parkta bütün oyun ekipmanlarında yerel işçilik ve yerli malzeme kullanılmasına özen gösterilmiştir. Parkın tabanına doğal malzeme ve doğal görünüm oluşturan toprak döşenmiş ve parkın duvarlarında başka bir parktan yıkılan ve atılan taşlar kullanılmıştır. Park alanında salıncaklar yine doğal bir malzeme olan ahşaptan yapılmış ve tırmanma alanı olarak kullanılan küre şeklindeki heykel doğa dostu beyaz çimentodan yapılmıştır. Yağmur suyunu depolamak ve kullanmak ta bu park içerisinde düşünülmüştür. Parkta lastik tekerlerle kuşatılan bir kum havuzu da bulunmaktadır. Tekerler hem gerikazanım vazifesi görürken hem de çocuklar için bir eğlence haline dönüşmektedir.



Şekil 3. Bir Dünya Çocukları Parkı (URL-4)

Konyaaltı Expo 2016 Parkı : Expo 2016 Parkında yapılan ekolojik oyun vadisi çocukların doğayı yaşayarak ve görerek anlamasına, keşfetmesine yönelik yapılmıştır. Antalya'da 25 bin metrekare alan üzerine yapılan Expo 2016'da, bitkilerden tüneller, biyolojik gölet, süs havuzları, kızak pisti, yeme içme alanları, sportif ve tematik çocuk oyun alanları bulunmaktadır. Parkın içindeki gölette yetişkinler ve çocuklar kanolarla gezinti yapabilmektedir. Doğayı hatırlatan birçok kullanım içeriği yer almaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Ekolojik Oyun Vadisi (Expo 2016)

Ekopark İzmit : 40 dönümlük arazi üzerine kurulan bu parkta bütün donatılar doğada kolay çözünebilir, geri dönüşüme uygun malzemelerden yapılmıştır. Çevre dostu tasarım anlayışı ile düşünülen Ekopark alanı içinde güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde enerji üreten sistemler bulunmaktadır. Bu sistemlerde üretilen elektrik enerjisi ile park alanı aydınlatılmakta ve diğer ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. Park alanı içinde bulunan biyolojik gölet, kendi kendisini temizleyip, arıtmaktadır (Şekil 5). Ekopark alanı içinde, yer alan çocuk oyun alanları dışında manzara seyir terası, park alanı içinde küçük hayvan barınakları, yürüyüş yolları doğal açık alanlar bulunmakta ve hayvan barınaklarının bünyesinde çocukların ilgisini çeken çeşitli kuşlar, ördekler, tavşanlar yer almaktadır.



Şekil 5. Ekopark İzmit (URL-5)

4.2. Dünyadaki Ekolojik Çocuk Oyun Alanlarından Örnekler

Spiral Garden (ABD): Spiral Garden, farklı ölçülerde ve renklerde kütüklerin yeniden kullanılmasıyla oluşturulmuştur (Şekil 6). Bitkiler ve fosil kütükler yardımıyla farklı yüksekliklerle doğal öğeleri birleştirilmesiyle park çocuklara doğal şölen yaşatmaktadır.



Şekil 6. Spiral Garden

Safezone Playground (Kanada): Bu oyun parkı doğal bir alan değildir ancak geri kazanılmış malzemelerle park tekrardan inşa edilmiştir. Kauçuk malzemelerin zemine dökülmesiyle farklı bir topografik yapı ve desen oluşturularak parkta esnek bir zemin oluşturulmuştur (Şekil 7).



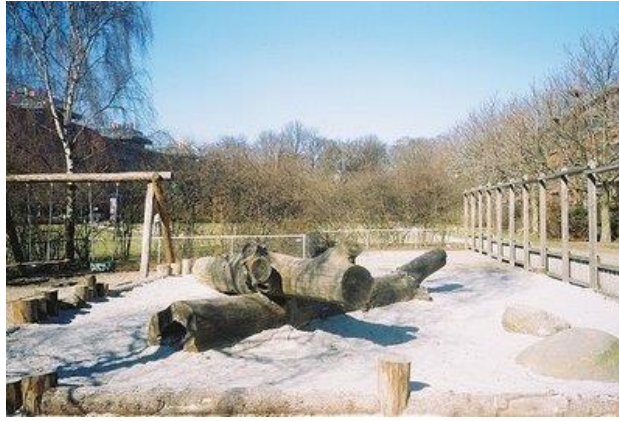
Şekil 7. Safezone Playground (URL-6)

Wilson Park (ABD): Daha çok çocukların hayal dünyasına hitap etmek üzere yapılan bu parkta donatıların ve kullanımların tam anlamıyla ne olarak kullanılacağı belli olmayan yapıların verdiği sürprizlerle çocukların kendi dünyalarını yaratmalarına imkan sağlamıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Wilson Park

Kopenhag (Danimarka): Kopenhag’da bulunan bu park alanında tırmanmaya yönelik büyük kütükler yer almaktadır. Doğal bir çocuk parkı olarak düşünülen bu alanda kütükler çocukların hayal dünyasına hitap etmekte ve çocukların doğa ile hayal dünyasını birleştirmektedir. Park alanında bulunan diğer ekipmanlarda tamamen doğal malzemeden yapılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Kopenhag (URL-7)

Geri Dönüşümlü Karton Fil (İspanya, 2015): Ağır Düşler ismi verilen bu karton fil kentin ortasında çocukların ilgisini çekmektedir (Şekil 10). Tamamen geri dönüşüm malzemelerinden yapılmış olan bu filin deliklerinden içeriye yetişkinler ve çocuklar kağıda yazdıkları dileklerini yerleştirmektedirler.



Şekil 10. Geri Dönüşümlü Karton Fil (URL-8)

Bicentennial Çocuk Parkı (Şili): Bu park yakın çevrenin topografik ve coğrafi özellikleri gözetilerek tasarlanmıştır. Çocuk kaydırakları tarım alanlarından esinlenerek yapılmıştır. 2012 yılında inşa edilen park yörenin eski yaşam şekline göre düşünülmüştür (Şekil 11).



Şekil 11. Bicentennial Çocuk Parkı (URL-9)

Suriye Mülteci Çocuklar İçin İbtasem Oyun Alanı (Lübnan): Bu park Suriye'den Lübnan'a göç etmek zorunda kalan çocuk mültecilerine yönelik olarak düşünülmüş ve tasarlanmıştır. Tebessüm oyun alanı olarak nitelendirilen bu parkta çocuklara oyun oynama haklarını geri kazanarak çocukluklarını tekrar yaşayabilmekte ve kendilerini bu alanda güvende hissetmektedirler (Şekil 12). Çocuklara projenin ilk aşamasında oyun alanlarını kendilerinin tasarlamasına imkan verilmiştir. Projenin uygulanma kısmında farklı ülkelerden gönüllü kesim, yerel halk ve çocuklar beraber paylaşımda bulunmuşlardır.



Şekil 12. İbtasem Oyun Alanı ((URL-10))

Ancient Playground Central Park (ABD): Central Park'ta doğal malzemeler ile tasarlanan Mısır temalı oyun parkıdır. Özellikle çocukları keşfetmeye, yaratıcı düşünmeye ve hayal güçlerini kullanmaya teşvik etmek için yapılmıştır (Şekil 13). Park alanında tırmanma piramitleri, bir dikilitaş ve güneş saati bulunmaktadır. Ayrıca, her yaşta çocuklar için bir kum havuzu, salıncaklar ve su gösteri alanları yer almaktadır (URL-11).



Şekil 13. Ancient Playground

Kilburne Grange Adventure Park (İngiltere): Bu park 2009’da öncelikli olarak bölgedeki çalışan ebeveynlere düşünülerek, çocukların yaratıcı oyun zamanı geçirebilecekleri bir alan sağlama ihtiyacına yönelik yapılmıştır (Şekil 14). Proje, doğal ve macera oyunlarını teşvik etmek ve özel ihtiyaçları olan çocuklar da dahil olmak üzere çocuklar arasındaki sosyal etkileşimi teşvik etmek üzere düşünülmüştür.



Şekil 14. Kilburne Grange Adventure Park (URL-12)

Haye Playground (İngiltere): Doğal malzemelerin doğanın koşulsuz zenginliği karşısında çocukların en çok eğlendiği parklardan biridir (Şekil 15). Yapay donatılar yerine tamamen doğal eğimlerle yaratılan tepeler çocukların doğa içinde birbiri ve kendileriyle eğlendikleri alanlardan oluşmaktadır.



Şekil 15. Haye Playground

5. Sonuç ve Öneriler

Oyun çocuk için hem öğrenme hem eğlenme aracıdır. Çocuklar oyunla beraber sosyalleşmeyi, keşfetmeyi, merak duygusunu vb. birçok deneyimi yaşamaktadır. Psiko-motor ve fiziksel gelişimlerini destekleyici açık hava oyun alanları sağlıklı nesiller ve sağlıklı gelecekler için nasıl tasarlandığı ve nasıl kullanıldığı önemlidir.

Çocuk oyun alanlarında temiz enerji kullanımı, çevre dostu teknolojinin kullanımı, ekoloji ve doğa koruma konusunda eğitim faaliyetleri, çevre dostu ve uyumlu malzemelerin kullanımı vb. ekolojik önlemleri içeren ekolojik tasarım yaklaşımı temel hedef olmalıdır.

Kentsel mekanlarda kentsel yeşil alanlar içerisinde olan çocuk oyun alanları birey ile doğa arasındaki iletişimi iyileştirmede ve kentsel yaşam kalitesinin artırılmasında oldukça önemlidir. Çocukların kendini güvende hissedebileceği ve aidiyet duygusunu yaşayacağı ortamlar ve gereksinimler şeklinde tasarlanmalıdır. Bu alanlar sadece doğa ile ilişki kurulan yerler olarak görülmeyp, aynı zamanda çocukların sosyalleştiği, geliştiği, değiştiği ve dönüştüğü yerler olarak görülmelidir.

Doğa öğelerini ve doğallığı içeren oyun alanları diğer yapay yapılı çocuk oyun alanlarına göre çocukları ve ebeveynleri memnun etmekte ve gelişimlerine olumlu katkılar sağlamaktadır. Bunun yanı sıra çocuk oyun alanlarında kullanılan materyallerin geridönüşüm ve geri kazanım yoluyla diğer materyallerden elde edilmesi ile hem sürdürülebilirliğe hem de kent ekolojisine katkı sağlamaktadır. Günümüz kentlerinde geleceğe sağlıklı kentler ve sağlıklı nesiller bırakmak için kent ortamında tasarlanan çocuk oyun alanlarının ekolojik tabanlı olarak tasarlanması oldukça önemlidir.

Kaynaklar

- Akandere, M. (2003). *Eğitici Okul Oyunları*. Nobel Yayın Dağıtım, s.2, Ankara.
- Aral, N., Gürsoy, F., ve Köksal, A. (2001). *Okul Öncesi Eğitiminde Oyun*, Ya-Pa Yayınları, İstanbul. s. 9.
- Erkan, Ö., (2011). *Çocuk oyun parklarında modül tasarımında ahşap plastik kompozit malzemenin kullanım olanakları*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/İç Mimarlık Bölümü/İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kendle, A.D., and Forbes, S. J. (1997). *Urban Nature Conservation: Landscape Management in the Urban Countryside*, E & FN Spon, London.
- Küçükyağcı, P., Ö., Atasayan, Ö., ve Oktay, S., Ö., (2015, Mayıs). Çocuk Oyun Alanı Tasarımlarında Sürdürülebilirlik. *2nd International Sustainable Buildings Symposium*. Ankara-Turkey.
- Orr, D., (1992). *Ecological Literacy: Education and the Transition to a Postmodern World*. New York: State University of New York Press.
- Özer, A., Gürkan, A. C., ve Ramazanoğlu, O. (2006). Oyunun çocuk gelişimi üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 54-57.
- Özgüner, H., ve Şahin, K., C. (2009). Isparta kent merkezindeki çocuk oyun alanlarının mevcut durumu ve çocukların bu alanlara karşı davranış biçimleri. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 10(1), 129-143.
- Toksoy, A., C. (2010). Yarışma Niteliği Taşıyan Geleneksel Çocuk Oyunları, *Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi*, II/1.
- Turgut, H., ve Yılmaz, S. (2010, Mayıs). Ekolojik temelli çocuk oyun alanlarının oluşturulması. *III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi*. (1618-1630). Artvin.
- Türkan, E. E., (2009). *Balıkesir kenti çocuk oyun alanlarının irdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- U.C.P.S., 2010. *Public playground safety handbook*. USA. Government Printing Office.
- URL-1.<https://aofdersler.com/konu/ata-aof-cocuk-ve-oyun-ders-notu.640/>. Erişim Tarihi: 10.01.2020.
- URL-2.<http://cocukyuvallari.kadikoy.bel.tr/bahriyeucok-ekolojik-yuvasi.html>. Erişim Tarihi: 13.12.2019.
- URL-3. <https://ormanokulu.org/>. Erişim Tarihi 07.01.2020.

- URL-4. http://www.yesilbinadergisi.com/yayin/721/bir-dunya-cocuklari-parki-ve-surdurulebilirlik_21861.html#.XkgoZTizbIU. Erişim Tarihi: 03.12.2019.
- URL-5. http://www.izmit.bel.tr/projeler/ekopark_58.html. Erişim Tarihi: 12.11.2019.
- URL-6. <http://www.play-scapes.com/play-design/contemporary-design/safezone-playground-stoss-landscape-urbanism-2006/>. Erişim Tarihi: 05.11.2019.
- URL-7. <http://www.baskabirokulmumkun.net/dunyanin-cesitli-yerlerinden-ilginc-ve-ilham-verici-tasarima-sahip-oyun-parklarına-ornekler/>. Erişim Tarihi: 08.12.2019.
- URL-8. <http://www.play-scapes.com/play-design/contemporary-design/recycled-cardboard-elephant/>. Erişim Tarihi: 05.12.2019.
- URL-9. [https://tr.qwe.wiki/wiki/Bicentennial_Park_\(Hillsboro,_Oregon\)](https://tr.qwe.wiki/wiki/Bicentennial_Park_(Hillsboro,_Oregon)). Erişim Tarihi: 21.11.2019.
- URL-10. <https://www.arkitera.com/haber/cocukların-inisiyatif-mekânları-junk-oyun-alanları/>. Erişim Tarihi: 15.12.2019.
- URL-11. <https://www.centralparknyc.org/attractions/ancient-playground>. Erişim Tarihi: 12.02.2020.
- URL-12. <http://apesatplay.com/portfolio/playgrounds/kilburn-grange>. Erişim Tarihi: 16.10.2019.
- Valentine, G., and McKendrick, J.H., (1997). Children's outdoor play: exploring parental concerns about children's safety and the changing nature of childhood. *Geoforum*, 28: 219-235.
- Yılmaz, S., ve Bulut, Z., (2003). Kentsel Mekanlarda Çocuk Oyun Alanlarının Yeri ve Önemi.. *Milli Eğitim Dergisi*, 158.
- Yücel, G., F. (2005). Çocuk oyun alanları tasarımı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 55 (2) : 99-110.



**IJEASED**INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 2(1), 48-66, 2020
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Araştırma Makalesi / *Research Article*

Aşırı ya da Eksik Yayılım Durumunda Poisson ve Negatif Binom Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması

Öznur İŞÇİ GÜNERİ ^{1a}, Burcu DURMUŞ ^{1b*}¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Muğla, 48000, Türkiye.

| Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i> | Makale Süreci / <i>Article Process</i> |
|---|--|
| *Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : burcudurmus@mu.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-3677-7121 , Ö. İşçi Güneri  https://orcid.org/0000-0002-0298-0802 , B. Durmuş | Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 14.03.2020 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 29.03.2020 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 04.04.2020 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.07.2020 |

Alıntı / *Cite* : Güneri İşçi, Ö., Durmuş, B. (2020). Aşırı ya da Eksik Yayılım Durumunda Poisson ve Negatif Binom Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(1),48-66.

Özet

Bağımlı değişkenin sürekli olduğu durumlarda değişkenler arasındaki ilişki incelenirken En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) kullanılarak doğrusal regresyon analizi yapılmaktadır. Ancak bağımlı değişkenin kesikli ya da sayma verisi olması durumunda doğrusal regresyon modelleri kullanılarak yapılacak analizler etkisiz, tutarsız ve çelişkili sonuçlar verecektir. Bu nedenle sayma verileri için farklı regresyon modelleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında en bilinen regresyon modelleri Poisson ve negatif binom regresyon modelleridir. Poisson regresyon modeli uygulamada, eşit yayılım durumunda kullanılmaktadır. Aşırı yayılım durumunda genelleştirilmiş Poisson regresyon modeli ya da negatif binom regresyon modeli tercih edilmektedir. Bu çalışma, aşırı yayılım durumunda Poisson ve negatif binom regresyon modellerinin analiz edilerek karşılaştırılmasını araştırmaktadır. Ampirik sonuçlar bağımlı değişkeninin aşırı yayılım göstermesi durumunda negatif binom regresyon modelinin daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bunu doğrulamak için her iki model AIC, BIC ve G^2 bilgi kriterleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca modellerin katsayılarının yorumlanması için marjinal etkiler ve insidans oranı (IRR: Incidence Ratio Rate) değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, Poisson regresyon ile analiz yapılacak durumlarda aşırı yayılımın varlığı kontrol edilmeli, var olduğu durumlarda negatif binom regresyonu ile analize devam edilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sayma verileri, Poisson regresyon, Negatif binom regresyon, Marjinal etki, IRR.

Comparison of Poisson and Negative Binomial Regression Models in Case of Over-Dispersed or Under-Dispersion

Abstract

When the dependent variable is continuous, the linear regression analysis is performed by using Least Squares Method (OLS). However, if the dependent variable is discrete or count data, analysis using linear regression models will yield ineffective, inconsistent and contradictory results. Therefore, different regression models have been developed for count data. Among these, the best known regression models are Poisson and negative binomial regression models. Poisson regression model is used in case of equal dispersed in the application. In case of over-dispersed, generalized Poisson regression model or negative binomial regression model is preferred. This study investigates the comparison of Poisson and negative binomial regression models in case of over-dispersed. Empirical results show that the negative binomial regression model gives better results if the dependent variable shows over-dispersed. To confirm this, both models were compared with the AIC, BIC and G^2 information criteria. In addition, marginal effects and incidence ratio (IRR: Incidence Ratio Rate) values were calculated to interpret the coefficients of the models. As a result, the presence of over-dispersed should be checked in cases to be analysed by Poisson regression and it should be taken into consideration that the analysis can be continued with negative binomial regression when it exists.

Keywords: *Count data, Poisson regression, Negative binomial regression, IRR, Marginal effect.*

1. Giriş

Bağımlı değişken sürekli olduğunda iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan regresyon analizi, en temel istatistiksel analizlerden birisidir. Her bir değişkenin bağımlı değişkeni nasıl etkilediği regresyon katsayısı ile ifade edilir. Burada amaç, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında sebep sonuç ilişkisi bulmaktır.

Bağımlı değişkenin kesikli değer aldığı fakat kategorik olmadığı durumlar vardır. Bu tür durumlara sayma verileri denilmektedir. Sayma verileri, uygulamada genelleştirilmiş doğrusal modeller arasında yer almaktadır. Sayma sonuçlarının özelliklerini kesin olarak veren birçok model vardır. Ancak Poisson regresyon birçok analizin başlangıç noktası olarak düşünülür. Poisson regresyon modeli sayma verileri için en sık kullanılan ve en basit olan yöntemdir. Poisson regresyon modelinde, bağımsız değişkenlerin doğrusal yapısını bağımlı değişkenin beklenen değerine bağlayan link fonksiyonu logaritmiktir. Bu model ile sayımın olasılığı, Poisson dağılımı ile belirlenir. Modelin en belirgin özelliği, sonucun koşullu ortalamasının koşullu varyansına eşit olmasıdır (Deniz, 2005). Ancak uygulamada bazen koşullu varyans, koşullu ortalama değerini aşabilir.

Poisson dağılımında, varyansın ortalamadan büyük olması haline aşırı yayılım (overdispersion) ve varyansın ortalamadan küçük olması haline az yayılım (underdispersion) denilmektedir (Cox, 1983). Bağımlı değişkende aşırı yayılım olması durumunda genellikle iki yol izlenmektedir. Bunlardan birincisi, bir yayılım parametresi tahmin ederek (α) bununla test

istatistikleri ve artıkların düzeltilmesidir. İkincisi ise aşırı yayılımın etkisini gideren yöntemlerden negatif binom regresyon modelinin uygulanmasıdır (Hilbe 2007). Uygulamada negatif binom regresyon modelinin yaygın kullanıldığını, bunun dışında genelleştirilmiş Poisson regresyon modeli ve Poisson quasi- Lindley regresyon modelinin de kullanıldığını da görmekteyiz. Veri setinde, aşırı yayılım olup olmadığını belirlemek için sapma (deviance) uyum iyiliği istatistiği yaygın olarak kullanılmaktadır.

Poisson regresyon modeli bağımlı değişkenin sayma verilerinden oluştuğu durumlarda doğrusal regresyon analizine alternatif olabilen bir modeldir. Bu sebeple aktüeryal bilimler, biyoistatistik, demografi, iktisat, politik bilimler ve sosyoloji gibi pek çok alanda kullanım imkânı bulabilmektedir.

Sayma regresyon modelleri geçmişten günümüze birçok alanda kullanım imkânı bulmuştur. King (1988) Amerika Birleşik Devletleri 'de temsilciler meclisi üyelerinin 1802-1876 tarihleri arasında parti değiştirme davranışlarını analiz etmiştir. Bağımsız değişken olarak bir yılda parti değiştiren temsilciler meclisi üye sayısı kullanılmıştır. Michener ve Tighe (1992) Amerika Birleşik Devletleri'nde otobanda meydana gelen ölümcül kazaları incelemiştir. Poisson regresyon modelini kullanarak Khalat vd. (1997) savaş döneminde Beyrut'ta doğurganlık düzeyleri farklılıklarını, Burg vd. (1998) akademik işgücü piyasasında erkek ve kadın akademisyenlerin yükselmelerini incelemiştir. Şahin (2002), 1964-1998 dönemi ve Arısoy ve Yaprak (2016), 1984-2015 dönemi Türkiye'deki grevlerin belirleyicileri için Poisson regresyon uygulaması yapmıştır. Memiş ve Önder (2018) yapay veri ile Poisson regresyon tahmin yöntemlerini karşılaştırmışlardır.

Bu çalışmada, bağımlı değişkenin sayma verilerinden oluştuğu durumlarda sıkça tercih edilen Poisson regresyonu ve Poisson modellerinin bir genellemesi olan negatif binom regresyon modelleri örnek bir seti ile detaylı açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla *Stata 13.0* programı ile model analizleri yapılmıştır (Stata, 2019). Her iki regresyon modeli için elde edilen katsayılar ile modellerin marjinal etkileri ve IRR değerleri açıklanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Poisson Regresyon Analizi

Poisson regresyonu, genelleştirilmiş doğrusal model ailesine ait regresyon analizlerinden biridir. Bu yöntem, çoklu regresyon yöntemine benzemektedir. Ancak bağımlı değişken (Y) sadece Poisson dağılımı gösteren, negatif ve kategorik olmayan ve 0, 1, 2, 3 gibi sayma sayıları değerlerini

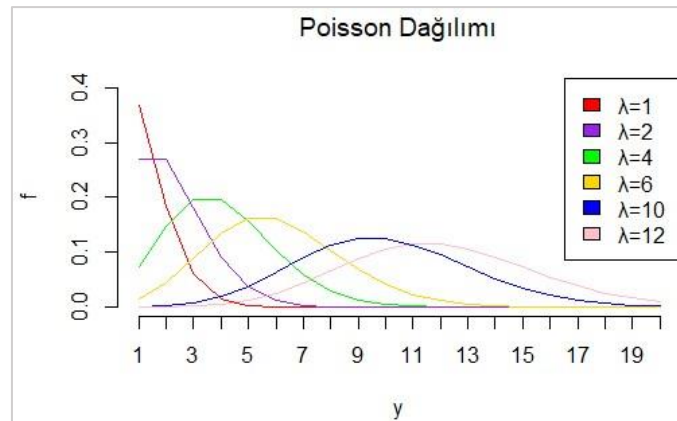
alır. Bundan dolayı Poisson regresyon, lojistik regresyona da benzer. Fakat lojistik regresyonda bağımlı değişkenler belirli değerlerle sınırlıdır.

Sayma veri modelleri regresyon modellerinin özel bir türüdür. Bu nedenle bu modeller için farklı çözüm yöntemleri gerekmektedir. Poisson ve negatif binom regresyon modelleri sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Her iki yöntemde de bilinen regresyon modellerinde olduğu gibi bağımsız değişkenler ile sayım veri niteliğindeki bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi araştırmak amaçlanmaktadır (Cameron ve Trivedi, 2013).

Poisson regresyon analizi, bağımlı değişken Y_i 'nin Poisson dağılımı gösterdiğini varsaymaktadır. λ parametrelili Poisson dağılımı için olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki formülde verildiği gibidir (Denklem 1):

$$f(Y_i|x_i) = \frac{\lambda_i^{Y_i} e^{-\lambda_i}}{Y_i!}, \quad Y_i = 0,1,2,\dots \quad (1)$$

Bu ifade de Y_i , olayların meydana gelme sayısı, λ ise olayların tekrarlanmasının zaman birimi başına oranıdır. Başka bir deyişle λ , dağılımın ortalamasını verir. Buradaki olasılık, λ değerinin bir fonksiyonu olarak değişir. Poisson olasılık dağılımı sağa eğiktir. Fakat λ_i büyüdükçe dağılım normal dağılıma yaklaşır. Şekil 1'de farklı λ_i değerlerini alarak çizdiğimiz dağılımın değişimi görülmektedir.



Şekil 1. Poisson olasılık dağılımı

EKKY yönteminde olduğu gibi Poisson regresyon modelinin de bazı varsayımları vardır; bağımlı değişkenin sayma verisi olması, gözlemlerin birbirinden bağımsız olması, ortalama ile varyansın birbirine eşit olması (Denklem 2) ve $\log(\lambda)$ 'nın x'in doğrusal bir fonksiyonu olması

(Legler ve Roback, 2019). Fazla veya az dağılmış veri setleri Poisson dağılımı ile modellenemez. Çünkü koşullu beklenen değer varyansa eşit olduğu varsayımında bozulmalar görülür ve varsayım sağlanmaz. Bu durumda veri setinin güncellenmesi veya farklı yöntemler ile analize geçilmesi bir çözüm olabilir.

$$\lambda_i = E(Y_i|x_i) = Var(Y_i|x_i) \quad (2)$$

Uygulamalarda sayma değişkenler genellikle ortalamadan daha büyük varyansa sahip olduklarından aşırı yayılım gösterirler. Verinin aşırı yayılım göstermesi; gözlemlenen sıfır değerlerin sayısının Poisson modeli ile ortaya konulan sıfır değerlerini aşması ve gözlenmemiş heterojenlik gibi durumlara neden olmaktadır (Kibar, 2008). Modeldeki aşırı yayılım katsayı tahminini etkilemez, ancak tahminin standart hatasının etkisi altında olmaya sebep verir, böylece modelin güvenilirliğini yükseltir (Al-Ghirbal ve Al-Ghamdi, 2006). β 'lar modelde katsayıları göstermek üzere Poisson regresyon modeli Denklem 3 ile verilmektedir.

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots, \beta_m x_m \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitlikten λ_i değerini Denklem 4 ile yazabiliriz.

$$\lambda_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots, \beta_m x_m) \quad (4)$$

Poisson regresyon analizinde β tahmincilerini hesaplamak için pek çok yöntem vardır. En çok olabilirlik yöntemi (MLE: Maximum Likelihood Estimation Method), yapay en çok olabilirlik yöntemi (AMLE: Artificial Maximum Likelihood Method) ve genelleştirilmiş doğrusal modeller (GLM: Generalized Linear Models) bu yöntemlerin en bilinenleridir.

2.2. Negatif Binom Regresyon Analizi

Negatif binom regresyonu, varyansın Poisson modeli tarafından hesaplanan ortalamaya eşit olduğu ve kısıtlayıcı varsayımı gevşeten Poisson regresyonunun bir genellemesidir. Bu model Poisson-Gama karışımı bir dağılıma dayanmaktadır.

Poisson dağılımı, ortalaması l ve ölçek parametresi ν olan bir gama gürültü değişkeni dahil edilerek genelleştirilebilir. α yayılım parametresi olmak üzere elde edilen Poisson-Gama karışımı (negatif binom) dağılımı Denklem 10 ile ifade edilir.

$$P(Y_i|\lambda_i, \alpha) = \frac{\Gamma(Y_i + \alpha^{-1})}{\Gamma(Y_i + 1)\Gamma(\alpha^{-1})} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \lambda_i}\right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\lambda_i}{\alpha^{-1} + \lambda_i}\right)^{Y_i} \quad (10)$$
$$\lambda_i = t_i\lambda, \quad \alpha = \frac{1}{\nu}$$

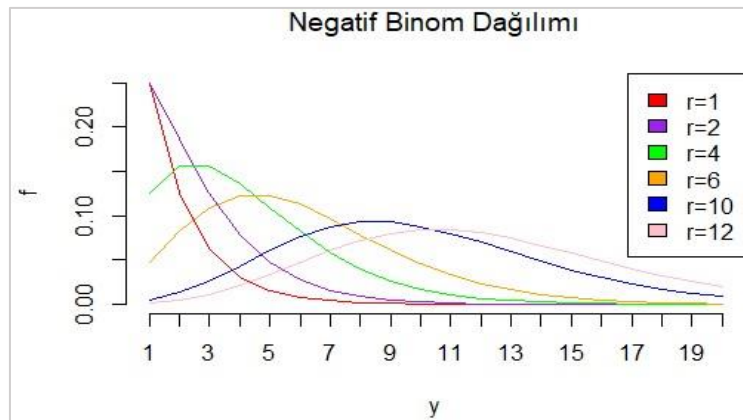
Negatif binom modeli için varyans Denklem 11 biçimindedir.

$$Var(Y_i|x_i) = \lambda_i + \alpha\lambda_i^2 \quad (11)$$

Bu modele göre negatif binom regresyon modeli t_i , maruz kalma süresi ve $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$, bilinmeyen parametreler olmak üzere Denklem 12 ile gösterilir.

$$\lambda_i = \exp(\ln(t_i) \beta_{1i}x_{1i} + \beta_{2i}x_{2i}, \dots, \beta_{ki}x_{ki}) \quad (12)$$

Regresyon katsayıları, en çok olabilirlik yöntemi kullanılarak tahmin edilebilir (Cameron ve Trivedi, 2013). Negatif binom dağılımının Poisson dağılımdan farklı olarak bir parametresi daha vardır. Bu nedenle ikinci parametre, varyansı ortalamadan bağımsız olarak ayarlamak için kullanılabilir. Şekil 2’de farklı değerlere göre çizdiğimiz negatif binom olasılık dağılımları görülmektedir.



Şekil 2. Negatif binom olasılık dağılımı

Negatif binom regresyon modellerinin katsayılarını tahmin etmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında en çok olabilirlik tahminleri ve Monte Carlo Markov Zinciri en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

2.3. Modelin Uyum İyiliğinin Sınanması

Regresyon modellerinin uyum iyiliğinin sınanmasında Pearson istatistiği, sapma istatistiği (Deviance), Akaike Bilgi Ölçütü (AIC: Akaike Information Criterion) ve Bayes Bilgi Ölçütü (BIC: Bayesian Information Criteria) yaygın olarak kullanılan ölçütlerdir.

2.3.1. Pearson İstatistiği

Pearson istatistiği, en temel uyum iyiliği ölçütlerinden biridir. Bu istatistiğe Pearson ki-kare test istatistiği de denilmektedir. Genel olarak Denklem 17' deki eşitlik ile ifade edilir.

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{\lambda})^2}{\hat{\omega}_i} \quad (17)$$

Pearson istatistiği Poisson regresyonu için uygulandığında, Poisson dağılımının doğal bir uzantısı olarak $\omega_i = \lambda_i$ olacaktır ve bu durumda formül değişecektir (Denklem 18).

$$P_p = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{\lambda}_i)^2}{\hat{\lambda}_i} \quad (18)$$

Serideki aşırı ya da eksik yayılımın kontrolü ise $(n-k)$ serbestlik derecesi olmak üzere aşağıda verildiği gibi kontrol edilir. Burada k , parametre sayısını ve n , gözlem sayısını gösterir (Denklem 19).

$$\begin{aligned} P_p > n - k &\Rightarrow \text{seride aşırı yayılım} \\ P_p < n - k &\Rightarrow \text{seride eksik yayılım} \end{aligned} \quad (19)$$

2.3.2. Sapma İstatistiği (Deviance)

Uyum iyiliğinin ölçülmesinde yaygın kullanılan tekniklerden biri de sapma istatistiğidir. Bu istatistik değerine aynı zamanda “ G^2 istatistiği” de denilmektedir. Sapma istatistiği 1 serbestlik dereceli ki-kare dağılımı gösterir. Bu istatistik Denklem 20 ile ifade edilir.

$$G^2 = 2 \sum_{i=1}^n y_i \ln \left(\frac{y_i}{\lambda_i} \right) \quad (20)$$

Bu istatistik değerinin 0'a yakınsaması model uyumunun arttığının göstergesidir. Eğer istatistik değeri 0'a eşit ise uyumun çok iyi olduğu söylenir.

2.3.3. Akaike Bilgi Ölçütü (AIC)

Akaike tarafından önerilen ve farklı modellerin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan ölçüt, Akaike bilgi ölçütü olarak tanımlanır. Akaike bilgi ölçütü;

$$AIC = -2 \log(\mathcal{L}) + 2k \quad (21)$$

şeklinde ifade edilir. Bu eşitlikte L log olabilirlik fonksiyonunun maksimum değerini; k açıklayıcı değişken sayısını göstermektedir. Mevcut modeller arasında Denklem 21 ile hesaplanan AIC değerinin en küçük olduğu model uygun model olarak seçilir. Parametre sayısının örnek büyüklüğüne göre büyük olduğu durumlarda ise AIC yerine Hurvich ve Tsai tarafından önerilmiş olan AICc'nin kullanılması gerekir. Bu değer ise Denklem 22 ifadesine eşittir (Akaike, 1973; Hurvich ve Tsai, 1989).

$$AICc = AIC + 2k \left(k + \frac{1}{(n - k - 1)} \right) \quad (22)$$

2.3.4. Bayes Bilgi Ölçütü (BIC)

Akaike, doğrusal regresyonda seçilmiş model problemleri için BIC (Bayesian Information Criterion) model seçim kriterini türetmiştir (McQuarrie ve Tsai, 1998). Bayes bilgi ölçütüne dair eşitlik aşağıdaki gibidir (Denklem 23).

$$BIC = -2\log(\mathcal{L}) + k\log(n) \quad (23)$$

Akaike bilgi ölçütünde olduğu gibi mevcut modeller arasında en küçük değerli BIC değerine sahip model, uygun model olarak seçilir.

2.4. Marjinal Etkiler ve İnsidans Oranı

2.4.1. Marjinal Etkiler

Marjinal etkileri hesaplamak için delta metodu ya da standart hatalar için bootstrap metodu kullanır. Poisson ve Negatif binom regresyonun koşullu ortalama fonksiyonu Denklem 24 ile gösterilebilir.

$$E(Y/X) = e^{x\beta} \quad (24)$$

Buradan örneğin x_1 değişkenin marjinal etkisi şu şekildedir (Denklem 25) (Denny, 2009):

$$\frac{\partial Y(E(Y/X))}{\partial x_1} = \beta_1 e^{x\beta} \quad (25)$$

Bunun için başka bir seçenek ortalamaları kullanmaktır; çünkü yukarıda elde edilen bu sonuç Denklem 26 formülüne yaklaşır.

$$\frac{\partial Y(E(Y/X))}{\partial x_1} \cong \beta_1 \bar{Y} \quad (26)$$

Marjinal etkinin yorumu şu şekildedir: x' teki bir 1 birim artış, marjinal etkiye bağlı olarak bağımlı değişkenin değerini ortalama olarak artıracak ya da azaltacaktır (Katchova, 2013).

2.4.2. İnsidans Oranı (IRR: Incidence Ratio Rate)

Model katsayılarını yorumlamanın bir başka yolu da insidans oranı (IRR)'dir. Başka bir deyişle olayların meydana gelme oranına IRR oranı denir. Bu oran iki bağımsız olayın oranlanması ile bulunur. Bu orana bazen Görel Risk (RR: Relative Risk)'de denilmektedir. Herhangi bir zamanda meydana gelen olayları karşılaştırmak için kullanılan IRR değerleri göreceli bir fark ölçüsüdür. Uygulamalarda belirli bir risk faktörü ile sonuç arasında nedensel bir ilişki araştırmasında kullanılmaktadır. Sayma regresyon uygulamasından elde edilen tahminler herhangi

bir olayın belirli bir zaman aralığındaki IRR değerine çevrilebilir. Örneğin; belirli bir hastalığa maruz kalanlar ve kalmayanlar şeklinde iki grup varsa, IRR oranları Tablo-1’ deki gibi hesaplanır (Kanchanaraksa, 2008);

Tablo 1. Hastalığa maruz kalma durumu için karışıklık matrisi

| Hastalığa maruz kalma durumu | Hastalık durumu | | Toplam | Hastalık Sıklığı |
|------------------------------|------------------|-------------------|--------|------------------|
| | Hastalık gelişir | Hastalık gelişmez | | |
| Maruz kaldı | a | b | a+b | a/a+b |
| Maruz kalmadı | c | d | c+d | c/c+d |

IRR (ya da RR) oranı aşağıdaki gibi yazılabilir (Denklem 27);

$$IRR = \frac{a/(a + b)}{c/(c + d)} \quad (27)$$

IRR=1 ise hastalığa maruz kalan ve kalmayan gruplar arasındaki oran eşittir.

IRR> 1 ise hastalığa maruz kalanlar, maruz kalmayanlara göre daha yüksektir.

IRR<1 ise hastalığa maruz kalanlar, maruz kalmayanlara göre daha düşüktür.

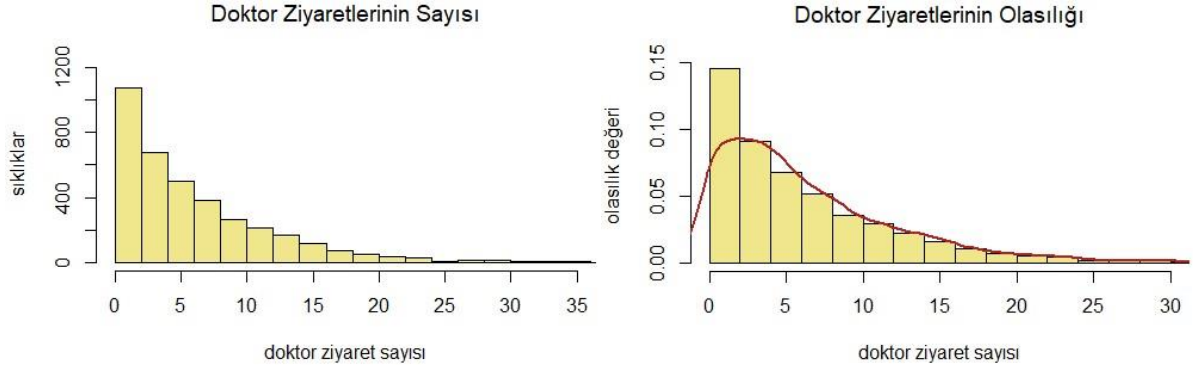
Örneğin; IRR=2 değeri, hastalığa maruz kalanların kalmayanlara oranla hasta olma oranının 2 katı olduğu anlamındadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada doktor ziyaret sayısını etkileyen faktörlerin sayma modelleri aracılığı ile incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla 2003 yılında 3677 yaşlı hastanın (65-90) doktor ziyaretlerinin sayısı hakkında bilgi içeren ABD Tıbbi Harcama Paneli Araştırmasından (MEPS) elde edilen bir veri seti kullanılarak Poisson ve negatif binom regresyon modelleri incelenmiştir (Katchova, 2013).

Bağımlı değişken olarak doktor ziyaret sayıları alınmıştır. Bağımsız değişkenler; özel sigortalı olup olmadığı, sağlık sigortasına sahip olup olmadığı, yaş, eğitim düzeyi, cinsiyet ve kronik durum değişkenleridir. Şekil 3’te bağımlı değişken olan doktor ziyaretlerinin frekans dağılımı ve olasılıkları verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere veriler sağa doğru eğilimlidir. Materyal ve

metot kısmında Şekil 1 ve 2 ile verilen dağılıma uygunluk gösterilmektedir. Bu nedenle EKK regresyonu bu verilere uygun değildir.



Şekil 3. Doktor ziyaret sayısı frekans ve olasılık dağılımı

Hastalara ilişkin doktor ziyaret sayısı frekans değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

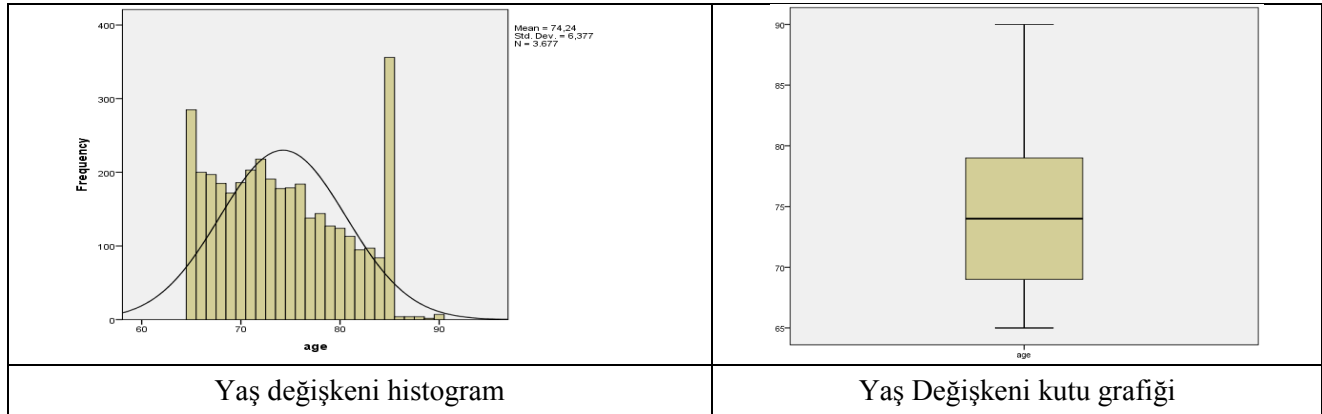
Tablo 2. Doktor Ziyaret Sayısı Frekans Tablosu

| Doktor ziyaret sayısı | Frekans | % | Kümülatif % | Doktor ziyaret sayısı | Frekans | % | Kümülatif % |
|-----------------------|---------|-------|-------------|-----------------------|---------|------|-------------|
| 0 | 401 | 10.91 | 10.91 | 27 | 11 | 0.30 | 98.23 |
| 1 | 314 | 8.54 | 19.45 | 28 | 4 | 0.11 | 98.34 |
| 2 | 358 | 9.74 | 29.18 | 29 | 6 | 0.16 | 98.50 |
| 3 | 334 | 9.9 | 38.26 | 30 | 8 | 0.22 | 98.72 |
| 4 | 339 | 9.22 | 47.48 | 31 | 2 | 0.05 | 98.78 |
| 5 | 266 | 7.23 | 54.72 | 32 | 6 | 0.16 | 98.94 |
| 6 | 231 | 6.28 | 61.00 | 33 | 3 | 0.08 | 99.02 |
| 7 | 202 | 5.49 | 66.49 | 34 | 3 | 0.08 | 99.10 |
| 8 | 179 | 4.87 | 71.36 | 35 | 5 | 0.14 | 99.24 |
| 9 | 154 | 4.19 | 75.55 | 36 | 1 | 0.03 | 99.27 |
| 10 | 108 | 2.94 | 78.49 | 37 | 2 | 0.05 | 99.32 |
| 11 | 127 | 3.45 | 81.94 | 38 | 2 | 0.05 | 99.37 |
| 12 | 89 | 2.42 | 84.36 | 39 | 2 | 0.05 | 99.43 |
| 13 | 85 | 2.31 | 86.67 | 40 | 4 | 0.11 | 99.54 |
| 14 | 81 | 2.20 | 88.88 | 41 | 2 | 0.05 | 99.59 |
| 15 | 70 | 1.90 | 90.78 | 42 | 1 | 0.03 | 99.62 |
| 16 | 51 | 1.39 | 92.17 | 43 | 2 | 0.05 | 99.67 |
| 17 | 43 | 1.17 | 93.34 | 44 | 2 | 0.05 | 99.73 |
| 18 | 33 | 0.90 | 94.23 | 47 | 2 | 0.05 | 99.78 |
| 19 | 27 | 0.73 | 94.97 | 48 | 2 | 0.05 | 99.84 |
| 20 | 26 | 0.71 | 95.68 | 50 | 1 | 0.03 | 99.86 |
| 21 | 19 | 0.52 | 96.19 | 54 | 1 | 0.03 | 99.89 |
| 22 | 21 | 0.57 | 96.76 | 59 | 1 | 0.03 | 99.92 |
| 23 | 17 | 0.46 | 97.23 | 73 | 1 | 0.03 | 99.95 |
| 24 | 15 | 0.41 | 97.63 | 106 | 1 | 0.03 | 99.97 |
| 25 | 6 | 0.16 | 97.80 | 144 | 1 | 0.03 | 100.00 |
| 26 | 5 | 0.14 | 97.93 | | | | |

Doktor ziyaret sayısını etkileyen değişkenlerden biri yaş değişkenidir. Tablo 3’de 65-90 yaş arası hastaların frekansları ve yüzdelik değerleri verilmektedir. Yaş değişkeninin dağılımını göstermek amacıyla histogram ve kutu grafiği de Şekil 4’de verilmiştir.

Tablo 3. Yaş Değişkeni Frekans Tablosu

| Yaş | Frekans | % | Yaş | Frekans | % |
|-----|---------|-----|-----|---------|-----|
| 65 | 285 | 7.8 | 78 | 144 | 3.9 |
| 66 | 200 | 5.4 | 79 | 127 | 3.5 |
| 67 | 197 | 5.4 | 80 | 124 | 3.4 |
| 68 | 185 | 5.0 | 81 | 113 | 3.1 |
| 69 | 172 | 4.7 | 82 | 95 | 2.6 |
| 70 | 186 | 5.1 | 83 | 97 | 2.6 |
| 71 | 203 | 5.5 | 84 | 84 | 2.3 |
| 72 | 218 | 5.9 | 85 | 356 | 9.7 |
| 73 | 191 | 5.2 | 86 | 4 | 0.1 |
| 74 | 178 | 4.8 | 87 | 4 | 0.1 |
| 75 | 179 | 4.9 | 88 | 4 | 0.1 |
| 76 | 184 | 5.0 | 89 | 1 | 0.1 |
| 77 | 138 | 3.8 | 90 | 2 | 0.2 |



Şekil 4. Yaş Değişkenin Histogramı ve Kutu Grafiği

Doktor ziyaret sayısını etkileyen diğer değişkenler kategorik değişkenlerdir. Bu değişkenler özel sigortalı olup olmadığı, sağlık sigortası sahibi olup olmadığı, cinsiyet, eğitim düzeyi ve kronik durum değişkenleridir. Tablo 4-6’da bu değişkenlere ilişkin frekans değerleri ve yüzdelik değerleri verilmiştir.

Tablo 4. Binary (0/1) Değişkenler Frekans Tablosu

| Kategorik Değişken | Değişkenin açıklaması | Kategorisi | Frekans | % |
|--------------------|-----------------------|------------|---------|------|
| Özel sigorta | Özel sigortası yok | 0 | 1851 | 50.3 |
| | Özel sigortası var | 1 | 1826 | 49.7 |
| Sağlık Sigortası | Sağlık sigortası yok | 0 | 3036 | 83.3 |
| | Sağlık sigortası var | 1 | 613 | 49.7 |
| Cinsiyet | Erkek | 0 | 1467 | 39.9 |
| | Kadın | 1 | 2210 | 60.1 |

Tablo 5. Eğitim Düzeyi Değişkeni Frekans Tablosu

| Eğitim Düzeyi | Frekans | % | Eğitim Düzeyi | Frekans | % |
|---------------|---------|-----|---------------|---------|------|
| 0 | 56 | 1.5 | 9 | 156 | 4.2 |
| 1 | 25 | 0.7 | 10 | 215 | 5.8 |
| 2 | 42 | 1.1 | 11 | 216 | 5.9 |
| 3 | 77 | 2.1 | 12 | 1151 | 31.3 |
| 4 | 72 | 2.0 | 13 | 188 | 5.1 |
| 5 | 57 | 1.6 | 14 | 260 | 7.1 |
| 6 | 139 | 3.8 | 15 | 94 | 2.6 |
| 7 | 78 | 2.1 | 16 | 312 | 8.5 |
| 8 | 286 | 7.8 | 17 | 253 | 6.9 |

Tablo 6. Kronik Koşul Değişkeni Frekans Tablosu

| Kronik Koşul | Frekans | % |
|--------------|---------|------|
| 0 | 620 | 16.9 |
| 1 | 1009 | 27.4 |
| 2 | 975 | 26.5 |
| 3 | 643 | 17.5 |
| 4 | 297 | 8.1 |
| 5 | 102 | 2.8 |
| 6 | 26 | 0.7 |
| 7 | 4 | 0.1 |
| 8 | 1 | 0.0 |

Poisson regresyonu, sayım verilerinin modellenmesinde sıklıkla kullanılır. Bununla birlikte bu modelin kullanılabilmesi için Poisson dağılımına uyması gerekir. Yani bağımlı değişkenin ortalaması varyansına eşit olmalıdır. Doktor ziyaret sayısını etkilediği düşünülen faktörler ve onlara ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Tanımlayıcı istatistikler

| Değişkenler | Ortalama | Std. Sapma | Minimum | Maksimum | Değişken Türü |
|-----------------------|----------|------------|---------|----------|---------------|
| Doktor ziyaret sayısı | 6.82 | 7.39 | 0 | 144 | Kesikli |
| Özel sigorta | - | - | 0 | 1 | Kategorik |
| Sağlık sigortası | - | - | 0 | 1 | Kategorik |
| Yaş | 74.24 | 6.37 | 65 | 90 | Sürekli |
| Eğitim düzeyi | - | - | 0 | 17 | Kategorik |
| Cinsiyet | - | - | 0 | 1 | Kategorik |
| Kronik durum | - | - | 0 | 8 | Kategorik |

Çalışmada kullanılan veriler için bağımlı değişkene ait ortalama varyanstan küçüktür ($6.82 < 7.39^2$). Bu nedenle eksik yayılım olduğunu söyleyebiliriz. Yüksek ki-kare değeri Poisson dağılımının iyi bir seçim olmadığını gösteren bir başka göstergedir. Bu nedenle negatif binom regresyon kullanılarak analiz tekrar edilmiştir. Çünkü negatif binom regresyonu, aşırı ya da eksik yayılım durumlarında genellikle daha uygundur. Poisson ve negatif binom regresyon için elde edilen sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Modellerin parametre tahminleri ve uyum iyiliği istatistikleri

| Değişkenler | Poisson regresyon | | | Negatif binom regresyon | | |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-------|-------------------------|-----------|-------|
| | β | Std. Hata | p | β | Std. Hata | p |
| Özel sigorta | 0.123 | 0.014 | 0.000 | 0.152 | 0.033 | 0.000 |
| Sağlık sigortası | 0.128 | 0.019 | 0.000 | 0.138 | 0.045 | 0.002 |
| Yaş | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.006 | 0.002 | 0.006 |
| Eğitim düzeyi | 0.027 | 0.002 | 0.000 | 0.027 | 0.004 | 0.000 |
| Cinsiyet | -0.055 | 0.013 | 0.000 | -0.151 | 0.030 | 0.623 |
| Kronik durum | 0.272 | 0.004 | 0.000 | 0.299 | 0.011 | 0.000 |
| Sabit terim | 0.554 | 0.080 | 0.000 | 0.397 | 0.192 | 0.040 |
| Yayılm parametresi(α) | ----- | ----- | ---- | 0.652 | 0.019 | |
| AIC | 30304 | | | 21242.49 | | |
| BIC | 30348 | | | 21292.17 | | |
| LR chi2(6) | 4226.40 | | | 725.63 | | |
| Sapma(G^2) | 18646.72 | 0.000 | | 3135.445 | 0.000 | |
| Pearson(P) | 23709.72 | 0.000 | | 3295.150 | 0.000 | |
| Pseudo R ² | 0.1224 | | | 0.0331 | | |
| Log likelihood | -15145.43 | | | -10613.245 | | |

Poisson regresyon modeli incelendiğinde tüm değişkenler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Doktor ziyaret sayısı (dzs) bağımlı değişken olmak üzere, Poisson regresyon modeli Denklem 28 ile yazılabilir;

$$\log(dzs) = 0.554 + 0.123 \cdot \text{özel sigorta} + \dots + 0.272 \cdot \text{kronik durum} \quad (28)$$

Bu modelde katsayılar yarı elastikiyetler gibi yorumlanabilir. Örneğin; Eğitim düzeyi katsayısı için (0.027), bir yıl daha fazla eğitim görmüş bir hastanın %2.7 daha fazla doktor ziyareti yapması beklendiğini gösterir. Özel sigortalı bireylerin doktor ziyareti sayısının yaklaşık %13 oranında artması beklenmektedir. Diğer katsayılar benzer şekilde yorumlanır.

Negatif binom regresyon modeli incelendiğinde cinsiyet değişkeni dışında kalan diğer değişkenler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Negatif binom regresyon modeli Denklem 29 ile ifade edilir.

$$\log(dzs) = 0.397 + 0.151 \cdot \text{özel sigorta} + \dots + 0.299 \cdot \text{kronik durum} \quad (29)$$

Bu modele göre; özel sigorta sahibi bir hastanın %15 daha fazla doktor ziyareti yapması beklenir.

Uyum iyiliğini incelemek için hipotezler;

H_0 : Veriler Poisson modele uygunluk göstermektedir [$E(y_i|x_i) = Var(y_i|x_i)$]

H_1 : Veriler Poisson modele uygunluk göstermemektedir [$E(y_i|x_i) > Var(y_i|x_i)$]

şeklinde kurulabilir. Tablo 8’de yayılım parametresi alfa (α) verilmiştir. Yayılım parametresi sıfır olduğunda negatif binom dağılımı Poisson dağılımına eşdeğerdir. Burada, α sıfırdan önemli ölçüde farklıdır ($\alpha = 0.652$) ve bu nedenle poisson dağılımının uygun olmadığını bir kez daha pekiştirir. Böylece yokluk (sıfır) hipotezi red edilebilir.

Bunun yanı sıra en iyi modele karar vermek için AIC, BIC ve G^2 değerleri hesaplanmıştır. Veri setine göre Poisson regresyon modeline göre negatif binom regresyon modeli için daha küçük değerler bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en uygun modelin negatif binom regresyon modeli olduğu söylenebilir.

Katsayıları yorumlamak için değişkenlerin marjinal etkileri de hesaplanabilir. Bu amaçla Poisson ve negatif binom dağılımlar için ayrı ayrı marjinal etkilerde hesaplanmıştır.

Tablo 9. Poisson ve negatif binom regresyon modellerin marjinal etkileri

| Değişkenler | Poisson regresyon | | | Negatif binom regresyon | | |
|------------------|-------------------|-----------|-------|-------------------------|-----------|-------|
| | dy/dx | Std. Hata | p | dy/dx | Std. Hata | p |
| Özel sigorta | 0.841 | 0.097 | 0.000 | 1.046 | 0.232 | 0.000 |
| Sağlık sigortası | 0.879 | 0.128 | 0.000 | 0.953 | 0.312 | 0.002 |
| Yaş | 0.039 | 0.006 | 0.000 | 0.045 | 0.016 | 0.006 |
| Eğitim düzeyi | 0.187 | 0.012 | 0.000 | 0.186 | 0.029 | 0.000 |
| Cinsiyet | -0.375 | 0.089 | 0.000 | -0.104 | 0.212 | 0.623 |
| Kronik durum | 1.858 | 0.032 | 0.000 | 2.065 | 0.097 | 0.000 |

Tablo 9’da dy/dx sütunları marjinal etkileri gösterir. Bir bireyin özel sigortası varsa Poisson regresyona göre 0.841; negatif binom regresyona göre 1.046 ek doktor ziyareti yapacağı şeklinde yorumlanır. Aynı zamanda doktor ziyaret sayısı, Poisson regresyona göre her yaş için 0.039; negatif binom regresyona göre 0.045 artmaktadır. Marjinal etkilere göre doktor ziyaret sayısını en fazla arttıran değişken kronik durum değişkenidir. Hastanın kronik bir rahatsızlığı varsa Poisson regresyona göre yaklaşık 1.858; negatif binom regresyona göre 2.065 daha fazla doktora gitmek zorundadır.

Tablo 10. Poisson ve negatif binom regresyon modellerin IRR değerleri

| Değişkenler | Poisson regresyon | | | Negatif binom regresyon | | |
|-------------------|-------------------|-----------|-------|-------------------------|-----------|-------|
| | IRR | Std. Hata | p | IRR | Std. Hata | p |
| Özel sigorta | 1.131 | 0.016 | 0.000 | 1.164 | 0.038 | 0.000 |
| Sağlık sigortası | 1.137 | 0.021 | 0.000 | 1.148 | 0.051 | 0.002 |
| Yaş | 1.005 | 0.001 | 0.000 | 1.006 | 0.002 | 0.006 |
| Eğitim düzeyi | 1.027 | 0.001 | 0.000 | 1.027 | 0.004 | 0.000 |
| Cinsiyet | 0.946 | 0.012 | 0.000 | 0.984 | 0.030 | 0.623 |
| Kronik durum | 1.310 | 0.005 | 0.000 | 1.349 | 0.015 | 0.000 |
| Sabit terim | 1.741 | 0.139 | 0.000 | 148.755 | 0.285 | 0.039 |
| /lnalpha | | | | -0.427 | 0.030 | |
| alpha(α) | | | | 0.652 | 0.019 | |

Regresyon modelleri için katsayıları yorumlamanın bir başka yolu da IRR değerleridir. Poisson regresyon ve negatif binom regresyon için IRR oranları Tablo 9’da verilmiştir. Poisson regresyona göre hastanın özel sigortası varsa diğer değişkenlere göre doktor ziyaret sayısını 1.131 kat artmaktadır ($e^{0.123} \sim 1.131$). Kronik bir hastalığa sahip olmak ise doktor ziyaret sayısını yaklaşık 1.31 kat artırır. Diğer katsayılar için benzer yorum yapılabilir. Negatif binom regresyonuna göre ise; hastanın özel sigortasının olması doktor ziyaret sayısını 1.164 kat artmaktadır ($e^{0.152} \sim 1.164$). Benzer şekilde kronik bir hastalığı varsa ziyaret sayısı yaklaşık 1.35 kat daha fazladır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

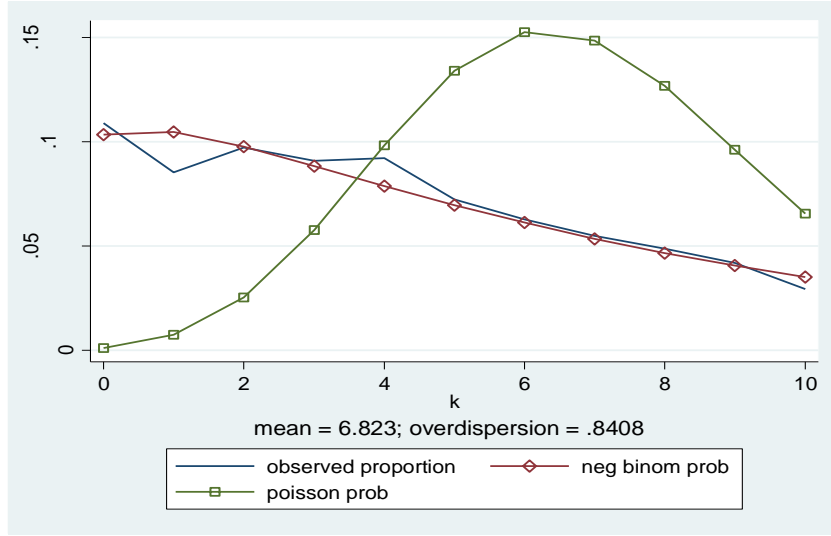
Bağımlı değişkenin kesikli ya da sayma verisi olması durumunda doğrusal regresyon modelleri kullanılarak yapılacak analizler tutarsız sonuçlar verecektir. Bu nedenle sayma verileri için farklı regresyon modelleri kullanılmaktadır. Bunlar arasında en bilinen modeller Poisson ve negatif binom regresyon modelleridir. Poisson modelin kullanılabilmesi için dikkat edilmesi gereken en önemli koşul, koşullu varyans değerinin koşullu ortalama değerine eşit olmasıdır. Bu ise uygulamada nadir görülebilen bir durumdur. Birçok uygulamada koşullu varyans değeri koşullu ortalama değerini aşar. Böyle durumlarda Poisson regresyonun kullanılması doğru değildir. Bunun gibi aşırı yayılım (ya da eksik yayılım) olduğunda, negatif binom regresyon uygulanmalı ya da yayılım parametresi ile test istatistikleri ve artıklar düzeltilmelidir. Negatif binom dağılımında varyansın, ortalamanın karesel fonksiyonu olduğu varsayılır. Bu ifade aşırı yayılımın ortadan kalkması için en önemli varsayımlardan biridir.

Poisson regresyon ve negatif binom regresyon analizleri neticesinde ele alınan veri seti için aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Çalışmada kullanılan veriler için bağımlı değişkene ait ortalama, varyanstan küçüktür ($6.82 < 7.39^2$). Bu nedenle eksik yayılım olduğunu söyleyebiliriz.
- Yüksek ki-kare değeri ($\chi^2=4226.40$) Poisson regresyonun iyi bir seçim olmadığını gösteren bir başka göstergedir. Bu nedenle negatif binom regresyon kullanılarak analiz tekrar edilmiştir. Çünkü aşırı ya da eksik yayılım durumlarında negatif binom regresyonu genellikle daha uygundur.
- Yayılım parametresi α sıfırdan önemli ölçüde farklıdır ($\alpha = 0.65$) ve bu nedenle Poisson regresyonun uygun olmadığı bir kez daha pekiştirilir.
- En iyi modele karar vermek için AIC, BIC ve G^2 değerleri hesaplanmıştır. Veri setine göre negatif binom regresyon modeli için daha düşük değerler bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en uygun modelin negatif binom regresyon modeli olduğu söylenebilir.
- Doktor ziyaret sayıları ile yapılan bu çalışmada Poisson regresyon modelinde tüm değişkenler anlamlı bulunmuştur. Fakat negatif binom regresyon analizi ile cinsiyetin etkili olmadığı bulunmuştur.
- Marjinal etkiler ve IRR oranları hesaplanarak da katsayı yorumları yapılabilir.

Poisson regresyon analizi pek çok konuda uygulanabilen regresyon analiz yöntemidir. Özellikle bağımlı değişkenin sayma verisi olduğu durumlarda ilk akla gelen yöntemlerden biridir. Ancak Poisson regresyonu, eşit ortalama ve varyans varsayımını her zaman sağlayamamaktadır (aşırı yayılım ya da eksik yayılım durumları).

Gerçek şu ki, aşırı yayılım gerçek verilerde çok yaygındır. Teoride iyi çalışan Poisson dağılımı pratikte bu kadar iyi performans göstermez (Ender, 2020). Negatif binom olasılık eğrisinin Poisson olasılık eğrisine göre verilere daha iyi uyduğu Şekil 5'de görülmektedir. Düz çizgiler gözlem değerlerini, yeşil çizgiler Poisson olasılık değerlerini ve kırmızı olan çizgiler ise negatif binom olasılık değerlerini göstermektedir. Buradan eksik yayılımdan dolayı negatif binom regresyon modelinin çok daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Poisson ve negatif binom olasılık değerleri

Sonuç olarak bu çalışmada örnek bir uygulama ile varsayımın sağlanmadığı durumlarda Poisson regresyon analizine alternatif kullanılabilir olan negatif binom regresyon modeli açıklanmıştır. Poisson regresyon ile analiz yapılacağı durumlarda aşırı ya da eksik yayılım olup olmadığının kontrol edilmesi, var olduğu durumlarda genelleştirilmiş Poisson ve negatif binom regresyonu ile analize devam edilebileceğinin göz önünde bulundurulması vurgulanmıştır.

Kaynaklar

- Akaike, H., (1973). Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. 2nd International Symposium on Information Theory, 267-281.
- Al-Ghirbal A.S. and Al-Ghamdi A.S., (2006). Predicting Severe Accidents Rates at Roundabouts Using Poisson Distribution, *TRB Annual Meeting*, 06-1684.
- Arısoy, İ. ve Yaprak, Ş., (2016). 1984-2015 Türkiye’de Grevlerin Belirleyicileri, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 8(2). 130-116.
- Burg, B.V.D., Siegers, J., and Ebmer, R.W., (1998). Gender and Promotion in the Academic Labour Market *Labour*, 12(4), 701-713.
- Cameron, A.C. and Trivedi, P.K., (2013). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge University Press. New York.
- Cox, R., (1983). Some Remarks on Overdispersion, *Biometrika*, 70: 269-274.
- Denny, K.J., (2009). Very simple marginal effects in some discrete choice models. UCD Geary Institute Discussion Paper Series.
- Deniz, Ö., (2005). Poisson Regresyon Analizi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(7), 59-72.
- Ender, P.B., (2020). *Applied Categorical & Nonnormal Data Analysis, Poisson Models*, <http://www.philender.com/courses/categorical/notes1/pois1.html> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2020).
- Hilbe, J.M., (2007). *Negative Binomial Regression*. Cambridge, U.K.
- Hurvich, C.M. and Tsai, C., (1989). Regression and Time Series Model Selection in Small Samples. *Biometrika*, 76. 297-307.
- Kanchanaraksa, S. (2008). Estimating Risk, <http://docplayer.net/25612689-Estimating-risk-sukon-kanchanaraksa-phd-johns-hopkins-university.html> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2020).

- Katchova, A., (2013). Count Data Models. <https://sites.google.com/site/econometricsacademy/econometrics-models/count-data-models>. (Erişim Tarihi: 22 Şubat 2020).
- Khalat, M., Deep, M. and Courbage, Y., (1997). Fertility Levels and Differentials in Beirut during Wartime: An Indirect Estimation Based on Maternity Registers, *Population Studies*, 51(1), 85-92.
- Kibar, F.T., (2008). *Trafik Kazaları ve Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu Örneğinde Kaza Tahmin Modelinin Oluşturulması*, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon.
- King, G., (1988). Statistical Models for Political Science Event Counts: Bias in Conventional Procedures and Evidence for the Exponential Poisson Regression Model, *American Journal of Political Science*, 3(3). 838-863.
- Legler, J. and Roback, P., (2019). Broadening Your Statistical Horizons: Generalized Linear Models and Multilevel Models, <https://bookdown.org/roback/bookdown-bysh/> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2020).
- McQuarrie, A.D. and Tsai, C. L., (1998). Regression and Time Series Model Selection. World Scientific.
- Memiş, M. and Önder, H., (2018). Poisson Regresyon Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(4), 140-146.
- Michener, R. and Tighe, C., (1992). Gender and Promotion in the Academic Labour Market. *American Economic Review*, 82(2). 452-56.
- Stata, (2019). StataCorp. Statistical software package, Stata v.14. <https://www.stata.com/>
- Şahin, H., (2002). Poisson Regresyon Uygulaması: Türkiye'deki Grevlerin Belirleyicileri 1964-1998, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 5, 173-180.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 2(1), 67-87, 2020

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>




Araştırma Makalesi / Research Article

As Lubricating Oil In A Two-Stroke Gasoline Engine Use Of Vegetable Oil

Salih ÖZER *

Mus Alparslan University, Faculty of Engineering-Architecture, Mus / Turkey

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process |
|---|--|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding author : s.ozer@alparslan.edu.tr  https://orcid.org/0000-0002-6968-8734 , S. Özer | Geliş Tarihi / Received Date : 28.01.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 29.03.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 05.04.2020 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2020 |

Alıntı / Cite : Özer, S. (2020). As Lubricating Oil In A Two-Stroke Gasoline Engine Use Of Vegetable Oil, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 2(1), 67-87.

Abstract

Recently, legislation on the reduction of emissions from motor vehicles has led to intensive studies in this area. In these studies, it is observed that the research and use of alternative fuels, which are less polluting than petroleum-derived fuels, is emphasized. Especially in the field of lubrication, the alternatives to oils are being studied rapidly and the number of publications is increasing. In general, four-stroke engines are more focused on these studies while they are being carried out and studies about them in general are being carried out. What distinguishes this work from the others is that it covers two-stroke engines. Furthermore, the effect of the use of these oils on Wear has also been studied. In this study, motor oil and various vegetable oils were added to the gasoline by 5% and 10% volumetric (v/v), and the effects of these additives on fuel consumption and exhaust emissions were investigated experimentally. In addition, the amount of wear on the compression ring was determined in long-term 50-hour and 100-hour operation situations. As a result of the study, there was an increase in fuel consumption, is, HC, CO emissions and a decrease in NO_x and CO₂ emissions by using vegetable oil compared to petroleum-derived mineral oil. Vegetable oils have been shown to cause more wear on the compression ring than mineral oil.

Keywords: Two-Stroke Engine, Lubrication, Renewable Energy, Vegetable Oil, Exhaust Emissions.

İki Zamanlı Benzinli Bir Motorda Yağlama Yağı Olarak Bitkisel Yağ Kullanımı

Özet

Son zamanlarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlarının azaltılması üzerine yapılan yasal düzenlemeler, bu alanda yoğun çalışmaların yapılmasına neden olmuştur. Bu nedenle bu alandaki çalışmalar her geçen gün hız kazanmaktadır. Yapılan bu çalışmada benzinin içerisine hacimsel olarak (v/v) %5 ve %10 oranlarında motor yağı ve çeşitli bitkisel yağlar katılmış, bu katkıların yakıt tüketimi ve egzoz emisyonlarına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Ayrıca uzun süreli 50 saatlik ve 100 saatlik çalışma durumlarında 1. segmandaki aşınma miktarı tespit edilmiştir.

Çalışmada iki zamanlı benzinli bir motor kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, petrol kaynaklı madeni yağa göre yenilenebilir yağ kullanılması ile birlikte yakıt tüketimi, is, HC, CO emisyonlarında artış ve NOx ile CO₂ emisyonlarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Segmanlardaki aşınmanın tespit edilmesi için yapılan 50 saatlik ve 100 saatlik çalışma sonrasında ise madeni yağ kullanımına göre her yakıt karışımında aşınma olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İki Zamanlı Motor, Sürtünme, Yenilenebilir Enerji, Bitkisel Yağlar, Egzoz Emisyonu.

1. Introduction

In parallel with the population growth, the use of motor vehicles powered by fossil-derived fuel is increasing every day. Climate changes and increasing costs caused by fossil-derived fuel use have necessitated the production of energy, particularly from waste or renewable sources (Simio et al. 2012). Spark-ignition and compression ignition engines as an alternative to petroleum based fuels used in various types of alcohol, hydrogen, acetylene, natural gas (CNG, LNG), various Fatty Esters (biodiesel) and on the availability of fuels are made in similar research (Kumar et al. 2005; Kumar et al. 2006; Çelik and Balki 2007; Cataluña, et al. 2008; Demirbas, 2009; Çanakçı et al. 2009; Hazar and Aydın 2010; Rakopoulos, et al. 2011; Tangöz 2017; Hu et al. 2009; Lakshmanan, and Nagarajan, 2011; Korakianitis, et al. 2011; Baskar, and Aiswarya, 2016; Calam et al. 2015; Emiroğlu and Şen 2018). It is observed that vegetable and animal oils are more suitable for diesel engines than these alternative fuels, and therefore studies on their use in diesel engines have increased (Kalam, and Masjuki, 2004; Altun et al. 2008; Nwafor, 2003; Chauhan, 2010).

Vegetable oils are advantageous compared to other alternative fuels because they are renewable, have low emissions resulting from combustion, contain almost no sulfur elements, and can be used without modification in engines (Altun et al. 2008; Ozel et al. 2020). Because of these and other advantages seen as a major source of renewable energy, vegetable oils of high viscosity, high density, and boiling point due to various disadvantages such as low volatility for long-term use is not suitable without any improvement in internal combustion engines (Rakopoulos, 2011; Ulusoy et al 2013; Meher, et al. 2006). Long-term use in the case of the formation of carbon residues in the injectors and in the combustion chamber and, as a result, the piston compression of the vessels, clogging of the fuel filter, the deformation of the rubber gasket, bad fuel atomization in the cylinder walls and the unburned engine lubrication oil causes thinning of the oil mingling with (Nwafor, 2003; Meher, et al. 2006; Klimkiewicz, et al. 2013).

In order to prevent these problems caused by using vegetable oils directly in the engine, the viscosity of the oil must be reduced (Nwafor, et al. 2003). Generally investigated methods for lowering the viscosity of these oils are mixing, heating and re-esterification with fuel (Hazar and

Aydin 2010; Nwafor, 2003). In this study, olive pomace oil, sunflower oil and waste frying oil, which are renewable sources, were used by creating a mixture with fuel in certain proportions. The oil used as waste frying oil in this study is the frying oil used for cooking purposes at high temperatures and the edible oils mixed into kitchen waste. A lot of waste oil is produced every day in homes, restaurants, food processing industry and fast food stores around the world (Sanjid, et al 2013).

It is possible to summarize the outstanding studies on the use of vegetable oils in internal combustion engines without any improvement as follows; Schlick et al. (1988), in their study unrefined sunflower oil and soybean oil no.2 used in a naturally aspirated, three-cylinder, direct injection diesel engine by volumetric mixing with diesel fuel. Power output, thermal efficiency and lubrication oil data were examined and the results were satisfactory. After a long 200-hour study, it was determined that excessive carbon residues were formed given the general condition of the combustion chamber and fuel injectors. In their study (2000), Karaosmanoğlu et al. tested sunflower oil in a single cylinder air-cooled diesel engine for 50 hours under partial load conditions. During the engine tests performed with sunflower oil, no significant problems were encountered. At the end of the study, it was stated that sunflower oil could be an alternative candidate for diesel fuel.

In their study, Canakci et al. (2009) tested simple sunflower oil (PCSO) heated in a naturally aspirated front combustion chamber diesel engine. They compared the combustion and emission characteristics of pure sunflower oil with that of petroleum-based diesel fuel (PBDF). They found that in the case of PCSO use at a temperature of 75 °C, the cylinder gas pressure and heat release curves are similar to PBDF. Compared to PBDF, it has been stated that the ignition delay for PCSO is longer and the start of spray time is earlier. There was a 1.36% decrease in average brake torque for the PCSO. With PCSO use, CO₂, soot and unburned HC emissions decreased, while CO emissions increased by insignificant amounts.

In their study, Yu et al. (2002) investigated the effect of waste frying oil on engine performance, combustion analysis, and exhaust emissions. The uncontrolled combustion phase was found to be less intense than working with diesel fuel due to shorter ignition delay if waste frying oil was used. Due to the lower combustion volume, the peak pressure of waste frying oil was 1.5 bar higher and 1.1-3.8 degrees earlier than diesel. Compared to diesel fuel, CO, NO and SO₂ emissions obtained from waste frying oil were higher.

Nanthagopal and Subbarao (2009) conducted research on the emission and performance characteristics of direct-jet diesel engine emulsion of waste frying oil and diesel fuel with different

proportions of water (10%, 20% and 30%). NO_x and CO emissions were reduced by increased water content in waste frying oil-diesel fuel emulsion. Compared to diesel fuel, there was an increase of approximately 2.78% in brake thermal efficiency with a water content of 20%. As a result of the experimental study, it was stated that 20% water content gave optimum results.

Capuano et al (2017) in their comprehensive review of direct use of waste vegetable oils (WVO) in internal combustion engines, it was found that in general, WVO offers longer ignition delays, increases in specific fuel consumption as well as decreased engine efficiency, lower torque and power due to lower thermal value of WVO, and increased exhaust gas temperature with use of WVO. Polluting emissions CO, HC, NO_x, SO₂, CO₂ and soot emissions from which conflicting results are obtained, but on average; There was an increase in CO and HC emissions and a decrease in CO₂ emissions when WVO was used. It has been stated that NO_x and PM emissions are significantly affected by measurement systems and that the presence of oxygen in fat molecules and the absence of aromatic compounds tend to create NO_x.

Bari et al (2004) investigated the effect of using waste frying oil in a direct injection engine at different fuel firing Times on combustion, performance and emissions and compared the results with diesel fuel. They found that waste frying oil and diesel fuel had similar reactions to the change in ignition advance. It has been stated that combustion starts early with early ignition timing for both fuels and higher peak pressures are reached at earlier crankshaft angles. The timing of ignition 4 degrees earlier resulted in better engine performance and 1.1% higher brake thermal efficiency was achieved with 1.6% diesel fuel with waste frying oil, CO emissions decreased by 9.9% with WCO and 44.9% with diesel fuel, but NO_x emissions increased by 76.6% with WCO and increased by 91.4% with diesel fuel. In all operating situations, WCO was found to have a shorter ignition delay than diesel fuel, but it was stated that the ignition delay obtained when working with WCO compared to diesel fuel was more sensitive to engine load and ignition time.

In their study, Kalam et al (2011) used the waste palm oil and the waste coconut oil in a diesel engine by mixing 5% of it into diesel fuel, examining engine performance and exhaust emissions. By using 5% waste palm oil and waste coconut oil mixtures, brake power was reduced by 1.2% and 0.7%, respectively, compared to diesel fuel. There has also been a reduction in HC, is, CO and NO_x emissions with both waste frying oil mixtures. Kumar et al. (2014) investigated the effect of the use of waste frying oil and waste frying oil emulsion on engine performance, exhaust emissions, and combustion in a single-cylinder water-cooled diesel engine. HC, CO and soot emissions have increased in the case of waste frying oil use. A significant reduction in all emissions was achieved

by WCO emulsion. In-cylinder maximum pressure and maximum pressure increase speed were found to be higher with WCO emulsion compared to plain WCO, especially at high power outputs. Ignition delay was found to be higher with WCO and WCO emulsion than with diesel fuel. Corsini et al. (2016) conducted work on the use of different ratios of diesel fuel waste frying oil (WCO) mixtures in the four-cylinder common rail diesel engine. The results of the study were compared with the values obtained in diesel and WCO use. Engine torque and efficiency deteriorated with the use of WCO, the biggest difference between diesel fuel and WCO.

Olive pomace oil the literature on the effect on engine performance and exhaust emissions study of biodiesel and olive pomace oil is converted into fuel where fuel properties are generally improved, then simple diesel fuel with biodiesel or a mixture in certain proportions observed by creating engines that can be used in (Çaynak et al. 2009; Yücel 2011; Redel-Macías, et al. 2012a; Redel-Macías, et al. 2012b; López, et al. 2014; López, et al. 2016; Dodos 2017).

As is known, many motorcycle engines, water engines, tree saw engines etc. the engines are two-timing. These engines do not have a separate lubrication system as in four-stroke engines and the process of lubricating the engine is carried out by mixing the engine oil into the fuel at certain rates. Self-aspirated water pump was used in the study. The water pump is powered by a two-stroke, carbureted, naturally aspirated gasoline engine. The two-stroke engine used by the manufacturer is recommended to use pre-mixed gasoline as fuel. Fuel mixture (fuel/oil) is limited by the manufacturer to 1/50 and 1/25 ratio (Anonim 2020).

When the literature studies were examined, it was observed that alcohols were generally used as alternative fuels in Spark Plug-fired engines, and that there were limited studies on the use of mineral oil and vegetable oils as direct fuel additives (Kumar, 2012; Senthilkumar, 2015). In this study, a single-cylinder, carbureted, spark plug-fired, two-stroke gasoline engine used in agricultural irrigation was used. This engine's fuel by volume in 1/20 (5% oil - 95% gasoline) and 1/10 (10% oil - 90% gasoline) in the rates of two-stroke engine oil and various vegetable oils (crude olive pomace oil, refined olive pomace oil, crude sunflower oil, refined sunflower oil and waste cooking oil) mixed, fuel consumption, exhaust emissions, change the amount of wear on piston rings compression was investigated. For the examination of the amount of wear in the compression ring, the engine was operated in 50-hour and 100-hour periods with each yolk and 1. the amount of wear on the compression ring has been determined.

2. Material and Method

The engine experiments were carried out with a single cylinder, spark plug-fired, carbureted, two-stroke petrol Oleo-Mac model SA 45 engine. A centrifugal water pump connected to the crankshaft provided the engine to operate under load. Centrifugal pumps are generally used for the extraction of liquids. During this process, the desired power is provided from the internal combustion engine in general in regions where there is no electrical possibility. As is known, the power given to the fluid by the pump varies depending on the density of the fluid, the height of the fluid pulling or pressing, and the flow rate (Korkmaz 2015).

During the experiments, the water pump was provided to press and pull water from a height of 5 meters. In this way, the water pump connected to the engine is operated under load during pressing and pulling of the water. In order to calculate the power values in the experiments and to make comparisons, the filling time of a water container with a volume of 50 liters was taken into account each time. Before the experiments, the engine was started and expected to reach operating temperature. When the engine reaches its operating temperature, the pump part of the engine is submerged in the water and the water is drawn. With the withdrawal of water, the engine started to load, the centrifugal pump air intake operations were done and the pump and engine were provided to operate in a fixed regime. After this stage, the output pipe of the pump was left in the empty container of 50 liters and the filling time of the container was recorded with the stopwatch. In the meantime, the engine speed was measured by a laser speedometer over the engine crankshaft. The flow rate of the water pump was calculated by taking note of the data obtained. The experiments were repeated three times in each fuel mixture to determine the flow rate measurement value. The experiments were first started using standard fuels such as gasoline-engine oil mixtures. The obtained values were based on and the calculated flow rate values were tried to be reached in all studies. For this reason, the position of the gas arm was changed and the experiments were repeated. Thus, a fixed load design was created and the effects of different fuel mixtures could be studied by capturing the same conditions. The data obtained is graphed and examined in the discussion section. The schematic picture of the experiment is given in Figure 1. The characteristics of the experiment engine and centrifugal pump are given in Table 1.

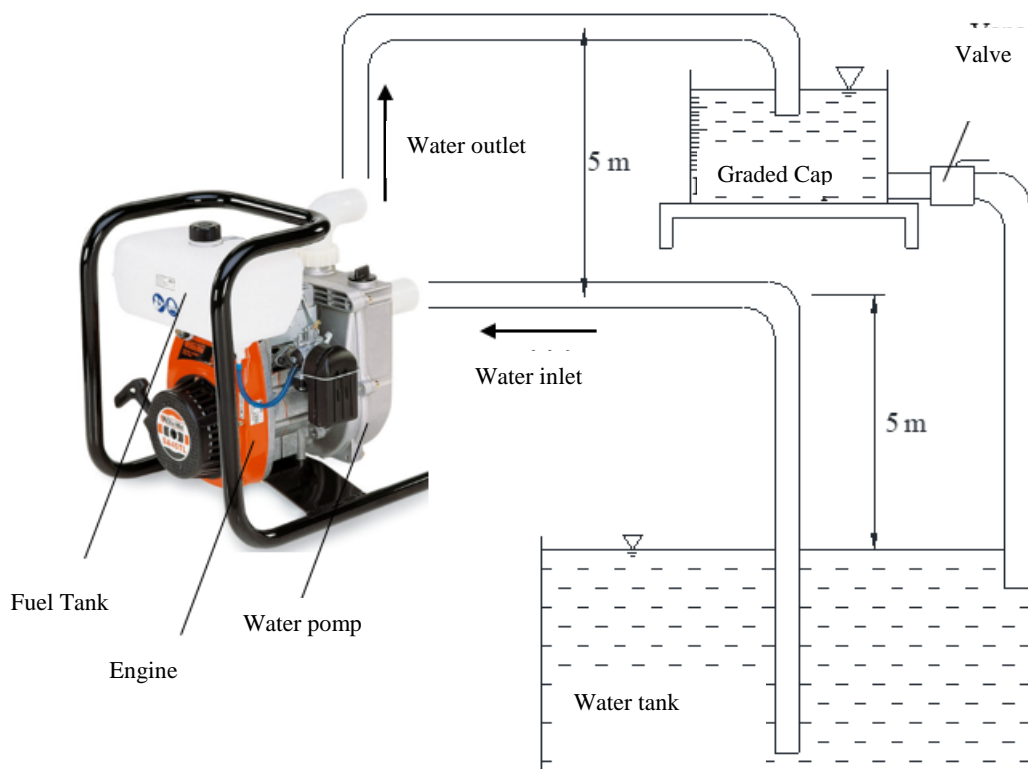


Figure 1. Schematic view of the test setup

Table 1. The features of the test motor and the centrifugal pump

| Brand | Oleo-Mac SA 45 |
|--|----------------|
| Engine Power (HP) | 3.4 |
| Cylinder Volume (cm ³) | 98.2 |
| Fuel Tank Capacity (l) | 2.7 |
| Pump Type | Centrifugal |
| Suction and Discharge Pipe Diameter (mm) | 50.8 |
| Intake Depth (m) | 7.5 |
| Pressure Height (m) | 40 |
| Maximum Flow Rate (l/sn) | 9.6 |

The flow of water is an important parameter used in calculating motor power. Therefore, the flow rate was calculated using Equation 1 from the filling time of the tank determined by the stopwatch.

$$Q = \frac{V}{t} \left(\frac{m^3}{h} \right) \quad (1)$$

In the flow rate calculation, V is the volume of the container (m^3) and t is the filling time of the container (h). Water pumps absorb liquid fluid from a certain height during operation and carry water by pressing it in a pressurized manner to a certain height. During this process, a job is done and energy is wasted. The work done by the motor in unit time during the displacement of water (W) is calculated by Equation 2 (Vedat et al. 2009).

$$Güç = \rho \cdot g \cdot Q \cdot Hm (W) \quad (2)$$

Here, ρ refers to the density of the fluid (kg/m^3), g refers to the gravity acceleration (m/s^2), Q refers to the flow rate (m^3/s), Hm refers to the pressure height (m) of the fluid. In these calculations, all losses are ignored.

In two-stroke engines, lubrication is provided by lubricating oils added to the engine fuel. Therefore, both the fuel and the lubricating oil added to it are burned by the engine. The experimental study of motor oil (EO), crude olive pomace oil (CPO), refined olive pomace oil (RPO), crude sunflower oil (CSO), refined sunflower oil (RSO) and waste cooking oil (WCO) motor fuel by volume in 1/20 (5% oil-95% gasoline) and 1/10 (10% oil-90% gasoline) mixing ratios for the fuel blends used in the experiments were obtained. The engine was first operated in accordance with normal operating conditions by using engine oil/gasoline mixtures of 1/20 (5% oil-95% gasoline) and 1/25 (4% Oil-96% gasoline) in volumetric proportions. Later experiments with fuel mixtures created with CPO, RPO, CSO, RSO and WCO were repeated. In the second part of the experiments, the engine was subjected to a long-term operation regime of 50 and 100 hours in order to determine the condition of the segments. This was done when the engine was under load. Experiments were repeated with each fuel mixture exposing the engine to 50-and 100-hour operating hours. At the start of each experiment, all segments of the engine (oil and compaction ring) were renewed. In order to detect wear on the Rings, The Rings were weighed separately before and after Operation. At the end of the experiment, the engine was dismantled, 1. the wear condition of the compression ring was examined. All delusions on the ring have been cleared before starting the weighing process. Afterwards, the ring was measured with a precision scale and the amount of wear was determined. It is filtered before frying and using raw oils and heated by stirring for 15 minutes at 110 °C temperature against the water that may be in the body. In addition of oil to gasoline, isopropyl alcohol is added to the mixture at a rate of 1% by volume to ensure that the oil is completely dissolved in gasoline. Table 2 gives the main physical and chemical properties of

isopropyl alcohol. The ratios and abbreviations of the mixtures used in the experiments are detailed in Table 3.

Table 2. Physical and chemical properties of isopropyl alcohol (Aksoy and Bayrakçeken 2010)

| Chemical Formula | Mole Mass (g/mol) | Kinematic Viscosity 25 °C (mm ² /s) | Density 20 °C (g/cm ³) | Thermal Value (kJ/kg) | Boiling Point (°C) | Flash Point (°C) | Ignition Temperature (°C) |
|----------------------------------|-------------------|--|------------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|---------------------------|
| C ₃ H ₇ OH | 60.1 | 1.96 | 0.786 | 33130 | 82.04 | 12 | 425 |

Table 3. Volume ratios and abbreviations of fuel mixtures

| The Type of Oil | Gasoline Content (%) | Fat Content (%) | Abbreviation |
|---------------------------|----------------------|-----------------|--------------|
| Engine Oil | 95 | 5 | EO5 |
| | 90 | 10 | EO10 |
| Raw Oil Pomace Oil | 95 | 5 | CPO5 |
| | 90 | 10 | CPO10 |
| Refined Oil Pomace Oil | 95 | 5 | RPO5 |
| | 90 | 10 | RPO10 |
| Raw Oil Sunflower Oil | 95 | 5 | CSO5 |
| | 90 | 10 | CSO10 |
| Refined Oil Sunflower Oil | 95 | 5 | RSO5 |
| | 90 | 10 | RSO10 |
| Waste Frying Oil | 95 | 5 | WCO5 |
| | 90 | 10 | WCO10 |

The fuel consumption value of the engine was determined using a precise scale and stopwatch. Emissions were measured from the exhaust pipe output when the engine was running stable. The exhaust emission values are recorded by measuring them with the ITALO plus exhaust gas analyzer, given the measurement range in Table 4. The physical and chemical properties of the oils used in the study are given in Table 5.

Table 4. Properties of the ITALO PLUS exhaust gas analyzer

| Measurement | Measurement Range | Sensitivity |
|--------------------------|-------------------|-------------|
| CO (vol. %) | 0-10.00 | ±0.06% |
| CO ₂ (vol. %) | 0-20.00 | ±0.5% |
| NO _x (ppm) | 0-2000 | ±5 |
| HC (ppm) | 0-50000 n-hexan | ±12 |
| O ₂ (vol. %) | 0-21 | ±0.1% |
| Soot (%) | 0-20 | ±0.1% |

Table 5. Chemical and physical properties of oils (Avcıoğlu et al. 2011; Öğüt and Oğuz 2011; Wang et al. 2019)

| Fuel | Kinematic Viscosity (mm ² /s) | Density (g/cm ³) | Thermal Value (MJ/kg) |
|---------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Gasoline | - | 0.74 | 44.3 |
| Engine Oil | 14 | 0.892 | 39.6 |
| Raw Oil Pomace Oil | 122.8 | 0.99 | 37.6 |
| Refined Oil Pomace Oil | 83.5 | 0.92 | 36.9 |
| Raw Oil Sunflower Oil | 44.6 | 0.98 | 36.44 |
| Refined Oil Sunflower Oil | 34.2 | 0.92 | 38.42 |
| Waste Frying Oil | 28 | 0.99 | 35.6 |

3. Result and Discussion

In two-stroke engines, lubrication is carried out by mixing certain amounts of engine oil into the fuel. According to the standard gasoline-engine oil mixture in this study, fuel consumption of alternative oil mixtures to gasoline, NO_x, soot, HC, CO, CO₂ emissions and Engine 1. the effects of compression tab wear were examined and presented in graphs and the effects were compared.

Fuel consumption indicates the amount the engine consumes after one hour of operation. The effect of the oils added to the gasoline by volume on fuel consumption is shown in Figure 2. In all fuel mixtures, fuel consumption was increased along with the increase in the ratio of oil added to gasoline. As shown in Table 5, the thermal values of vegetable oils are lower than both motor oil and gasoline. Therefore, the total heat value of the mixture decreased with the increase of the oil ratio in the mixture and more fuel is needed to do the same work was seen with the measurements made. WCO5 and WCO10 mixtures are the two fuel mixtures with the lowest total heat value. As shown in Figure 2, the highest fuel consumption values occurred with the use of these two fuel

mixtures. One of the important parameters affecting combustion in Spark Plug fired engines is the fuel/air mixture ratio. Studies report that the fuel/air ratio varies with the density and viscosity of fuels in vegetable oil use (Avcioglu et al. 2011). In addition to the thermal value, it is thought that the increased density and viscosity value relative to gasoline may also lead to increased fuel consumption values. All fuel mixture ratios increase in fuel consumption compared to EO5 and EO10 fuel. The highest rate of increase in fuel consumption is 41.5% with WCO5 fuel and 45.4% with WCO10 fuel mixture. Similar studies in internal combustion engines also reported an increase in fuel consumption values with the use of vegetable oil (Awad et al. 2019).

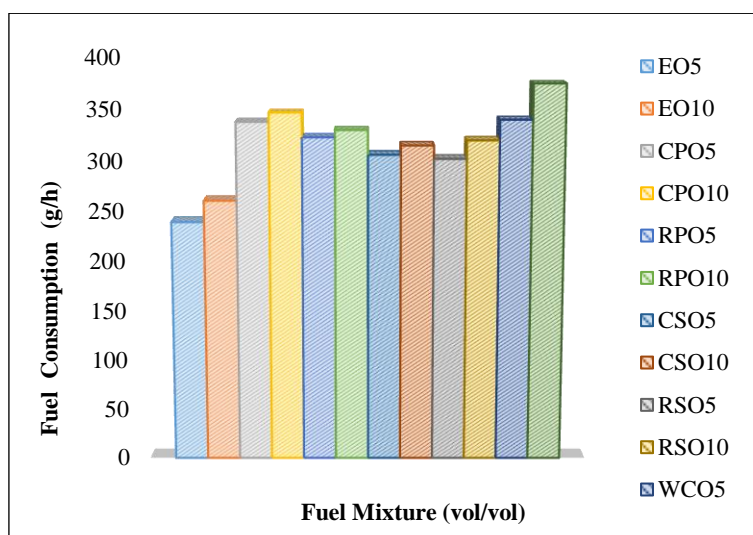


Figure 2. Effect of oil addition on fuel consumption

Figure 3 shows the effect of adding oil to gasoline on nitrogen oxide (NO_x) emissions. NO_x emissions are generally known to consist of nitrogen monoxide (NO), nitrogen dioxide (NO₂) and nitrous oxide (N₂O) (Kutlar et al. 1998). The formation of NO_x emissions is related to the presence of oxygen during the combustion process as well as the temperature and reaction time of the combustion reaction (Kutlar et al. 1998). In general, NO_x emissions in gasoline engines are virtually nonexistent. As shown in Figure 3, NO_x emissions tend to decrease in the ratio of each oil mixture with the addition of oil into the gasoline. Overall, the percentage value of the oil in the mixture increased along with the amount of reduction in NO_x emissions. This situation is thought to change due to the reduction of the thermal value of the fuel. NO_x emissions of 48 ppm and 58 ppm with EO5 and EO10 fuel mixtures were measured at levels 18 and 21 ppm with CSO5 and CSO10 fuel mixtures. The lowest NO_x emission value was achieved with CSO10 fuel mixture value. In general, there are not many studies where vegetable oil additives are used in gasoline engines.

However, there are many studies that report that NO_x emissions decrease in parallel with the decrease in thermal value. The results are similar to the (Maria et al. 2016) study in the literature.

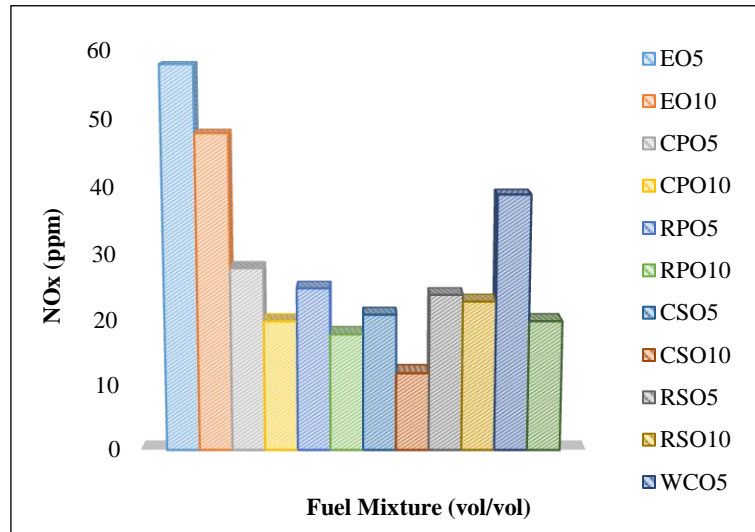


Figure 3. Effect of oil addition to the gasoline on NO_x emissions

The change in soot emissions by adding oil to gasoline is shown in Figure 4. Soot emission is defined as the presence of carbon particles in the exhaust gas as a result of incomplete combustion (Kumar et al. 2006). Soot emissions in gasoline engines are ignored and not measured in many studies. However, in this study, it was decided to measure soot emission values by adding oil to the engine fuel and taking into account the use of vegetable oil in experiments. When Figure 4 was examined, soot emissions were increased in all fuel mixtures with the addition of oil into gasoline. The highest is emission increase was measured at 22% by the wco10 fuel mix. This increase value represents an increase of about 300% over the EO10 fuel mixture. The highest is emission increase was achieved with the WCO10 fuel mixture and the lowest emission value was achieved with the RPO5 fuel mixture. It is possible to express the factors that cause the increase of soot emission with the bifurcated bond structure of vegetable oils, viscosity and density values. Studies conducted with the use of vegetable oils indicate that the tendency to produce soot emission increases according to the bond structure of oils (Öğüt and Oğuz 2011). The results of the study are similar to the literature (Alessandro, et al. 2019).

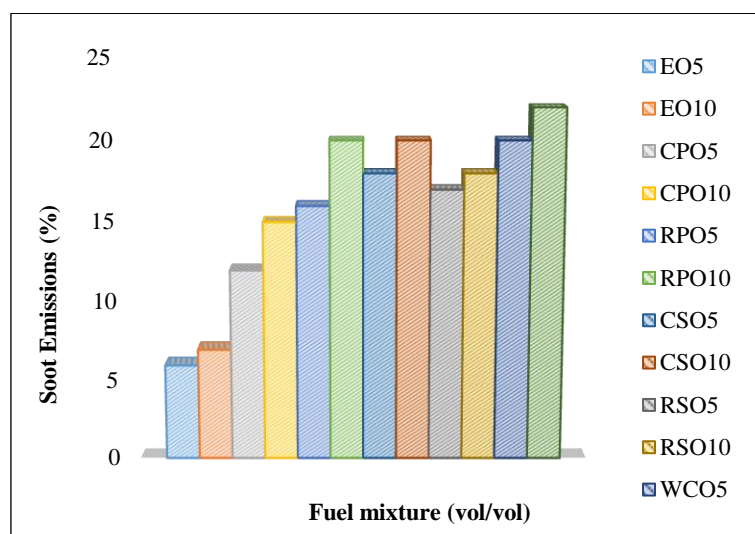


Figure 4. Effect of oil addition to the gasoline on soot emissions

Figure 5 shows the effects of oils added to gasoline on hydrocarbon (HC) emissions. HC emissions are defined as the emissions that occur as a result of the failure of the fuel in gasoline engines. Two-stroke engines do not have an engine lubrication system. Therefore, the lubrication process is realized by adding the engine oil to the gasoline. As shown in Figure 5, HC emissions increase at each mixture rate with the amount of oil added to the gasoline. It is thought that the failure of vegetable oils added to the engine oil to burn fully in the cylinder caused the increase in HC emissions. In addition, the excess of in-cylinder leaks in two-stroke engines is an important effect that leads to an increase in HC emissions. As is known, the addition of vegetable oil to gasoline increased the amount of fuel consumption. The increase in the amount of fuel taken into the cylinder led to an increase in HC emissions from the cylinder. The highest amount of increase in HC emissions was achieved in the WCO10 fuel mixture. HC emissions of 7 ppm with EO10 engine oil increased to 22 ppm with WCO10 fuel mixture. The results are similar to the literature (Alander, 2005).

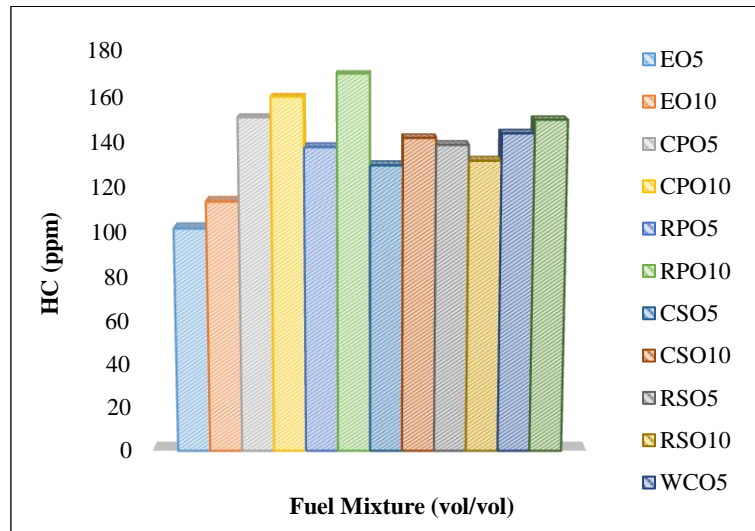


Figure 5. Effect of oil addition to the gasoline on HC emissions

Figure 6 shows the effects of added oils on carbon monoxide (CO) emissions. CO emissions among combustion products result from insufficient oxygen (O_2) in the environment. In this case, all of the carbon in the fuel cannot be converted into CO_2 emissions and remains as CO emissions (Vedat et al. 2009). As shown in Figure 6, there is an increase in CO emissions in all fuel mixture ratios along with the amount of vegetable oil added to the gasoline. Because of the high viscosity and density values of vegetable oils, it is thought that the fuel/air mixture within the cylinder is far from ideal and causes the combustion to partially worsen, which in turn causes the increase of CO emissions. The lowest value in CO emissions was achieved by the CPO5 fuel mixture. The highest CO emissions were achieved when using RSO fuel mixtures. The results of the study are similar to the literature (Zulfattah, et al. 2019).

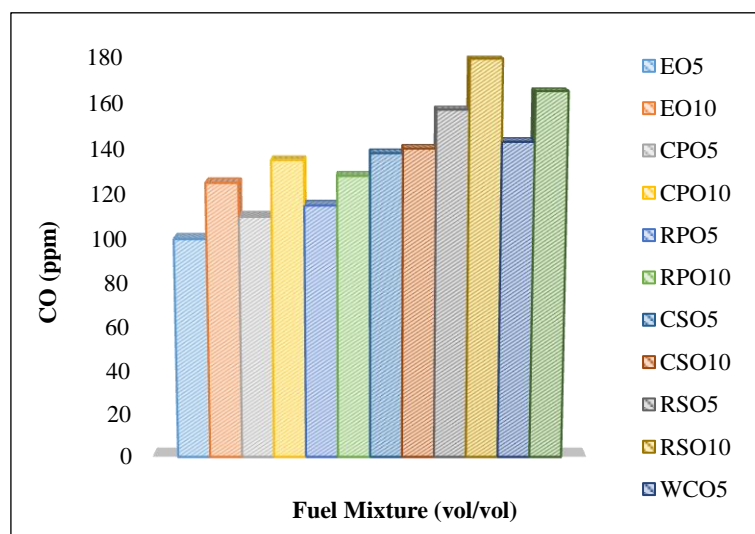


Figure 6. Effect of oil addition to the gasoline on CO emissions

Figure 7 shows the change in carbon dioxide (CO₂) emissions according to the amount of oil added to gasoline. CO₂ emission refers to regular combustion in the cylinder. It is observed that CO₂ emissions are reduced with the addition of vegetable oil into gasoline. To express this situation you will need to look at Figure 6. It is stated in the previous section that the combustion is partially worsened with the addition of vegetable oil and the complete combustion in the cylinder cannot be performed. Therefore, CO₂ emissions are expected to decrease. The highest CO₂ emission value was measured at 25 ppm with the EO 10 fuel mixture. The lowest CO₂ emissions were measured at 10 ppm of RPO10 fuel mixture. The results were found to be in harmony with the literature (Yusoff, et al. 2017).

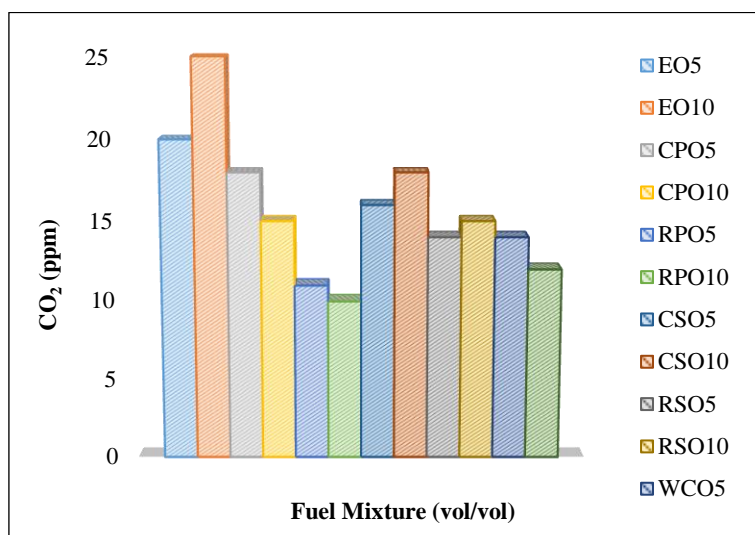
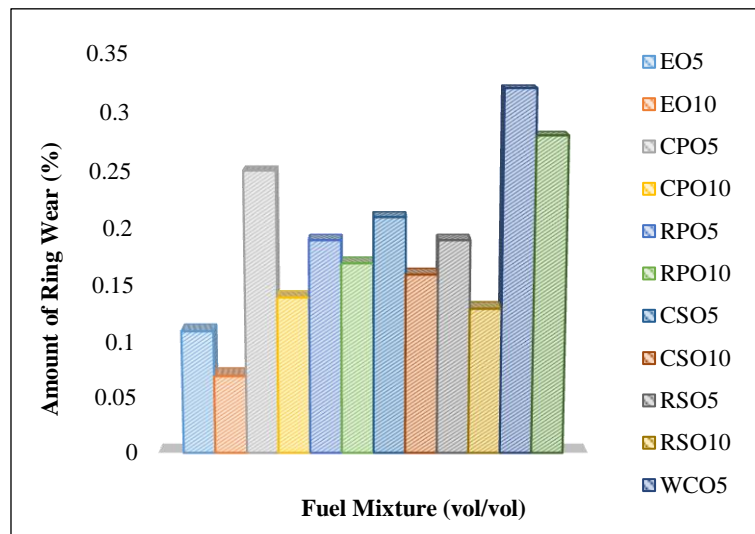


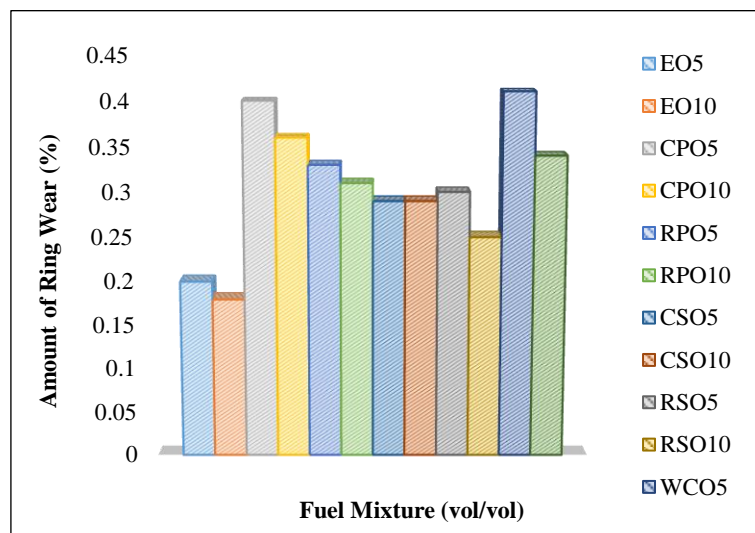
Figure 7. Effect of oil addition to the gasoline on CO₂ emissions

Figure 8 shows the effect of oil added to gasoline on Ring wear after 50 and 100 hours of operation. Ring wear is an important parameter affecting the power of the engine. Wear can occur when the segments are not fully lubricated due to the reasons such as leaving soot and soot of the fuel used in the engine, viscosity of the lubricating oil, failure of the others to give the desired performance according to sufficient and temperature. Compared to the vegetable oils used with motor oil, there was an increase in the amount of wear in all fuel mixtures. Vegetable oils consist of chains of three fatty acid molecules bonded to a glycerol molecule called triglycerides. Fatty acids differ in each vegetable oil with different chain lengths and double bonds (Aksoy et al. 2010). These differences cause the lubricating properties of oils to change. While the excess amount is more at low mixture rates, the amount of oil added to the mixture decreases partially with the increase. The rate of increase in the amount of wear increased as the Working Time increased from 50 hours to

100 hours. As the amount of soot and soot accumulated on the Rings increases during long working periods, the amount of wear is expected to increase as a result of the failure of lubricating oils to enter between the Rings. After 50 hours of operation, the highest amount of wear along with vegetable oil was obtained with the WCO5 fuel mixture. The minimum amount of wear was obtained by RSO10 fuel mixture. The highest amount of wear after 100 hours of operation was achieved with the WCO5 fuel mixture. The results are similar to the literature (Zulfattah, 2019).



(a) 50 hours of work



(b) 100 hours of work

Figure 8. Effect of oil added to gasoline on ring wear

4. Conclusion

In this study, the effects of different fuel mixtures on engine emissions, engine performance and engine parts in a two-stroke engine were examined and the following results were reached:

1. With the addition of vegetable oil, increased fuel consumption was observed in all mixtures. The highest fuel consumption value was achieved in WCO mixtures. A fuel consumption value of 340 gr/h was determined in the WCO5 fuel mixture and 375 gr/h in the WCO10 fuel mixture. These values were found to be 41.6% and 43.5% higher than EO5 and EO10 fuel, respectively.
2. NO_x emissions were reduced in all fuel mixtures with the addition of vegetable oil. The highest reduction in emissions was achieved by CSO fuel mixtures. NO_x emissions measured at 21 ppm with the CSO5 fuel mixture decreased to 10 ppm with the use of the CSO12 fuel mixture. NO_x emissions decreased by 63.8% compared to EO5 fuel mixture when CSO5 fuel mixture was used and NO_x emissions decreased by 75% when CSO10 was used.
3. There has been an increase in soot emissions in all fuel mixtures. The highest rate of increase was achieved by WCO fuel mixtures. Soot emissions reached 20% with WCO5 fuel and 22% with WCO10 fuel. An increase of 214% compared to EO5 fuel by using the WCO5 fuel mixture and 233% compared to EO10 fuel mixture by using the WCO10 fuel mixture was detected.
4. All fuel mixtures show an increase in CO emissions. The highest rate of increase was measured by the use of RSO fuel mixtures. With the use of the RSO5 fuel mixture, the CO emission measured at 157 ppm increased to 179 ppm with the use of the rso10 fuel mixture. The increase in CO emissions was 37% compared to the EO5 fuel mixture and 79% compared to the EO10 fuel mixture.
5. All fuel mixtures show a reduction in CO₂ emissions. The highest amount of reduction was achieved by using RPO fuel mixtures. CO₂ emissions measured at 20 ppm by using the EO5 fuel mixture decreased to 11 ppm by using the RSO5 fuel mixture, and 25 ppm by using the EO10 fuel mixture by using the RO10 fuel mixture by up to 10 ppm. The amount of CO₂ emissions decreased by 45% compared to the EO5 fuel mixture, while the EO10 fuel mixture decreased by 60%.
6. With the use of the EO10 fuel mixture at the end of 50 hours of operation of the engine, the amount of mass reduction in the segments was 0.7%, while the amount of mass reduction was 0.11% with the use of the EO5 fuel mixture. The lowest amount of wear was achieved in RSO fuel mixtures.

7. After 100 hours of operation of the engine, with the use of the EO10 fuel mixture, the amount of mass reduction in the segments was 0.18%, while the amount of mass reduction was 0.2% with the use of the EO5 fuel mixture. Despite the long use, RSO is still the fuel mixture where the amount of wear is minimal.

As a result of this experimental study, it was concluded that different renewable oils could be used as a direct fuel mixture in two-stroke engines and could be commercially evaluated.

References

- Alander, T., Antikainen, E., Raunemaa, T., Elonen, E., Rautiola, A. and Torkkell, K., (2005). Particle emissions from a small two-stroke engine: effects of fuel, lubricating oil, and exhaust aftertreatment on particle characteristics, *Aerosol Sci. Technol.*, 39, 151–161.
- Aksoy, F. and Bayrakçeken, H., (2010). Dizel Yakıtına %5 ve %10 İzopropil Alkol (IPA) İlavesinin Motor Performans ve Emisyonlarına Etkisi, *Electronic Journal of Vehicle Technologies (EJVT)*, 2(3), 37-43.
- Alessandro, A. Z., Ricardo, S. B., Fausto, F., François, M., Marcos, O. G., Massimo, C. and Covadonga, A., (2019). Reducing the exhaust emissions of unregulated pollutants from small gasoline engines with alkylate fuel and low-ash lube oil, *Environmental Research*, 170, 203-214.
- Altun, Ş., Bulut, H. and Öner, C., (2008). The comparison of engine performance and exhaust emission characteristics of sesame oil–diesel fuel mixture with diesel fuel in a direct injection diesel engine, *Renewable Energy*, 33, 1791–1795.
- Avcioğlu, A.O., Türker, U. and Atasoy, Z.D., (2011) Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Yakıtlar, Nobel Yayın Dağıtım.
- Awad, O.I., Mamat, R., Ibrahim, T.K., Kenner, M., Kadirgama, K., Leman, A.M. and Saiful, A.I.M., (2018). Effects of fusel oil water content reduction on fuel properties, performance and emissions of SI engine fueled with gasoline -fusel oil blends, *Renewable Energy*, 118, 858-869.
- Baskar, G. and Aiswarya, R., (2016). Trends in catalytic production of biodiesel from various feedstocks, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 496–504.
- Bari, S., Yu, C.W. and Lim, T.H., (2004). Effect of Fuel Injection Timing with Waste Cooking Oil as a Fuel in a Direct Injection Diesel Engine, *Proc. Instn Mech. Engrs Part D: J. Automobile Engineering*, 2168, 93-104.
- Capuano, D., Costa, M., Fraia, S.D., Massarotti, N. and Vanoli, L., (2017). Direct use of waste vegetable oil in internal combustion engines, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 759–770.
- Chauhan, B.S., Kumar, N., Jun, Y.D. and Lee, K.B., (2010). Performance and emission study of preheated Jatropha oil on medium capacity diesel engine, *Energy*, 35, 2484-2492.
- Calam, A., Solmaz, H., Uyumaz, A., Polat, S., Yilmaz, E. and İçingür, Y., (2015). Investigation of usability of the fusel oil in a single cylinder spark ignition engine, *Journal of the Energy Institute*, 88, 258-2654.
- Cataluña, R., da Silva, R., de Menezes, E. W., and Ivanov, R. B., (2008). Specific consumption of liquid biofuels in gasoline fuelled engines, *Fuel*, 87(15), 3362-3368.
- Corsini, A., Antonio, R.D., Nucci, G.D., Marchegiani, A., Rispoli, F. and Venturini, P., (2016). Performance analysis of a common-rail Diesel engine fuelled with different blends of waste cooking oil and gasoil, *Energy Procedia*, 101, 606–613.
- Canakci, M., Ozsezen, A.N., Turkcan, A., (2009). Combustion analysis of preheated crude sunflower oil in an IDI diesel engine, *Biomass and Bio Energy*, 33, 760–767.
- Çaynak, S., Gürü, M., Biçer, A., Keskin, A. and İçingür, Y., (2009). Biodiesel production from pomace oil and improvement of its properties with synthetic manganese additive, *Fuel*, 88, 534-538.
- Çelik, M.B. and Balki, M.K., (2007). Düşük güçlü bir motorda farklı sıkıştırma oranlarında lpg kullanımının performans ve emisyonlara etkisi, *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.*, 22(1), 81-86.

- Çelik, M. B., Özdalyan, B., Alkan, F., (2011). The use of pure methanol as fuel at high compression ratio in a single cylinder gasoline engine, *Fuel*, 90(4), 1591-1598.
- Demirbas, A., (2009). Biodiesel from waste cooking oil via base-catalytic and supercritical methanol transesterification, *Energy Conversion and Management*, 50, 923–927.
- Dodos, G.S., Tsesmeli, C.E. and Zannikos, F., (2017). Evaluation of the antimicrobial activity of synthetic and natural phenolic type antioxidants in biodiesel fuel, *Fuel*, 209, 150-161.
- Emiroğlu, A.O. and Şen, M., (2018). Combustion, performance and emission characteristics of various alcohol blends in a single cylinder diesel engine, *Fuel*, 212, 34-40.
- Hazar, H. and Aydin, H., (2010). Performance and emission evaluation of a CI engine fueled with preheated raw rapeseed oil (RRO)–diesel blends, *Applied Energy*, 87, 786–790.
- Hu, E., Huang, Z., Liu, B., Zheng, J., Gu, X. and Huang, B., (2009) Experimental investigation on performance and emissions of a spark-ignition engine fueled with natural gas–hydrogen blends combined with EGR, *International Journal of Hydrogen Energy*, 34, 528–539.
- Kalam, M.A. and Masjuki, H.H., (2004). Emissions and deposit characteristics of a small diesel engine when operated on preheated crude palm oil, *Biomass and Bioenergy*, 27, 289-297.
- Kalam, M.A., Masjuki, H.H., Jayed, M.H. and Liaquat, A.M., (2011). Emission and performance characteristics of an indirect ignition diesel engine fuelled with waste cooking oil, *Energy*, 36, 397-402.
- Karaosmanoğlu, F., Kurt, G. and Özaktaş, T., (2000). Long term CI engine test of sunflower oil, *Renewable Energy*, 19, 219-221.
- Klimkiewicz, M., Mruk, R., Słoma, J. and Wojdalski, J., (2013). The use of raw rapeseed oil to power the engines of agricultural tractors and vehicles, *5th International Conference TAE 2013, Trends in Agricultural Engineering*, Prague, 330-334.
- Korkmaz, E., (2015). Tek Kademeli Bir Derin Kuyu Pompası Karakteristiklerinin Deneysel Olarak Belirlenmesi, *Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science*, 19(1), 1-8.
- Korakianitis, T., Namasivayam, A.M. and Crookes, R.J., (2011). Natural-gas fueled spark-ignition (SI) and compression-ignition (CI) engine performance and emissions, *Progress in Energy and Combustion Science*, 37, 89-112.
- Kumar, M. S., Kerihuel, A., Bellettre, J and Tazerout, M., (2005). Effect of water and methanol fractions on the performance of a CI engine using animal fat emulsions as fuel, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A Journal of Power and Energy*, 219, 583-592.
- Kumar, M. S., Kerihuel, A., Bellettre, J., and Tazerout, M., (2006). Experimental investigations on the use of preheated animal fat as fuel in a compression ignition engine, *Renewable Energy*, 30, 1443–1456
- Kumar, S.M. and Jaikumar, M., (2014). A comprehensive study on performance, emission and combustion behavior of a compression ignition engine fuelled with WCO (waste cooking oil) emulsion as fuel, *Journal of the Energy Institute*, 87, 263–271.
- Kumar, G.S., Balamurugan, K., Vinu, S., Radhakrishnan, M. and Senthilprabhu, G., (2012). Tribological and emission studies on two stroke petrol engine lubricated with sunflower methyl ester, *Journal of Scientific and Industrial Research*, 17, 562-565.
- Kutlar, O.A., Ergeneman, M., Arslan, H. and Mutlu, M., (1998). Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Lakshmanan, T., Nagarajan, G., (2011). Study on using acetylene in dual fuel mode with exhaust gas recirculation, *Energy*, 36, 3547-3553
- Lopez, I., Pinzi, S., Leiva-Candia, D. and Dorado, M.P., (2016). Multiple response optimization to reduce exhaust emissions and fuel consumption of a diesel engine fueled with olive pomace oil methyl ester/diesel fuel blends, *Energy*, 117, 398-404.
- Maria, A. C., Maria, V. P., Salvatore, F., Pietro, S., Daniele, T., Paolo, I., Dario, B. and Adolfo, S., (2016) Performances and emissions of a 4-stroke motorcycle fuelled with ethanol/gasoline blends, *Fuel*, 183, 470-477.
- Meher, L. C., Vidya Sagar, D. and Naik, S. N., (2006). Technical aspects of biodiesel production by transesterification-a review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10, 248–268.

- Nanthagopal, K. and Subbarao, R., (2009). Experimental investigation and performance evaluation of di diesel engine fueled by waste oil-diesel mixture in emulsion with water, *Thermal Science*, 13(3), 83-89.
- Nwafor, O.M.I., (2003) The effect of elevated fuel inlet temperature on performance of diesel engine running on neat vegetable oil at constant speed conditions, *Renewable Energy*, 28, 171-181.
- Nwafor, O.M. and Rice, G., (1996). Performance of Rapeseed Oil Blends in a Diesel Engine, *Applied Energy*, 54(4), 345-354.
- Öğüt, H. and Oğuz, H., (2011). Biyodizel, Nobel Yayın Dağıtım.
- Rakopoulos, D.C., Rakopoulos, C.D., Papagiannakis, R.G. and Kyritsis, D.C., (2011). Combustion heat release analysis of ethanol or n-butanol diesel fuel blends in heavy-duty DI diesel engine, *Fuel*, 90, 1855-1867.
- Redel-Macías, M.D., Pinzi, S., Leiva, D., Cubero-Atienza, A.J. and Dorado, M.P., (2012a). Air and noise pollution of a diesel engine fueled with olive pomace oil methyl ester and petrodiesel blends, *Fuel*, 95, 615-621.
- Redel-Macías, M.D., Hervás-Martínez, C., Pinzi, S., Gutiérrez, P.A., Cubero-Atienza, A.J. and Dorado, M.P., (2012b). Noise prediction of a diesel engine fueled with olive pomace oil methyl ester blended with diesel fuel, *Fuel*, 98, 280-287.
- Sanjid, A., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., AshrafurRahman, S.M., Abedin, M.J. and Palash, S.M., (2013). Impact of palm, mustard, waste cooking oil and Calophyllum inophyllum biofuels on performance and emission of CI engine, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 664-682.
- Sakinah, H., Kadirgama, K., Ramasamy, D., Noor, M. M., Amiruddin, A. K., Najafi, G. and Rahman, M. M., (2017). Waste cooking oil blended with the engine oil for reduction of friction and wear on piston skirt, *Fuel*, 205, 247-261.
- Senthilkumar, G., Balamurugan, K. and Mohanraj, J., (2015). Emission characteristics of sunflower oil based bio-compatible blends of 2T oil, *Journal of Scientific and Industrial Research*, 74, 48-51.
- Simio, LD., Gambino, M., and Iannaccone, S., (2012). Effect of Ethanol Content on Thermal Efficiency of a Spark-Ignition Light-Duty Engine, *ISRN Renewable Energy*, 2012, 1-8.
- Schlick, M.L., Hanna, M.A. and Schinstock, J.L., (1988). Soybean and Sunflower Oil Performance in a Diesel Engine, *American Society of Agricultural Engineers*, 31(5), 1345-1349.
- Ozel, S., Vural, E. and Binici, M., (2020). Optimization of the effect of thermal barrier coating (TBC) on diesel engine performance by Taguchi method, *Fuel*, 263, 116537.
- Tangöz, S., Kahraman, N., Akansu, S.O., (2017). The effect of hydrogen on the performance and emissions of an SI engine having a high compression ratio fuelled by compressed natural gas, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42, 25766-25780.
- Ulusoy, Y., Arslan, R., Kaplan, C. and Bolat, A., (2013). Investigation of engine performance of waste cooking oil as a fuel in diesel tractor engines, *5th International Conference TAE 2013, Trends in Agricultural Engineering*, Prague, 622-626.
- URL-1, 2020, http://www.oleo-mac.co.uk/allegati/emakcatalog/MTP_OM_2_2010_B_rev1.pdf, (Erişim Tarihi: 28.01.2020).
- Vedat, D., Hüseyin, Y. and Tuncay, G., (2009). Tarımsal Sulamada Kullanılan Pompaların Karakteristik Değerlerinin Laboratuvar Koşullarında Bilgisayar Destekli Olarak Belirlenmesi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(2), 223-234.
- Yu, C.W., Bari, S. and Ameen, A., (2002). A comparison of combustion characteristics of waste cooking oil with diesel as fuel in a direct injection diesel engine, *Proc. Instn Mech. Engrs Part D: J. Automobile Engineering*, 216, 237-243.
- Yusoff, M.N.A.M., Zulkifli, N.W.M., Masjuki, H.H., Harith, M.H., Syahir, A.Z., Kalam, M.A. and Khuong, L.S., (2017). Performance and emission characteristics of a spark ignition engine fuelled with butanol isomer-gasoline blends, *Transport. Res. Transport Environ*, 57, 23-38.
- Yücel, Y., (2011). Biodiesel production from pomace oil by using lipase immobilized onto olive pomace, *Bioresource Technology*, 102, 3977-3980.
- Yücel, Y., (2012). Optimization of biocatalytic biodiesel production from pomace oil using response surface methodology, *Fuel Processing Technology*, 99, 97-102.

- Zulfattah, Z. M., Zulkifli, N. W. M., Masjuki, H. H., Harith, M. H., Syahir, A. Z., Norain, I., Jumaidin, R., Yusoff, M. N. A. M., Alwi, M. A. and Jamshaid, A., (2019). Effect of bio-based lubricant towards emissions and engine breakdown due to spark plug fouling in a two-stroke engine, *Journal of Cleaner Production*, 221, 215-233.
- Quintana, I., C.E., Ruiz, J.J., Cruz-Peragón, F. and Dorado, M.P., (2014). Effect of the use of olive–pomace oil biodiesel/diesel fuel blends in a compression ignition engine: Preliminary exergy analysis, *Energy Conversion and Management*, 85, 227-233.
- Wang, L., Wu, Z., Ahmet, A., Badra, A. J., Sarathy, M. S., Loberts, L. W. and Fang, T., (2019). Auto-ignition of direct injection spray of light naphtha, primary reference fuels, gasoline and gasoline surrogate, *Energy*, 170, 375-390.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 2(1), 88-108, 2020
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>





Araştırma Makalesi / Research Article

Cephelerde Yangın Güvenlik Önlemleri ve Mevzuatların Karşılaştırmalı Analizi

Muammer YAMAN ^{1*}, Füsün DEMİREL ¹

¹ Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, 06570, Türkiye.

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process | |
|---|--|------------|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding Author : muammeryaman@gazi.edu.tr | Geliş Tarihi / Received Date : | 21.03.2020 |
|  https://orcid.org/0000-0002-8767-4811 , M. Yaman | Revizyon Tarihi / Revision Date : | 25.04.2020 |
|  https://orcid.org/0000-0002-8217-4797 , F. Demirel | Kabul Tarihi / Accepted Date : | 11.05.2020 |
| | Yayın Tarihi / Published Date : | 15.07.2020 |
| Alıntı / Cite : Yaman, M., Demirel, F. (2020). Cephelerde Yangın Güvenlik Önlemleri ve Mevzuatların Karşılaştırmalı Analizi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(1), 88-108. | | |

Özet

Cephe yangınları bina kullanıcıları için can ve mal güvenliği açısından riskler oluşturmaktadır. Risklerin azaltılarak cepheden beklenen yangın güvenlik performansının oluşturulmasında mimari tasarım ve uygulama aşamasında, birtakım aktif ve pasif güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu bağlamda çalışmada cephe yangın dinamiği üzerinde durulmuş, cephelerde pasif yangın güvenlik önlemlerinin oluşturulmasına yönelik incelemeler yapılmıştır. Ayrıca cephelerde pasif yangın güvenlik önlemlerinin oluşturulması kapsamında cephe malzemeleri ve detaylar aracılığıyla araştırmalar yapılmış, cephe yangın güvenlik önlemlerine yönelik ülkemiz mevzuatı (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, BYKHY), Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Singapur, Yeni Zelanda, Birleşik Arap Emirlikleri ve Avustralya yangın mevzuatları ele alınmıştır. Cephe yangın güvenlik önlemlerinin oluşturulmasında ulusal ve uluslararası mevzuatlar; cephe malzemeleri, yatay yangın bariyerleri, cephe açıklıkları, binalar arası mesafeler, dış duvar dayanım süreleri ve otomatik söndürme sistemleri üzerinden incelenerek karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak, gelecekte cephe yangın risklerinin azaltılarak kullanıcı can ve mal güvenliğinin sağlanmasına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Cephe yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde ülkemiz yangın mevzuatında bulunan yapı yüksekliklerine göre malzeme kullanımı, cephe açıklıklarının detaylandırılması ve otomatik söndürme sistem kullanım gerekliliklerinin geliştirilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cephe yangın güvenliği, Yangının yayılması, Mevzuat, Cephe malzemeleri, Yapım sistemleri.

Fire Safety Precautions on Facade and Comparative Analysis of Regulations

Abstract

Facade fires pose risks to life and property safety for building users. During the architectural design and construction process, a number of active and passive fire safety precautions are required to be taken in order to take the expected

fire safety performance from the facade by reducing the risks. In this context, the article focuses on facade fire dynamics and investigates on the creation of passive fire safety measures on facades. Moreover, the creation of passive fire safety precautions on the facades, researches have been made through the facade materials and details, fire regulations of Turkey (Turkey's Regulation on Fire Protection, TRFP), United States, United Kingdom, Singapore, New Zealand, United Arab Emirates and Australia for facade fire safety precautions have been discussed. National and international regulations in the creation of facade fire safety precautions have been examined and analysed through facade materials, horizontal fire barriers, facade openings, distance between buildings, external wall resistance and automatic extinguishing systems. As a result of the study, assessments are made to reduce the risk of facade fires and to save the life and property safety of building users for future. Within the framework of the facade fire safety precautions, it has been proposed to use the materials according to the building heights, to detail the facade openings and to use the automatic extinguishing system requirements in our country's fire regulation.

Keywords: *Fire safety of facades, Fire propagation, Regulation, Facade materials, Construction systems.*

1. Giriş

Binalarda ortaya çıkan yangınlar can ve mal güvenliği açısından büyük riskler oluşturmaktadır. Can ve mal güvenliğinin sağlanmasında risklerin azaltılmasına yönelik aktif ve pasif yangın güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Yangının ortaya çıkmasında ve yayılmasında pasif yangın güvenlik önlemlerinden yapı malzemelerinin ve yapı elemanlarının önemi büyüktür. Özellikle bina cepheleri, iç ve dış mekân arasındaki bağlantıyı oluşturması nedeniyle yangın güvenliği açısından riskli yapı elemanlarıdır. Yangının binaya sıçramasında, yatay ve düşey yönde yayılmasında kritik yapı elemanları olarak cepheler, tasarım aşamasında birtakım güvenlik önlemleri ile donatılmalıdır. Bu çerçevede asgari koşulları tasarımcıya ve uygulamacıya sunan mevzuatlar, temel kritik önlemler ile belirleyici olmaktadır.

Ülkemizde yangın güvenliğinin sağlanmasına yönelik alınabilecek önlemler, mevzuatlar ve standartlar çerçevesinde güvence altına alınmıştır. Mevzuatlar asgari koşulların sağlanmasına yönelik gereklilikleri barındırmaktadır. Yakın geçmiş dönemde ortaya çıkan cephe yangınları, ilgili mevzuatların geliştirilmesini ve revize edilmesini gerekli kılmaktadır. Özellikle yangın güvenliği konusunda gelişmiş ülke mevzuatlarının ortaya konularak ülkemiz mevzuatının değerlendirmesi yapılmalı ve tasarıma yönelik mevzuat kapsamında alternatif çözüm önerileri sunulmalıdır.

2. Cephe Yapım Türleri ve Yangın İlişkisi

Günümüzde bina içi gerekli konfor koşullarının sağlanmasına yönelik cepheden beklenen, bulunduğu fiziksel çevre koşullarına uygun çözüm önerileri getirebilmesidir. Cephelerde kullanılan malzemeler ve katmanlaşma çözümleri bu çerçevede ele alınmalıdır. Yapı Malzemeleri Yönetmeliği'nde yapı malzemelerinden beklenen performans gereksinimleri belirtilmiştir:

- Mekanik dayanım ve stabilite

- Yangın durumunda emniyet
- Hijyen, sağlık ve çevre
- Kullanımda erişilebilirlik ve güvenlik
- Gürültüye karşı koruma
- Enerjiden tasarruf ve ısı muhafazası
- Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı (Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, 2013).

Yangın güvenliğinin sadece yapı malzemeleri ve yapı elemanları ölçeğinde ele alınması yetersiz olmaktadır. Bina ve yerleşim ölçeklerinin de yangın güvenliği açısından değerlendirilmesi önemli yangın güvenlik önlemlerini oluşturmaktadır. Özellikle yangına müdahale edilmesi (kontrol altına alma, söndürme, kurtarma ve soğutma çalışmaları) bina cepheleri üzerinden olduğu düşünüldüğünde cephe yangınları için risk daha çok artmaktadır.

Yakın geçmiş dönemde ülkemizde yaşanmış olan cephe yangınları analiz edilmiştir (Tablo 1). Ülkemizde bina cephelerinde kullanılan yangıncılık sınıfı düşük (normal alevlenici, kolay alevlenici) malzemelerin tercih edildiği, havalandırılmalı cephelerde (giydirmeye cepheler) ise yangının düşey yönde yayılmasının engellenmesine yönelik önlemlerin alınmadığı tespit edilmiştir.

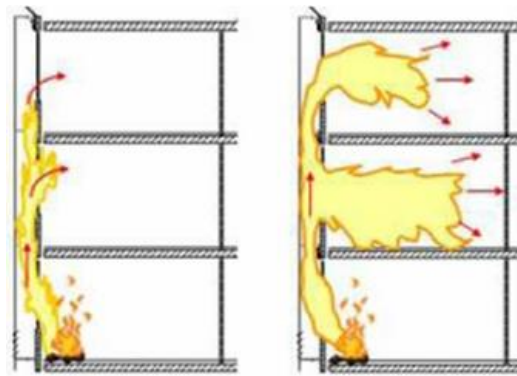
Tablo 1. Türkiye’de yaşanmış olan cephe yangınları (Yaman, 2019)

| No | Bina Adı | Bina Kullanım Sınıfı | Kat Sayısı | Konum | Yangın Yılı | Cephe Malzemesi / Sistemi |
|----|--|----------------------|------------|----------|-------------|---|
| 1 | Polat Tower | Konut | 44 | İstanbul | 2012 | Giydirme Cam Cephe Alüminyum Cephe |
| 2 | Keşan Devlet Hastanesi | Sağlık | 7 | Edirne | 2016 | Petrol Türevli Isı Yalıtımı Metal Kompozit Panel |
| 3 | Alican Otel | Konaklama | 6 | İzmir | 2018 | PVC Esaslı Yalı Baskı Kaplama |
| 4 | Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi | Sağlık | 11 | İstanbul | 2018 | Petrol Türevli Isı Yalıtımı Metal Kompozit Panel |
| 5 | Küçükbakkalköy İş Merkezi | Büro | 9 | İstanbul | 2018 | Petrol Türevli Isı Yalıtımı Alüminyum Giydirmeye Cephe |
| 6 | Sultangazi Huzurevi | Sağlık | 6 | İstanbul | 2018 | Giydirme Cam Cephe Alüminyum Cephe Metal Kompozit Panel |
| 7 | Avrasya Üniversitesi Fakülte Binası | Eğitim | 7 | Trabzon | 2019 | Petrol Türevli Isı Yalıtımı Metal Kompozit Panel |

Cephe yangın güvenlik önlemlerinin oluşturulmasında cephe yapım türlerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Tek katmanlı, çift katmanlı, giydirmeye cepheler konu kapsamında ele alınmalı ve farklı cephe türlerine ait yangın güvenlik önlemleri oluşturulmalıdır.

Tek katmanlı cepheler, iç ve dış ortamı birbirinden ayıran tek katmandan oluşan cephe yapım türleridir. Katman içerisinde bulunan yalıtım tabakaları (ısı ve su yalıtımları, buhar dengeleyici ve nem bariyerleri) cephe dış kaplama malzemesi ile kaplanmaktadır. Cephe dış kaplama malzemesinin yangına tepkisi önemli olmakla birlikte alt katman malzemelerinin de yangına tepkisi bilinmeli, mevzuat gereklilikleri çerçevesinde kullanılmalıdır. Özellikle cephe dış kaplama malzemesinde derzlerinin bulunması, dış kaplama malzemesinin dökülmesi ve ısı iletkenliğinin fazla olması gibi durumlarda katman içinde bulunan malzemelerin yangına tepkisi bilinmelidir (Altındaş ve Demirel, 2011). Ülkemizde çok fazla uygulama alanı bulunan mantolama sistemlerde, ısı yalıtım malzemelerinin niteliği, statik dayanımı ve duvara bağlı uygun çalışabilmesi yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde önemli olmaktadır. Isı yalıtım malzemelerinin yangına karşı dayanıklı olması, yanmaz malzemelerden seçilmesi, zehirli gaz çıkarma ve damlama özelliklerinin bulunmaması tercih edilmelidir (Kanan, 2014).

Çift katmanlı cepheler, binanın ilk cephesine ikinci bir cephe entegre edilmesi ile oluşan özellikle yüksek binalarda tercih edilen cephe türleridir. Katmanlar arası mesafe 20 cm ile 200 cm arasında değişmektedir. Katmanlar arası boşlukta hava dolaşımı sağlanmaktadır. Çift katmanlı cephelerde iç mekânda ortaya çıkan yangın iç katmanda bulunan camı ısınım (radyasyon) etkisi ile kırılmaktadır. Kırılan cam ile birlikte alev ve duman iki katman arasındaki boşluğa dolmaktadır. Alev ve duman, baca etkisi ile birlikte katmanlar arası boşluktan hızlı bir şekilde üst noktalara yayılmaktadır. Üst katlarda bulunan açık pencerelerden veya sıcaklık etkisi ile kırılan camlardan iç mekânlara sızılmaktadır (Chow ve Hung, 2006; Chow, 2013) (Şekil 1).



Şekil 1. Çift katmanlı cephelerde yangın yayılımı (BBRI, 2002)

Çift katmanlı cephelerde cephe bölümlenme tiplerine göre alev ve duman yayılması farklılık göstermektedir. Yangın güvenliği bakımından en riskli olan çok katlı çift katmanlı cephe tipleridir. Bunun nedeni cephenin kesintiye uğratılmadan bir bütün olarak tasarlanmasıdır. Çift katmanlı

cephelerde riskin en az olduğu cephe türü ise, kutu tipi çift katmanlı cephe tipleridir. Bölgesel kesintiler yangın alevini ve dumanını muhafaza etmektedir (Vagglio ve Patterson, 2011; Kıasf, 2016).

Giydirme cepheler; yapının taşıyıcı sistemi içerisinde görevi olmayan kendi statik yükünü ve etkilendiği yatay yükleri özel bağlantı elemanları ile yapı taşıyıcı sistemine aktaran cephe türleridir. Boşluklu yapıda kurgulanan giydirme cephelerde katman içerisinde yalıtım malzemelerinin yangına tepkisi önemli olmaktadır. Boşluk içerisinde alev ve duman yayılmasının engellenmesine yönelik yatayda ve düşeyde yangın bariyerlerinin kullanılması gerekmektedir. Yangın sırasında yüksek ısı ve sıcaklık değerlerine maruz kalan konstrüksiyon elemanların (ahşap elemanlar veya alüminyum profiller) yangına direnç göstermesi belirli bir süre gerçekleşmektedir. Giydirme cephe bileşenlerinin cepheden kopması ve düşmesi, yangında tahliye aşamasındaki bireyler için, söndürme ve soğutma çalışmaları yapan görevliler için sorun teşkil etmektedir.

Farklı cephe tasarımlarında yangın güvenliğinin sağlanmasında; cephe sisteminin binaya ek olarak getirdiği yangın yükü dikkate alınmalıdır. Yangın riskinin yüksek olduğu cephelerde özel tasarım gerekliliklerine uyulmalıdır (Yaman ve Kurtay, 2019). Dikey yeşil cepheler, fotovoltaiik panelli cepheler, medya cepheleri ve kinetik cepheler bu hususta dikkat edilmesi gereken cephe türlerini oluşturmaktadır. Cephelerde elektrik donanımlarının bulunması yangın riskini artırmaktadır. Periyodik olarak cihaz bakımlarının yapılması ve tasarımlarında yangın güvenlik önlemlerine yönelik gerekli uygulamaların kurgulanması önem taşımaktadır.

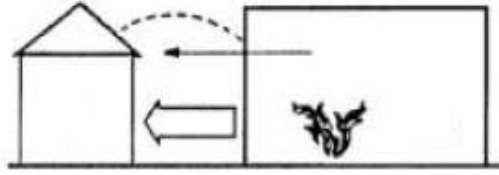
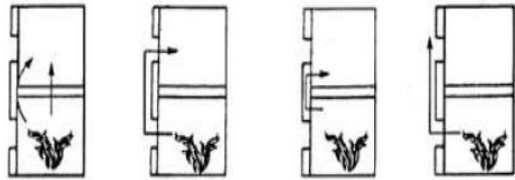
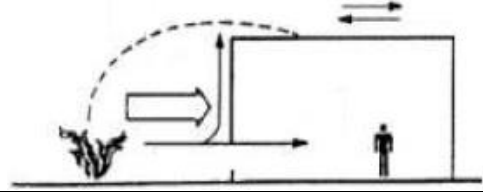
3. Cephelerde Yangının Ortaya Çıkma ve Yayılma Nedenleri

Cephelerde ortaya çıkan yangınları dâhili (kapalı hacim yangınları) ve harici (komşu binadaki yangınlar ve cephe ile çevresinde oluşacak yangınlar) yangınlar olarak sınıflandırmak mümkündür. Dâhili yangınlar; kapalı hacimde ortaya çıkarak cepheyi etkisi altına alan yangınlardır. Cephelerde kurgulanan açıklıklar, malzeme ve katman detayları, kat ve mekân geçiş boşlukları yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde büyük önem taşımaktadır. Harici yangınlar; bina cephelerine dış ortamdan sirayet eden yangınlardır. Işınım etkisi, rüzgârın etkisi, binalar arası mesafeler, bina bitişiğinde bulunan kent donatıları gibi unsurlar yangının ortaya çıkmasında etkili olmaktadır (Kılıç, 2012).

Cephe yangınları gerekli önlemler alınmadığı durumlarda cephe sistemlerinde yatay ve düşey yönde yayılmaktadır. Yangının yayılması ile birlikte bina kullanıcılarının tahliye edilmesi gereken süre kısalmaktadır. Ayrıca hızlı bir şekilde yayılan yangına müdahale etmek daha güç duruma

gelmektedir. Bu nedenle cephede yangının yayılma senaryolarının bilinmesi ve proje tasarım aşamasında önlemlerin alınması gerekmektedir (Tablo 2).

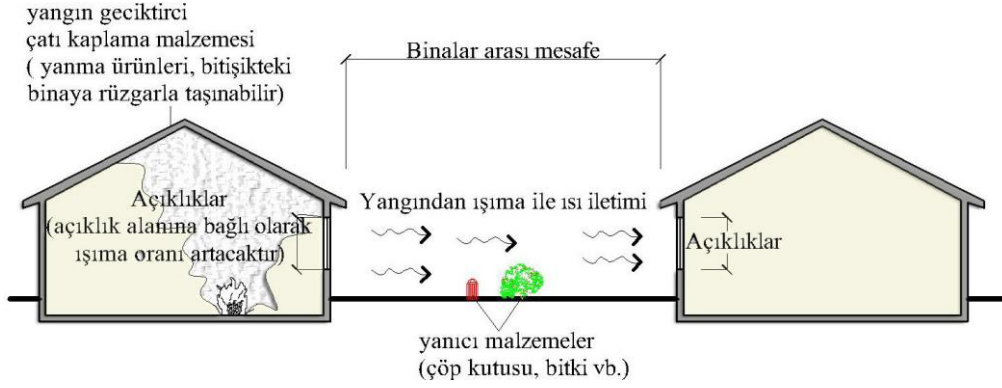
Tablo 2. Cephe yangınları yayılma senaryoları (Forest & Wood Products Australia, 2011)

| Cephe Yangın Senaryoları | Açıklamalar | Şema Gösterimleri (TSE ISO/TR 13387-6, 2010) |
|---|--|---|
| Dış kaynaklar aracılığı ile cephe yangın yayılımı | Bitişik yapılardan kaynaklı veya araç, çöp konteynırı, klima vb. donatılardan kaynaklı yangınların yayılmasıdır. |  |
| İç mekândan cepheye sirayet eden yangın ve duman yayılımı | Yapı elemanlarının ara kesitlerinde, cephe döşeme birleşimlerinde ve malzemeler arası oluşan boşluklarda yangının ve dumanın yayılmasıdır. |  |
| Bitişik yapılar aracılığıyla cephe yangın yayılımı | Bina çevresindeki elemanların uzaklık mesafelerine göre belirli bir radyasyon etkisi ile yangının yayılmasıdır. |  |

Cephelerde yangının yayılmasında hızlandırıcı etkisi olan faktörlerin bilinmesi ve doğru şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Cephelerde yangının yayılmasını etkileyen faktörler, yangın güvenli cephe tasarımında öncelikli kararlar olarak yer almalıdır.

3.1. Binanın Konumu ve Binalar Arası Mesafeler

Yanmakta olan binadan diğer binaya yangının geçişi alevin doğrudan binaya ulaşması, havada uçuşan yanan parçacıklar ile ulaşması, taşıma yolu ile ısının ulaşması, ışınım yolu (radyasyon) ile ısının ulaşması şekillerinde gerçekleşmektedir (Serteser, 2004) (Şekil 2). Bu tip cephe yangın yayılmasını önlemek amacıyla yanıcı malzeme kullanımının azaltılması, binalar arası mesafelerin gerekli sınır değerlerde sağlanması, cephe açıklık oranlarının uygun şekilde düzenlenmesi, yangın çıkma ihtimali yüksek olan elemanların (çöp, araç, kuru ot, aydınlatma elemanları vb.) bina cephelerinden uzak tutulması gerekmektedir (O'connor, 2016). Bitişik nizam yapılarda ve mesafe olarak birbirine yakın binalarda, yangın duvarlarının kullanılması ve cephe açıklıklarının yangın geçişini imkân vermeyecek şekilde düzenlenmesi hususları da önem arz etmektedir.



Şekil 2. Yangının binalar arasında yayılması (Egan, 1978)

3.2. Cephe Açıklık Oranları

Cephe yangınları üst katlara farklı şekillerde yayılma eğilimi göstermektedir. Bunlar:

- Yangının katlar arasındaki boşluklardan yayılması,
- Yangının cepheye temas etmeden doğrudan üst katlara yayılması,
- Yangının cephe katmanlaşması üzerinden yayılmasıdır (O'connor, 2008).

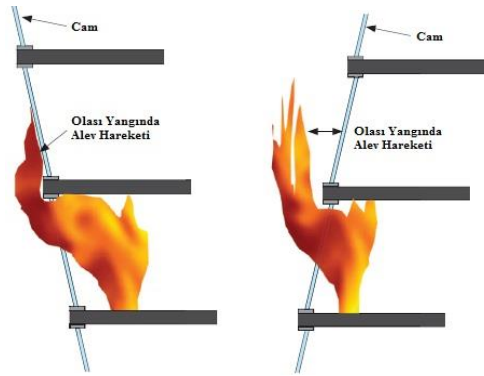
Kapalı hacimde yüksek sıcaklık değerlerine ulaşan yangın cephe açıklarında bulunan camı kırılmaktadır. Kırılan camla birlikte içeriye giren oksijen ortamda bulunan yangını tekrar kuvvetlendirmektedir, bu durum "backdraft" olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3). Kuvvetlenen yangın hızlı bir şekilde cephe üzerinden yayılma eğilimi göstermektedir (Jensen, 2013). Yangının bina açıklıklarından yayılmasını pencere alanı ve yüksekliği, cephe geometrisi, odanın geometrik düzeni, yanmakta olan malzemenin niteliği ve bileşenleri, yanma oranı ve rüzgârın hızı etkilemektedir (Underwriters Laboratories Inc, 2007).



Şekil 3. Cephe yangını sırasında ortaya çıkan backdraft (Url-1)

3.3. Binanın Geometrik Formu

Yangının cephe üzerinden yayılmasında binanın geometrik formu, mekân organizasyonları ve cephe hareketleri belirleyici olmaktadır. Cephede dikey yönde yapılan çıkıntılar, alevleri cepheden uzak tutmaktadır (Şekil 4). Balkonlar, gölgeleme elemanları, saçaklar ve pencere çevresindeki derin bölme çıkıntıları alevi cepheden uzaklaştırarak yangının yayılma riskini azaltmaktadır (Arpacıoğlu, 2004). Yangın çıkma ihtimalinin yüksek olduğu hacimlerde yatay yangın bariyerleri kullanılmaktadır. Bu elemanların uzunlukları ve açısı, hareketli olmaları ve cephede sürekli eleman olmaları da yangının yayılmasında değişkenler olarak kurgulanmaktadır (O'connor, 2008).



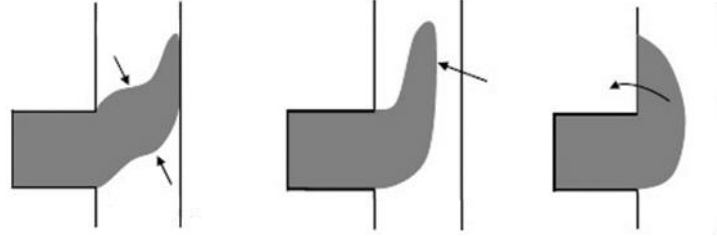
Şekil 4. Bina geometrisine bağlı yangının yayılması (O'connor, 2008)

Cephe yangın yayılmasında cephe geometrisinde iç bükey (konkav) yüzeylerin etkisi büyüktür. Özellikle cephe geometrisinden kaynaklı oluşan *baca etkisi* ile yangın ve duman hızlı bir şekilde üst noktalara yayılmaktadır. Binanın iç bükey cephelerinde mekân organizasyonlarında yangın riski yüksek mahaller (depo, mutfak, elektrik odaları, jeneratör odası vb.) önerilmemelidir. Binanın iç bükey yüzeylerinde dış ortamda çevre düzenlemelerinde yangın çıkma ihtimali yüksek olan çöp, araç ve bitki elemanlarının bulundurulmaması gerekmektedir.

3.4. Cephe Katmanlaşması ve Baca Etkisi

Cephede yangının ortaya çıkması ve yayılmasında cephe katmanlarında bulunan malzemelerin yangına tepkisi, nicelikleri ve kullanım sırası önemli olmaktadır. Çift katmanlı cephelerde ve giydirme cephelerde katmanlar arasında hava boşluğunun bulunması yangının yayılmasını hızlandırmaktadır (Giraldo ve diğ., 2013) (Şekil 5). Cephelerde oluşturulan hava boşluğunda yangının yayılmasının önlenmesine yönelik hassas bölgelerin ve cephe açıklıklarının (kapılar ve pencereler) sızdırmaz özellikte olması önemli bir etken olmaktadır. Sistem içi hava

geçişlerinin şaşırtmalı olarak düzenlenmesi ve hava akışının belirli bölgelerde kesintiye uğratılması gerekmektedir (Collwell ve Baker, 2013).



Şekil 5. Cephe katman boşluğu içerisinde yangının yayılması (Chow, 2013)

3.5. Dış Etmenler

Cepelerde yangının ortaya çıkmasında ve yayılmasında bina dışı kaynaklardan bina bitişiğinde veya binaya yakın konumda bulunan çöpler, kurumuş bitkiler ve ağaçlar, elektrik donanımı bulunan aydınlatma elemanları, ışıklandırmalar, telefon hat bağlantıları ve araçlar risk oluşturmaktadır. Ayrıca cepheye tasarım aşamasında veya sonradan eklenen cihazlar da risk bağlamında ele alınmalıdır. Klima motorları, fotovoltaiik paneller, televizyon antenleri, rüzgâr türbinleri, cephe duman atış menfezleri bu hususta değerlendirilmelidir. Cihazların aşırı ısınma problemlerine yönelik çözüm önerileri geliştirilmeli ve cihaz çevresinde yanmaz malzemelerin kullanılması tercih edilmelidir.

Cepelerde yangının yayılmasını etkileyen dış etmenlerden bir diğeri doğal etmenlerdir. Binayı etkileyen rüzgâr, plan ve kesit düzleminde yangının yayılmasında rol oynamaktadır (Mendis ve diğ., 2007). Ayrıca havadaki nem oranı da yangının yayılmasında etkili olmaktadır. Havadaki nem oranı ne kadar düşük değerlerde olursa malzemenin tutuşma ve yanma ihtimali de o kadar yüksek değerlerde oluşmaktadır.

4. Cephe Tasarımında Yangın Güvenlik Önlemleri

Cephe malzemeleri yangın güvenliği için dikkat edilmesi gereken en küçük yapısal bileşenlerdir. Yangının ortaya çıkması ve yayılması malzemelerin ısıya ve aleve verdikleri reaksiyon (yangına tepki) ile gerçekleşmektedir. Bu amaçla tasarım aşamasında ve bakım/onarım çalışmalarında kullanılacak olan cephe malzemelerine karar verilirken dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. Bunlar:

- Yangın yükü

- Tutuşma kolaylığı
- Yangının yayılma hızı
- Duman ve zehirli gazların oluşumu
- Mekanik zarara karşı hassaslık
- Cephede kullanılan malzemenin yangına dayanıklılığıdır (Wade ve Clampett, 2000).

Cephe sistemlerinde kullanılacak olan malzemelerin belirlenmesinde, yangın sırasındaki davranışlarına yönelik çeşitli test standartları mevcuttur. Malzemelerin yanıcılık sınıfları ile birlikte sistem içerisindeki davranışları da yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde ele alınmalıdır. Büyük ölçekli, orta ölçekli ve küçük ölçekli test standartları cephe yangın güvenlik önlemleri kapsamında incelenmeli ve araştırılmalıdır.

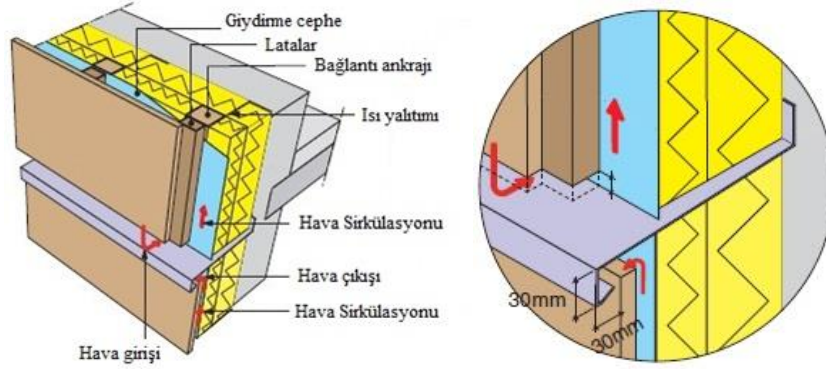
Cephelerde yanıcı malzemelerin kullanılmaması, yangın oluşma risklerinin azaltılması ve yangının cephe sistemi içerisinde yayılmasının engellenmesine yönelik detay ölçeğinde çeşitli önlemler alınmalıdır. Giydirme cephelerde, döşeme ve cephe panel elemanlarının birleştiği noktalarda alev ve duman yayılımı açısından uygun sızdırmazlık özelliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu bağlamda spandrel panel uygulamasının doğru şekilde detaylandırılması gerekmektedir (Ogino, 2019). Mineral yünlerle (yanmaz malzemeler) boşluklar doldurularak ve mastik elemanlarla (pasif yangın durdurucu) tam sızdırmazlık sağlanmalıdır (Şekil 6).



Şekil 6. Cephe ve döşeme birleşimlerinde sızdırmazlığın sağlanması (Ogino, 2019)

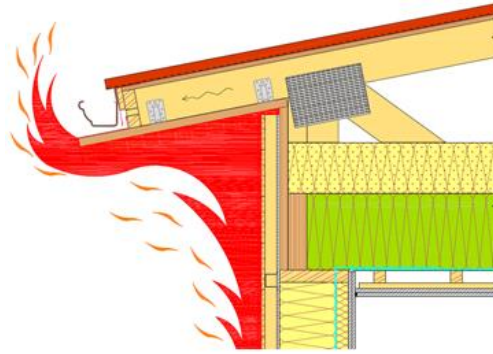
Giydirme cephelerde ve çift katmanlı cephelerde oluşan cephe boşluklarında, yangın yayılmasının engellenmesinde yatay yangın bariyerlerinin kullanılması etkili olmaktadır. Yatay yangın bariyerleri cephe sisteminde alev ve dumanın geçişini engellemektedir (Xin ve diğ., 2013). Yatay yangın bariyerlerinin cephe katmanlarının tamamını kapsayacak ve cepheden çıkıntı yapacak şekilde oluşturulması gerekmektedir (Şekil 7). Giydirme cephelerde hava dolaşımının cephe

sistemleri boyunca ilerlemesinin gerekli olduğu durumlarda intümesan mastik elemanlarla önlemler alınmaktadır (Güleşen ve Yılmaz, 2018).



Şekil 7. Yatay yangın bariyerleri cephe konumlandırılması (BBRI, 2011)

Cephe yangın güvenlik önlemleri kurgulandığında üçgen çatı elemanlarının saçakları önemli yapı elemanları olmaktadır. Cephede ortaya çıkan ve yayılan yangının çatı arası boşluğuna ulaşmaması gerekmektedir. Özellikle soğuk çatı prensipleri ile oluşturulan çatılarda, saçakların bulunduğu yerlerde damperlerin kullanılması, hava giriş yerlerinin saçak alını üzerinden alınması gerekli olmaktadır (Mikkola, 2013) (Şekil 8).



Şekil 8. Cephe yangın güvenliğine bağlı saçak detay çözümü (Lahtela, 2018)

5. Cephe Yangın Güvenlik Önlemleri Kapsamında Ulusal ve Uluslararası Mevzuatların İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Günümüzde yangın güvenliğinin sağlanmasına yönelik ülkelerin kendi sınırları içerisinde uyguladıkları mevzuatlar bulunmaktadır. Mevzuatların gereklilikleri, ülkenin konu kapsamında gelişmişlik derecesine göre, yangın güvenlik önlemlerine yönelik çeşitlilik göstermektedir. Çalışma kapsamında ülkemizde yürürlükte olan yangın mevzuatı ve yangın güvenliği kapsamında gelişmiş

ülkelerin mevzuatları cephelerde yangın güvenlik önlemleri kapsamında incelenmiş, karşılaştırmalı analizleri yapılmış, değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Cephe yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde ülkemiz mevzuatının değerlendirilebilmesi amacıyla erişimleri sağlanabilen konu kapsamında gelişmiş ülke mevzuatları ele alınmış ve incelenmiştir. Türkiye Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Singapur, Yeni Zelanda, Birleşik Arap Emirlikleri ve Avustralya yangın mevzuatları detaylı olarak *karşılaştırmalı analiz yöntemiyle* değerlendirilmiştir. İnceleme kapsamında cephe malzemeleri, yatay yangın bariyerleri, cephe açıklıkları, binalar arası mesafeler, dış duvar dayanım süreleri ve otomatik söndürme sistemleri ele alınmıştır (Tablo 3 - Tablo 8). Mevzuat incelemeleri çerçevesinde pasif yangın güvenlik önlemleri üzerinde durulmuştur. Ancak otomatik söndürme sistemleri ile pasif güvenlik önlemleri arasında, tasarım ilişkisi bulunması nedeniyle otomatik söndürme sistemleri de mevzuat inceleme alanına dâhil edilmiştir.

Tablo 3. Mevzuatların cephe malzemeleri yönünden analizi

| Mevzuatlar | Cephe Malzemeleri |
|--|--|
| Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY) | Bina yüksekliği 28,50 m esas alınmaktadır. Geleneksel cephe sistemlerinde, yüksekliği 28,50 m'den az olan binalarda zor alevlenici (C-s1,d2) malzeme kullanılması durumunda tabii veya tesviye edilmiş zemin kotu üzerinde 1,5 m mesafe hiç yanmaz (A1) malzeme ile kaplanması gerekmektedir. Geleneksel cephe sistemlerinde, katman bileşenleri akredite laboratuvarında sertifikalandırılmalıdır. Giydirme cephe sistemlerinde, açık derz veya havalandırılmalı cephe sistemi kullanıldığında, cephe ve yalıtım malzemeleri en az zor yanıcı (A2-s1,d0) malzemelerden olmalıdır (BYKHY, Madde 27). |
| ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000) | Amerika Birleşik Devletleri'nde yürürlükte olan mevzuatlar kapsamında bina yüksekliği 12,192 m esas alınmaktadır (IBC, NFPA 5000). Plastik köpük yalıtım malzemelerinin cephelede kullanımında Tip I-II-III-IV arasında geçerli olan belirli hükümler bulunmaktadır (NFPA 5000, 48.4.). Metal kompozit elemanların kullanılmasında ise, 12 m ve 15 m bina yükseklikleri esas alınmaktadır (NFPA 5000, 37.4). Işık geçirgen plastikler ise ASTM D 1929 standardına göre test edilmelidir (NFPA 5000, 48.7). |
| İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999) | Bina yüksekliği 18 m ve binalar arası sınır mesafesi 1 m esas alınmaktadır; şekiller ile mevzuat okunabilirliği artırılmıştır (BS 9999, 35.7). İngiltere mevzuatları kapsamında bulunan BS 8414-1 ve BS 8414-2 büyük ölçekli test standartları da cephe sistemlerinin incelenmesine olanak sağlamaktadır. |
| Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force) | Bina yüksekliği 15 m ve binalar arası sınır mesafesi 1 m esas alınmaktadır. Sınıra olan mesafe 1 m'den büyükse yanmaz malzeme kullanım gerekliliği bina kullanım sınıfı, kat yüksekliği ve kullanılan metrekare alanlarına göre değişkenlik göstermektedir. Bitiş malzemesi en az 9 mm ahşap olmalı veya 0 sınıfı (BS 476 Part 6 & 7) olmalı veya B sınıfı (EN 13501-1) olmalıdır (Chapter 3.5). |
| Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code) | Bina yüksekliği 7 m ve binalar arası sınır mesafesi 1 m esas alınmaktadır. Bina kullanım sınıfları da belirleyici olmaktadır. Fakat belirli durumlarda bu çizelge verileri dikkate alınmamaktadır. Bu durumlar; yüzey bitişlerinde 1 mm'den fazla kalınlıkta malzeme kullanıp arka yüzeyde yanmaz bir malzeme bulunması veya dış duvar sistemi NFPA 285* test standardına göre uygun sonucu alması veya 25 m ve daha az binalarda otomatik söndürme sistemlerinin bulunmasıdır (NZBC, 5.8). *NFPA 285 Standard Fire Test Method for Evaluation of Fire Propagation Characteristics of Exterior Non-Load-Bearing Wall Assemblies Containing Combustible Components |
| BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code) | Cephelede malzeme ve sistem önerilerinde belirli deney düzeneklerinin yapılması gerekmektedir. Deney düzeneklerinin ise NFPA, BS, ISO, EN, ASTM, UL ve FM kodları kapsamında yapılması ve sonuçlarının uygunluğunun sağlanması gerekmektedir. Cephe malzemelerinde (kompozit paneller, mantolama sistem, polikarbonatlar, sandviç paneller GRC, GRFC, GRP kaplamalar ve cam giydirme cephele) bina kullanım sınıfına göre değişen kullanım gereklilikleri malzeme ve sistem onayı olarak kullanılabilir (Chapter 1.4) |
| Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC) | Mevzuat çerçevesinde oluşturulmuş risk sınıflandırılmasında, A (yangın riski en ağır) ve B tip bina sınıflandırılmasında dış duvarların yanmaz malzemelerden oluşturulması gerekmektedir. C (yangın riski en hafif) tipi binalarda, dış duvar yapımında ahşap gibi yanıcı malzemelere izin verilmektedir (NCC Vol 1, Specification C1.1). |

Tablo 4. Mevzuatların yatay yangın bariyerleri yönünden analizi

| Mevzuatlar | Yatay Yangın Bariyerleri* |
|--|--|
| Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY) | Geleneksel cephe sistemlerinde, bina yüksekliği 6,50 m'den fazla olan binalarda, pencere ve benzeri boşlukların yan kenarları en az 15 cm ve üst kenarı en az 30 cm eninde hiç yanmaz malzeme ile yangın bariyerleri oluşturulmalıdır (BYKHY, Madde 27). |
| ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000) | Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalıdır. Dış duvar yalıtım ve bitiş sistemlerinde ise büyük ölçekli deney standardına ve EIFS standartlarına uyulmalıdır. |
| İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999) | Cephe açıklıklarında (pencere alt ve üst sınırları gibi), katlar arası cephe açıklıklarında en az 30 dakika yangına dayanıklı olacak şekilde bariyerler kullanılmalıdır. Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalı ve kompartıman niteliklerine göre uygun önlemler alınmalıdır (BS 9999, Figure 35). |
| Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force) | Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalı ve kompartıman niteliklerine uygun önlemler alınmalıdır. Ancak cephe içi boşluklarda en az yarım saat yangına dayanıklılık sağlanmalıdır. Rijit ve sıkı bağlantılar için yangın durdurucu elemanlar (BS 476-Part 20 ve kabul edilen standartlara uygun) kullanılmalıdır (Chapter 3.11). <i>BS 476-Part 20 Fire tests on building materials and structures. Method for determination of the fire resistance of elements of construction (general principles)</i> |
| Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code) | Yangın bariyerlerinin kompartıman içinde kalan boşlukların tamamında uygulanması gerekmektedir. Bu boşlukların kapsamına giydirmeye cephe ve duvar, döşeme birleşimleri de girmektedir. Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalı ve kompartıman niteliklerine göre uygun önlemler alınmalıdır. Yanıcılık özelliği bulunan ısı yalıtımlı cephelerde üç veya daha fazla katlı binalar için mineral yünü yangın önleme bariyerleri (en az 50 mm) gerekmektedir. Yangın önleme bariyerleri iki katı aşmayacak şekilde cephede düzenlenmelidir (NZBC, 5.7). |
| BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code) | Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalı ve kompartıman niteliklerine uygun önlemler alınmalıdır. Cephe sisteminde havalandırma bulunan elemanlarda intümesan mastik elemanlarla kullanılmaktadır. Ürünlerin uygun test standartları ile onaylanmış olması gerekmektedir. Cephe döşeme birleşimlerinde bariyer oluşturulurken, ısı yalıtım malzemesi ile en az 100 mm yükseklik sağlanmalıdır (Chapter 1.3). |
| Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC) | A tip binalarda döşeme ve cephe elemanlarının birleştiği noktalarda yanmaz malzemelerle birlikte sızdırmazlık özelliğinin sağlanması gerekmektedir. Bina statik ve ısı genleşme hareketlerine duyarlı olacak şekilde dumanın ve alev yayılmasının engellenmesi gerekmektedir. Yangın bariyerlerinin tasarımında özellikle katman malzemelerinin belirlenmesinde performans dayalı sistem çerçevesinde kullanımı bilinmelidir. |

*Yatay yangın bariyerleri kapsamında pasif yangın durdurucular ve yalıtım sistemleri ele alınmıştır.

Tablo 5. Mevzuatların cephe açıklıkları yönünden analizi

| Mevzuatlar | Cephe Açıklıkları |
|--|---|
| Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY) | Tüm cephe yapım sistemlerinde, iki katın pencere gibi korunumsuz boşlukları arasında düşeyde en az 100 cm yüksekliğinde yangına dayanıklı cephe elemanı ile dolu yüzey oluşturulmalıdır veya cephe iç kısmında 2 m aralıklarla cepheye en az 1,5 m mesafede otomatik söndürme sistemi bulunmalıdır. Giydirme cephe sistemlerinde cephe elemanları ve döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara geçişini engelleyecek şekilde döşeme yangın dayanımı sağlayacak süre kadar yalıtılmalıdır (BYKHY, Madde 27). Açık dış kaçış merdivenlerinin herhangi bir bölümünde yanlardan yatay ve alttan düşey uzaklık olarak 3 m içerisinde merdiven özelliklerinden daha az korunumlu kapı ve pencere gibi duvar boşluklarına izin verilmemelidir (BYKHY, Madde 42). |
| ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000) | Otomatik söndürme sistemleri bulunmayan 4'ten fazla kata sahip olan binalarda açıklıklar, diğer katın açıklıklarından ayrılmalıdır. Açıklıkların korunması esas olarak; 1 saat yangına dayanıklı 915 mm spandrel bölge olarak yapılmalı veya yatayda 1 saat yangına dayanıklı 760 mm bariyer ile alev ve duman cepheden uzaklaştırılacak şekilde detay çözüm önerileri geliştirilmelidir. Korunumsuz cephe açıklıklarının belirli yangına dayanım sürelerinin sağlanması gerekmektedir (NFPA 5000, 37.1.4). |
| İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999) | Cephe ve kompartıman döşemesi birleşimleri yangın durdurucu elemanlar ile donatılmalıdır. Yanıcı yalıtım malzemesi kullanıldığında cephe açıklık etrafında en az 1 mm kalınlığında bitiş malzemesi kullanılmalıdır. Kullanımda ise açıklığın bulunduğu cephenin en az yarısının alanı kadar olmalıdır (BS 9999, 35.2). |
| Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force) | 24 m ve üstü yerleşim yüksekliğinde bulunan binaların katları birbirinden ayrılmalıdır. En az 1,5 m yüksekliğinde 1 saat yangına dayanıklı spandrel bölge veya en az 60 cm yatay uzunlukta 1 saat yangına dayanıklı yatay yangın bariyerleri ile donatılmalıdır (Chapter 3.5). |
| Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code) | Katlar arası açıklıkların bulunduğu kat döşemelerinde, yangından korunma önlemleri alınmalıdır. Spandrel bölge veya yatay koruma önlemlerinin bu bağlamda düşünülmesi gerekmektedir. Bina kullanım sınıflarına göre farklı öneriler getirilmektedir. Yatay koruma ve spandrel yüksekliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Ancak binada aktif söndürme sistemlerinin olması spandrel veya yatay koruma önlemlerinin gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır (NZBC, 5.7). |
| BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code) | Katlar arası açıklıklarda yangın yayılmasının engellenmesine yönelik önlemler alınmalıdır. Yangına en az 60 dakika dayanıklı 914 mm spandrel boşlukların kapatılması veya yangına en az 60 dakika dayanıklı 760 mm yatay koruyucu bariyerlerin olması gerekmektedir. Spandrel panellerin en az 60 dakika dayanıklı olması, taşıyıcı elemanlarının da aynı nitelikte olması gerekmektedir (Chapter 1.4). |
| Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC) | Cephe açıklıklarının yangına dayanımının sağlanmasında A tip binalar riskli olarak değerlendirilmektedir. A tip binalarda; spandrel boşlukları, 60/60/60 FRL (fire resistance level) yangın dayanımına sahip en az 900 mm yüksekliğinde ve en az 600 mm ara kat döşemesi üst mesafesinde konumlandırılmalıdır. Bu önermeye alternatif olarak, yatay koruma elemanları, 60/60/60 FRL yangın dayanımına sahip açıklığın en az 450 mm uzağında en az 1100 mm yatay uzunlukta elemanlarla önlenmelidir. Spandrel boşlukların ve yatay elemanların ortak özelliği ise yanmaz malzemelerle oluşturulması gerekliliğidir. Binada otomatik söndürme sistemleri mevcut ise bu önlemlerin alınması gerekmemektedir (NCC Vol 1, C2.6). |

Tablo 6. Mevzuatların binalar arası mesafeler yönünden analizi

| Mevzuatlar | Binalar Arası Mesafeler |
|--|--|
| Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY) | İtfaiye araçlarının binanın herhangi bir noktasına 45 m mesafeden az olacak şekilde erişiminin sağlanması gerekmektedir (BYKHY, Madde 22). Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği kapsamında binanın parselde oturmasında bahçe çekme mesafeleri gereklerine uyulmalıdır. Dış duvar dayanım sürelerinin belirlenmesinde binalar arası sınır mesafesi 2 m olarak ele alınmıştır. |
| ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000) | Binalar arası kritik uzaklık sınırları çerçevesinden yaklaşık 1 m olarak belirlenmiştir. 1 m veya daha az mesafeden korunumsuz cephe açıklıklarına izin verilmemektedir. Binalar arası mesafe 1 m'den büyük olduğunda, cephelerde istenilen korunumsuz açık alan yüzdesi bina kullanım sınıfı ve bina yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir (NFPA 5000, 7.3.5). |
| İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999) | Binaların arasındaki kritik sınır mesafesi 1 m olarak ele alınmaktadır. Bu mesafe dış duvar katman malzemelerinin cephede kullanımını etkilemektedir. 1 m'den az sınır değerinde olanlar için cephe açıklıklarında kullanılan camlar yangın geciktiricili olarak seçilmelidir. 1 m'den fazla sınır mesafesine göre, bina kullanım ve yüksekliğine bağlı olarak cephelerde istenilen korunumsuz açıklıkların oranları belirlenmektedir (BS 9999, 35.5). |
| Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force) | Cephelerde alınması gereken kritik sınır mesafesi 1 m olarak ele alınmıştır. Cephelerde sınır mesafe, bina kullanım sınıfına, bina yüksekliğine-genişliğine ve cephe geometrisine göre değişmektedir. Cephelerde korunumsuz cephe açıklıklarına bina yüksekliğine-genişliğine, cephe geometrisine ve referans düzlem mesafesine göre izin verilmektedir (Annex 3B). |
| Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code) | Binaların arasındaki kritik sınır mesafesi 1 m olarak ele alınmaktadır. Bu sınır mesafe dış duvar katman malzemelerinin cephede kullanımını ve korunumsuz cephe açıklık oranlarını etkilemektedir. 1 m'den az sınır değerinde olanlar için cephe açıklıklarında kullanılan camlar yangın geciktiricili olarak seçilmelidir. Kritik sınır mesafesi 1 m'den fazla olan binalarda, bina kullanım sınıfı, açı faktörü ve otomatik söndürme sistemlerinin olmasına göre cephelerde korunumsuz açıklık oranları değişmektedir. Mevzuat çerçevesinde, cephe genelinde korunumsuz cephe açıklıklarında yüzdelik sistemle birlikte, maksimum korunumsuz açıklıkların alan gereklilikleri verilmiştir (NZBC, 5.5). |
| BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code) | Binalar arası kritik uzaklık sınırları çerçevesinden yaklaşık 1 metre olarak belirlenmiştir. 1 m veya daha az mesafeden korunumsuz cephe açıklıklarına izin verilmemektedir. Binalar arası sınır mesafe 1 m'den büyük olduğunda, cephelerde istenilen korunumsuz açık alan yüzdesi bina kullanım sınıfına ve otomatik söndürme sistemlerinin kullanılma durumuna bağlı olarak değişmektedir (Chapter 1.2). |
| Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC) | Cephelerde açıklık oranlarının belirlenmesinde, komşu binalara ve yangın kaynaklarına olan mesafeler önemli olmaktadır. Bu mesafenin belirlenmesinde belirli kurallar bulunmaktadır. Sınırları tahsis edilmiş bir alanın arka ve yan sınırlarından uzaklık 3 m, yol, akarsu, göl vb. yere bitişik uzaklık 6 m, aynı alanda bulunan diğer binalardan uzaklık 6 m mesafelerinde konumlandırılmalıdır. (Ancak bazı bina kullanım sınıflarında bu nitelikler aranmamaktadır.) Binalar yukarıda verilen mesafelere göre ayrılmamışsa, binaların önceden belirtilen FRL'ye (fire resistance level) sahip duvarlarla ayrılması ve tüm açıklıkların otomatik söndürme sistemleri ile korunması veya kendi kendine kapanabilen bariyerlerle desteklenmesi gerekmektedir. Cephe açıklıklarının değerlendirilmesinde bina dış duvarı; farklı bir bina kompartıman alanı ilişkisinde, binanın açısına bağlı olarak binalar arası sınır mesafe değişmektedir. Cephe ve diğer bina arasındaki açı arttıkça istenilen sınır mesafesi azalmaktadır (NCC Vol 1, Part C3). |

Tablo 7. Mevzuatların dış duvar dayanım süreleri yönünden analizi

| Mevzuatlar | Dış Duvar Dayanım Süreleri |
|--|---|
| Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY) | Cephelelerde yangına dayanım süresi belirlenirken yük taşıyıcı duvarlarda R (yük taşıma kapasitesi), yük taşımayan dış duvarlarda ise REI (yük taşıma kapasitesi, bütünlük, yalıtım) süreleri istenmektedir. Yük taşımayan dış duvar tasarımında, 2 m sınır mesafesi esas alınmaktadır. Dış duvarların yangına dayanım süresi 2 m sınır mesafesine, bina kullanım sınıfına ve bina yüksekliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması durumunda, dış duvar dayanım süreleri azalmaktadır (BYKHY, Ek-3/B, Ek-3/C). |
| ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000) | Taşıyıcı olan dış duvarlar ve taşıyıcı olmayan dış duvarlar olarak farklı dayanım süreleri istenmektedir. Taşıyıcı olan dış duvarların dayanım süresi bina kullanım sınıfına bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, binalar arası mesafe de önemli bir kriter olmaktadır. Taşıyıcı olan dış duvarlarda istenilen dayanım süresi daha fazla olmaktadır. Taşıyıcı olmayan dış duvarlarda aranan dayanım süreleri de binalar arası mesafeye ve bina kullanım sınıfına göre değişkenlik göstermektedir (NFPA 5000, 7.3-7.4). |
| İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999) | Dış duvarlarda yangına dayanım sürelerinin belirlenmesinde yatay uzaklıkta 1 m esas alınmaktadır. Sınır mesafesine göre 1 m'den az veya fazla olmasına göre yangına dayanım süresi değişmektedir. Mevzuat çerçevesinde, binalar risk gruplarına ayrılmıştır. A (ofisler ve endüstriyel tesisler), B (ticari amaçlı binalar, sergiler, müzeler, eğlence merkezleri, toplanma amaçlı binalar), C (konutlar, konaklama alanları) ve D (sağlık binaları vb.) grupları bulunmaktadır. Grupların risk gerekliliklerine uygun olarak dış duvarlarda yangına dayanım süresi aranmaktadır. Otomatik söndürme sistemlerinin olması ve bina içi havalandırma olanakları yangına dayanım sürelerini belirlemektedir. Bina yüksekliği arttıkça, yangına dayanım süreleri de artmaktadır (BS 9999, 30.2). |
| Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force) | Dış duvarlarda yangına dayanım süresi en az 1 saat olmalıdır. Bina kullanım sınıfları, bina yükseklikleri, kat alanı, katın hacmi, otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması yangına dayanım sürelerini etkilemektedir. Yüksek tehlikeli depolama alanlarında yangına dayanım süresi 4 saate kadar yükselmektedir (Table 3.3A). Farklı yüksekliklere sahip bitişik nizam binalarda; yüksek binanın cephesi alçak binadan 9 m yüksekliğinde 1 saat yangına dayanıklı olmalıdır veya alçak binanın çatısı yüksek bina cephesinden 5 m mesafe uzunluğunda 1 saat yangına dayanıklı olmalıdır (Chapter 3.5.). |
| Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code) | Bina kullanım sınıflarında AS1'den başlayarak AS7'ye kadar olan sınıflandırmada yangına dayanım süreleri değişkenlik göstermektedir. Aynı zamanda <i>life rating</i> ve <i>property rating</i> tanımlamaları ile iki farklı dayanım süreleri aranmaktadır. Bu süreler farklı kullanıma sahip binalarda değişkenlik göstermektedir. Binalar arası sınır mesafesi 1 m olarak ele alınmıştır. Genel olarak sınır mesafeden az olan uzaklıklara sahip olan veya 10 m'den fazla yüksekliği bulunan binalarda korunumsuz cephe açıklıklarına izin verilmemektedir (NZBC, 2.3). |
| BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code) | Dış duvar dayanım süreleri NFPA 5000 çerçevesinde ele alınmıştır. Dış duvar dayanım süreleri bina kullanım sınıfına ve yatay uzaklık sınır mesafelerine bağlı olarak değişmektedir. Dış duvar dayanım süreleri ile birlikte cephe açıklıklarında bir kademe azaltılarak yangına dayanıklılık süreleri istenmektedir (Chapter 1.2). |
| Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC) | Dış duvar dayanım sürelerinde duvarın yük taşıyıcılığı üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Bina kullanım sınıfları dış duvar dayanım sürelerini belirlemektedir. Yük taşıma kapasitesi, bütünlük ve yalıtım kriterleri ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Mevzuat kapsamında; A, B ve C risk gruplamasında kullanım sınıfına göre binalarda farklı dayanım kriterleri aranmaktadır. Katman içindeki malzemelerin türlerine ve kalınlıklarına göre yangına dayanım süreleri değişmektedir (NCC Vol 1, Specification C1.1). |

Tablo 8. Mevzuatların otomatik söndürme sistemleri yönünden analizi

| Mevzuatlar | Otomatik Söndürme Sistemleri |
|--|---|
| Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY) | Otomatik söndürme sistemleri gerekliliği yapı yüksekliği ve binanın kullanım sınıfına göre değişkenlik göstermektedir. Yapı yüksekliği 30,50 m'yi geçen konut harici binalarda ve yapı yüksekliği 51,50 m'yi geçen konut binalarında otomatik söndürme sistemleri yapılmalıdır. Birden fazla katlı bina içerisindeki yatılan oda sayısı 100'ü veya yatak sayısı 200'ü geçen otellerde, yurtlarda, pansiyonlarda, misafirhanelerde ve yapı yüksekliği 21.50 m'den fazla olan bütün yataklı tesislerde yapılması gerekir. Toplam alanı 2000 m ² 'den fazla olan katlı mağazalarda, alışveriş, ticaret, eğlence alanlarında ve toplam alanı 1000 m ² 'den fazla olan kolay alevlenici ve parlayıcı madde üretilen veya bulundurulmuş yapılar otomatik söndürme sistemleri gerekmektedir (BYKHY, Madde 96). |
| ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000, NFPA 101, NFPA 13) | Otomatik söndürme sistemleri kapsamında, NFPA 101* ve NFPA 13** kodlarını incelemek gerekmektedir. Kodlar kapsamında uygulama ve denetleme standartları bulunmaktadır. Kullanım sınıfı ve kat sayıları otomatik söndürme sistemi gerekliliğini etkilemektedir. Apartman binalarında 4 kat ve üzeri katlarda otomatik söndürme sistemleri yapılması gerekmektedir (Çok farklı gereklilikler olması sebebiyle içerik kısa tutulmuştur). *NFPA 101 Life Safety Code **NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems |
| İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999, BS EN 12845) | Kurumsal binalar, otoparklar ve diğer konaklama binaları dışında olan tüm binaların yüksekliği 30 m'yi aşması durumunda otomatik söndürme sistemleri yapılması gerekmektedir. Ayrıca kompartıman alanı gerekli sınır değerleri aşması durumunda otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gerekmektedir. Otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması istenilen kompartıman alanında genişletme yapabilmektedir. |
| Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force) | Konut binaları dışında tüm bina kullanım sınıflarında 24 m'yi aşması durumunda otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Kompartıman sınır mesafelerinin artması ve bina kullanım sınıfına bağlı olarak otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması gerekliliği değişkenlik göstermektedir (Chapter 6.4). |
| Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code) | 25 m yüksekliği geçen tüm binalarda veya gerekli kompartıman alanının aşıldığı binalarda otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gerekmektedir. Bakım ve inceleme alanlarında (AS6) genellikle otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gerekmektedir. |
| BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code) | Bina kullanım sınıfı, bina yüksekliği ve kullanım alanı (metrekare) olarak otomatik söndürme sistemlerine ait gereklilikler farklı olmaktadır. Binalar temel olarak yüksek (23 m'den fazla olan), orta yükseklikte (15 m ve 23 m aralığında olan) ve düşük yükseklikte (15 m'den az olan) olarak ayrılmış ve ayrılan binalar neticesinde otomatik söndürme sistemlerine dair gereklilikler sunulmuştur. Gereklilikler yangından korunma yöntemleri olarak aktif söndürme sistemlerinin tamamını kapsamaktadır (Chapter 9) |
| Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC) | Bina etkin yüksekliği 25 m'den fazla olan binalarda veya yangın kompartıman sınırının aşıldığı binalarda otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gerekmektedir. Yangın kompartıman sınırları ise bina kullanım sınıflarına göre değişkenlik göstermektedir (NCC Vol 1, Specification E1.5). |

6. Değerlendirme ve Sonuç

Yangının ortaya çıkmasında ve yayılmasında bina cepheleri aktif rol oynamaktadır. İç mekân ve dış ortam ilişkisinde aracı konumunda olan cephelerde yangın ve duman davranışlarının doğru şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Yangına müdahalenin büyük ölçüde cepheler üzerinden yapıldığı düşünüldüğünde cephe yangın güvenlik önlemlerinin önemi bir kat daha artmaktadır.

Gelişen yapı sistemleri ve teknolojileri sayesinde gün geçtikçe farklı cephe malzemeleri ve tasarım önerileri ortaya çıkmaktadır. Alanında uzman kişilerden beklenen, malzemelerin yangın performanslarının tespit edilmesi ve projenin gereklerine uygun şekilde kullanılmasının sağlanması yönünde olmaktadır. Cephe yangın dinamiğinin çözümlenmesi ve yangın anındaki malzeme davranışlarının tespit edilmesi de bu hususta önemli olmaktadır. Malzemenin yangına tepki sınıfının ve malzemenin sistem içi yangın davranışının bilinmesi cephe yangın güvenlik önlemlerinin doğru şekilde kurgulanmasında en temel gerekliliktir. Yangının ortaya çıkması ve yayılmasına yönelik önlemler de cephe yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde ele alınmalı ve değerlendirilmeli ve projeye aktarılmalıdır.

Cepheelerde yangın güvenlik önlemlerine yönelik aktif ve pasif güvenlik önlemleri ülke mevzuatları çerçevesinde belirlenmektedir. Ülke mevzuatları uyulması gereken asgari koşulları ortaya koymaktadır. Ülkemizde 2002 yılı ile yürürlüğe girerek 2007, 2009 ve 2015 yıllarında çeşitli düzenlemeler geçiren hükme dayalı (prescriptive based) bir mevzuat olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ele alınmıştır. Çalışma kapsamında; cephe yangın güvenlik önlemlerine yönelik cephe malzemeleri, yatay yangın bariyerleri, cephe açıklıkları, binalar arası mesafeler, dış duvar dayanım süreleri ve otomatik söndürme sistemleri ele alınmış ve analizleri yapılmıştır. Ülkemiz mevzuatı, yangın güvenlik önlemleri kapsamında gelişmiş olan ülkelerin mevzuatları ile karşılaştırılmıştır. Uluslararası mevzuatlar ele alındığında, hükme ve performansa dayalı mevzuat gereklilikleri arasında büyük farklılıklar bulunduğu gözlemlenmiştir. Cephe yangın güvenlik önlemlerinde tasarım ürünü olarak farklı alternatiflerin bulunması performansa dayalı mevzuatların gelişimini destekler niteliktedir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Arap Emirlikleri ve Yeni Zelanda yangın mevzuatlarında performansa dayalı yaklaşımların, alternatif çözümlerin ve projeye özgü detayların gelişimleri ön plana çıkmaktadır.

Ülkemiz yangın mevzuatında cephe yangın güvenliğine yönelik alınması gereken önlemler diğer gelişmiş ülke mevzuatları ile kıyaslandığında daha temel düzeyde bulunmuştur. Özellikle *yapı yüksekliklerine göre malzeme kullanımı, cephe açıklıklarının detaylandırılması ve otomatik söndürme sistem kullanımlarına* yönelik belirleyici hükümlerin cephe yangın güvenlik önlemleri

kapsamında dikkat edilmesi gereken nitelikler olarak tespit edilmiştir. Bu hususta ülkemiz yangın mevzuatına biçimsel olarak benzeyen başlıca İngiltere ve Singapur mevzuatları ile uluslararası mevzuatlar esas alınarak güçlendirici önerilerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Günümüzde yaşanmakta olan cephe yangınları, cephe yangın güvenlik önlemlerinin tekrar ele alınmasını gündeme getirmiştir. Yaşanan can ve mal kayıpları konunun önemini açıklamaktadır. Bu hususta belirleyici olan ülkemiz mevzuatının tekrar ele alınarak konu kapsamında incelenmesini ve gelişmiş ülke mevzuatları ile değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Çalışma kapsamında, tasarımcı ve uygulamacıların cephe yangın güvenlik önlemlerine yönelik bilinçlendirilmesi ve yol gösterici mevzuatların ele alınarak iyileştirmelerinin yapılması sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

- Acceptable Solutions and Verification Methods. (2017). *Ministry of Business, Innovation & Employment*. New Zealand.
- Altındaş, S., Demirel, F. (2011). Dış Cephelerde Yangından Korunma Önlemleri. *TÜYAK 2011-Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi*, İstanbul.
- Arpacıoğlu, Ü. (2004). Cephe Yangınları ve Cephe Kaplamalarının Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. *Çatı ve Cephe Fuarı*, CNR, İstanbul.
- BBRI, (2002). *Ventilated Double Facades*. Department of Building Physics, Indoor Climate & Building Service, Belgian, Building Research Institute, Belgium.
- BBRI, (2011). *Les Revêtements de Facade en Bois et en Panneaux à Base de Bois*. Centre Scientifique Et Technique De La Construction Brussels, Technical Information Note. 243.
- BS 9999:2017. (2017). Fire Safety in the Design, Management and Use of Buildings. Code of Practice. *The British Standard Institution*. England.
- BS EN 12845:2015. (2015). Fixed Firefighting Systems. Automatic Sprinkler Systems. Design, Installation and Maintenance. *The British Standard Institution*. England.
- BYKHY, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik. (2007, 27 Kasım). *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 5243.
- Chow, C.L. (2013). A Qualitative Investigation on Double-Skin Facade Fires. *1st International Seminar for Fire Safety of Facades*, Paris.
- Chow, W.K., Hung, W.Y. (2006). Effect of Cavity Depth on Smoke Spreading of Double Skin Facade. *Building and Environment*, 41(7).
- Code of Practice for Fire Precautions in Buildings 2018, (2018). *Singapore Civil Defence Force*, Singapore.
- Collwell, S., Baker, T. (2013). Fire Performance of External Thermal Insulation for Walls of Multi-Storey Buildings. Third edition, England, *Building Research Establishment BRE*, 10-16.
- Egan, M.D. (1978). *Concepts in Building Fire Safety*, A Wiley Interscience Publication.
- Forest & Wood Products Australia. (2011). Fire Safety Engineering Design of Combustible Facades. Australia, *Exova Warringtonfire Aus Pty Ltd*, 2-19.
- Giraldo, M.P., Lacasta, A., Avellaneda, J. and Burgos, C. (2013). Computer-Simulation Study on Fire Behaviour in the Ventilated Cavity of Ventilated Facade Systems. *1st International Seminar for Fire Safety of Facades*, Paris.
- Güleşen, E., Yılmaz, M.H. (2018). Yangın Emniyeti ve Cephe Tasarımı. *9. Ulusal Çatı & Cephe Konferansı*, Bakırköy, İstanbul.
- İnternet: Backdraft Harrison NJ, Url-1: <https://www.youtube.com/watch?v=B5wvCvmXnLs>, (Erişim Tarihi: 28.04.2020).

- Jensen, G. (2013). Fire Spread Modes and Performance of Fire Stops in Vented Facade Constructions - Overview and Standardization of Test Methods. *1st International Seminar for Fire Safety of Facades*, Paris.
- Kanan, N.Ö. (2014). Enerji Verimli Cephe Sistemlerinin Yangın Anındaki Davranışı: Cephe Yangınları. *Yalıtım Dergisi*, 136, 48-56.
- Kıasfı, G.Ç. (2016). Enerji Etkin Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Yangın Performansını İyileştirecek Yöntemler. 8. *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*, Fındıklı, İstanbul.
- Kılıç, A. (2012). Cephe Kaplamaları ve Cephe Yangın Güvenliği. *Yangın ve Güvenlik*, 152, 8-10.
- Lahtela, T. (2018). Preventing Attic Fires by Using Fire-Resisting Eaves. *PUUINFO Technical Information*, 1, 13.
- Mendis, P., Ngo, T., Haritos, N., Hira, A., Samali, B. and Cheung, J. (2007). Wind loading on tall buildings. *Electronic Journal of Structural Engineering*. EJSE Special Issue: Loading on Structures, 41-54.
- Mikkola, E. (2013). Fire Safety of Wooden Balconies, Facades and Eaves. *1st International Seminar for Fire Safety of Facades*, Paris, 23-30.
- National Construction Code Volume 1, (2019). Amendment 1. *Australian Government Agency*, Australia.
- National Construction Code Volume 2. (2019). *Australian Government Agency*, Australia.
- NFPA 101. Life Safety Code. (2018). *NFPA, Massachusetts, USA*.
- NFPA 13. Standard for the Installation of Sprinkler Systems. (2019). *NFPA, Massachusetts, USA*.
- NFPA 5000. Building Construction and Safety Code. (2018). *NFPA, Massachusetts, USA*.
- O'Connor, D.J. (2008). Building Facade or Fire Safety Facade. *Council On Tall Buildings And Urban Habitat Journal*, 2, 30-39.
- O'Connor, D.J. (2016). The Building Envelope: Fire Spread, Construction Features and Loss Examples. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 86, 3242-3282.
- Ogino, A. (2019). *Assessing Leap-Frog Risk: A New Testing Method*. Building Enclosure Webinar, USA.
- Serteser, N. (2004). *Yanan Binadan Karşısındaki Binaya Işınımın Yangının Yayılımının Önlenmesi İçin Güvenli Sınır Mesafesinin Belirlenmesinde Bir Model Önerisi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- UAE Fire and Life Safety Code of Practice. (2018). *United Arab Emirates Ministry of Interior*. UAE.
- Underwriters Laboratories Inc., (2007). *Fire resistance directory Issue: 2A*. Underwriters Laboratories Inc. Northbrook, Illinois.
- Vagglio, J., Patterson, M. (2011). Double Skin Facade Designs on the Rise in North America. *Architects Guide to Glass and Metal Magazine*, 25, 4, 8-13.
- Wade, C.A., Clampett, J.C. (2000). Fire Performance of Exterior Claddings. *Fire Code Reform Centre*. Sydney, Australia, Project Report. FCRC PR 00-03.
- Xin, H., Zhaopeng, N., Lei, P. and Ping, Z. (2013). *Experimental Study of Fire Barriers Preventing Vertical Fire Spread in ETISS*. 1st International Seminar for Fire Safety of Facades, Paris.
- Yaman, M. (2019). *Cephe Yangın Güvenlik Önlemleri Kapsamında Ulusal ve Uluslararası Büyük Ölçekli Test Standartlarının Karşılaştırmalı Analizi*. Cumhuriyet 1. Uluslararası Teknik Bilimler Kongresi, Sivas.
- Yaman, M., Kurtay, C. (2019). *Mimaride Kullanılan Fotovoltaik Sistemler İçin Yangın Güvenlik Önlemleri*. TÜYAK 2019-Uluslararası Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul.
- Yangın Güvenliği Mühendisliği-Bölüm 6: Yapısal Tepki ve Yangının Kaynaklandığı Kapalı Hacimden Etrafa Yayılması. (2010). *Türk Standartları Enstitüsü*, TSE ISO/TR 13387-6.
- Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, (2013, 10 Temmuz). *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 28703.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 2(1), 109-119, 2020
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>




Araştırma Makalesi / *Research Article*

Analysis of Climatic Parameters of Tunceli-Bingol and Mus Provinces with Meteorological Data

Ayşe BICER*

* Department of Bio Engineering, Malatya Turgut Ozal University, Malatya , 44210, Turkey

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process | |
|--|--|------------|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding author : ayse.bicer@ozal.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-4514-5644 , A. Bicer | Geliş Tarihi / Received Date : | 04.05.2020 |
| | Revizyon Tarihi / Revision Date : | 20.06.2020 |
| | Kabul Tarihi / Accepted Date : | 28.06.2020 |
| | Yayın Tarihi / Published Date : | 15.07.2020 |
| Alıntı / Cite : Bicer A. (2020). Analysis of Climatic Parameters of Tunceli-Bingol and Mus Provinces with Meteorological Data, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 2(1), 109-119. | | |

Abstract

In this study, climatic parameters such as pressure, temperature, humidity, wind speed, solar radiation and sunshine duration of Tunceli, Bingol and Mus provinces in Eastern Anatolia region were examined and modeled within the scope of a 15-year observation period. Linear regression analysis was used for modeling of the climatic parameters. The following issues have been identified with the use of the determined models: i) It can help the studies to be carried out on the effects of climate conditions within the scope of the environment and energy. ii) For the coming years, the forecasts for the provinces in question can be made. iii) Solar energy has come to the forefront as an alternative energy potential for the provinces analyzed.

Keywords: Meteorological data, Climatic parameters, Tunceli, Bingol, Mus.

Tunceli-Bingöl ve Muş İllerinin Meteorolojik Verilerle İklim Parametrelerinin Analizi

Özet

Bu çalışmada, Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Tunceli, Bingöl ve Muş illerinin, basınç, sıcaklık, nem, rüzgar hızı, güneşlenme şiddeti ve güneşlenme müddeti gibi iklim parametrelerini 15 yıllık bir rasat süreci için incelendi ve modelleme yapıldı. İklim parametreleri modellemesinde lineer regresyon analizi kullanıldı. Belirlenen modellerin kullanımı ile i) iklim şartlarının çevre ve enerji üzerindeki etkileri konusunda yapılacak çalışmalara yardımcı olabileceği, ii) gelecek yıllar için söz konusu illerin iklim yapıları ile ilgili tahminlerinin yapılabileceği, iii) incelenen iller için alternatif enerji potansiyeli olarak güneş enerjisinin ön plana çıktığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Meteorolojik veri, Klimatik parametreler, Tunceli, Bingöl, Muş.

Nomenclature

| | | |
|----|------------------------|-------------------|
| P | hPa] | Pressure |
| T | [°C] | Temperature |
| RH | [%] | Relative Humidity |
| WS | [m/s] | Wind speed |
| SD | [h] | Sunshine duration |
| SI | [cal/cm ²] | Solar radiation |
| Y | - | Year |

1. Introduction

Energy is one of the important factors in the social and economic development of societies. Various forms of energy, especially new and renewable forms of energy, utilize climate conditions as a data source. It is necessary to examine the meteorological data related to the climate in order to determine and develop the energy potential and problems of the settlements today and in the near future, while also offering solutions to their problems. Climate data has gained importance in energy analysis carried out within the scope of heating buildings by architectural means, installation of cooling facilities and planning of agricultural production (Bakirci et al, 2006).

Many studies have been carried out on the climatic parameters both around the globe and in our country. In most of these studies, empirical relations related to air parameters have been developed. Some of these studies are summarized below.

Bakirci et al. (2006) used the meteorology data of Erzurum in energy related studies of the province. Cobanyilmaz and Yuksel (2013) investigated the damage of climate change to settlements and examined the case study of Ankara. Donmez (1984) investigated the general climate structures of the cities. General Directorate of Meteorology -Department of Climatology settled the climate classification structure of Turkey (MGM, 2017). Geymen and Dirican (2016) investigated changes in sea level caused by climate change. Apple et al. (2006) and Sen (1999) made weather forecasting models using meteorological data. Bicer (2019) developed the temperature and humidity models of some provinces in the Euphrates Basin using meteorological data. Yesilata et al. (2004) investigated the effect of dam lakes in the GAP Region on temperature and humidity changes in the provinces of the region. Bacanlı and Tugrul (2016) investigated the effect of Governor Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Dam Lake on the local climate. Emiroglu et al. (1996), Tonbul (1986) and Kadioglu (1994) investigated the effects of Keban Dam Lake, on the climate of Elazig province, in their

separate studies. Bicer and Yildiz (1994) investigated the effects of Atatürk Dam Lake on Sanliurfa province outdoor temperature parameter.

In this study, using the 15-year meteorological data, the climate structures of Tunceli, Bingol and Mus provinces located in the west of Elazig, Bingol, Mus, Van depression area of Eastern Anatolia Region were examined (Figure 1). Modeling was done using linear regression analysis for the parameters of the provinces examined such as pressure, temperature, humidity, wind speed, sunshine intensity and sunshine duration. Using these models, it will be possible to find the estimated values of the weather parameters of the provinces in the coming years and the trend of change according to the years and the effects of weather conditions on the environment, while also having the ability to analyze & explain the energy details.

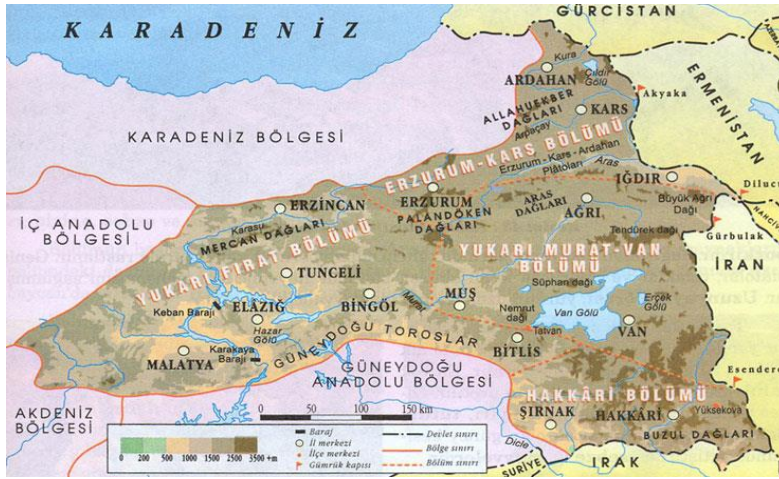


Fig. 1. Location of provinces in the East Anatolia Region of Turkey

2. Material and Methods

Monthly and annual meteorological measurement results of Tunceli, Bingol and Mus provinces as examined in this study were obtained from the General Directorate of State Meteorological Affairs (MGM) and modeled for each of the following air parameters by years

2.1. Pressure

In the 15-year observation process (2005-2019) of the provinces within the scope of the study, the pressure parameter measurement results are shown by years, and the modeling of the change can be seen in Figure 2. Examining this figure, the annual average pressure values for the observation process variance can be seen between 903.1-904.6 hPa for Tunceli, 885.6-888.8 hPa for Bingol and

868.1-870.9 hPa for Mus on a provincial basis. It was observed that this parameter of the provinces remained almost constant during the observation period.

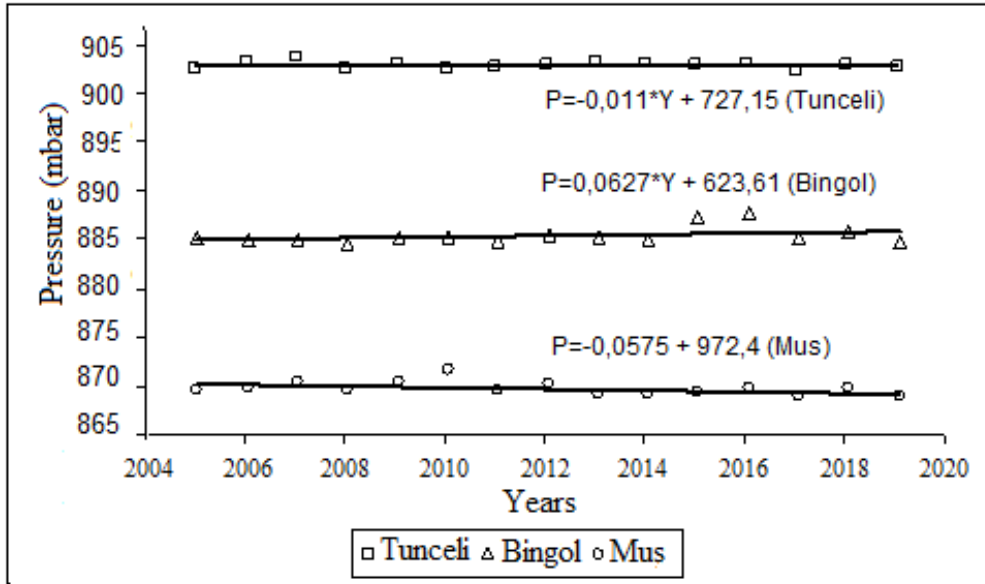


Fig. 2. Change of pressure parameters of provinces by years

2.2. Temperature

The change of the temperature parameter for the determined observation process of the provinces by years can be seen in Figure 3. The temperature equations of the provinces have revealed the increase in temperature and have been decisive for the coming years. As seen in the figure, annual average temperature values varied between 10.2-14.2 °C for Tunceli, 9.5-13.5 °C for Bingol and 6.6-12.0 °C for Mus. It is observed that the slopes, which consist of annual average temperature values, are in an increase, albeit very small.

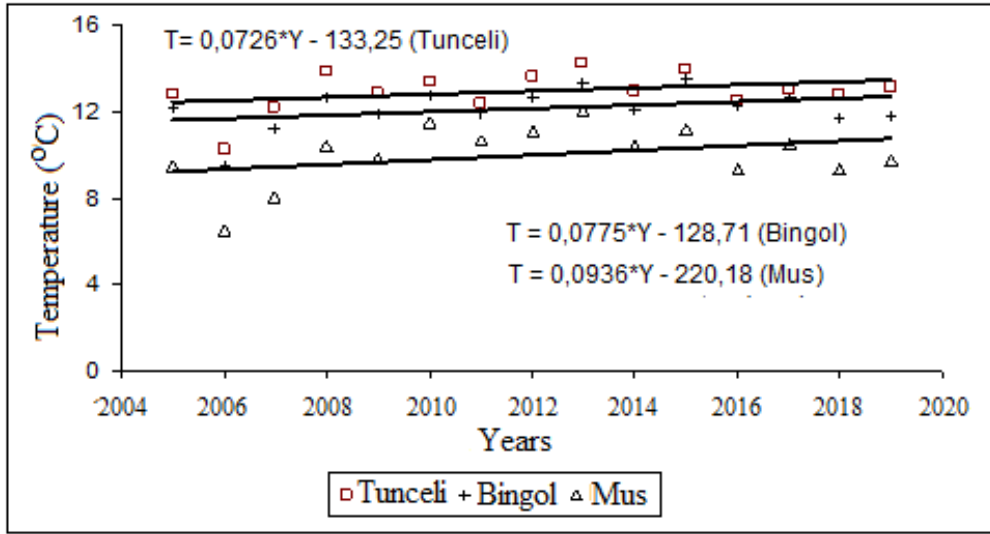


Fig. 3. Change of temperature parameters of provinces by years

2.3. Relative Humidity

The modeling of the annual average humidity parameters of the three is shown in Figure 4 and the humidity difference between the provinces has been revealed and the change in the humidity parameter has been formulated according to the years. As can be seen in the figure, annual average humidity values varied between 51-67 % for Tunceli, 50-61 % for Bingol and 58-68 % for Mus on a provincial basis.

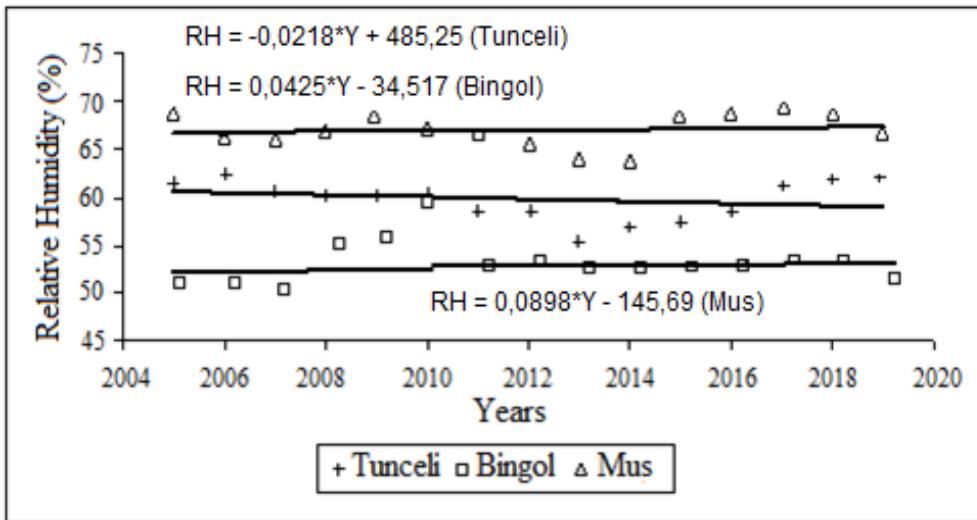


Fig. 4. Change of humidity parameters of provinces by years

2.4. Wind Speed

Wind speed parameter was modeled for the observation process of the provinces within the scope of the study and can be seen in Figure 5. The equations obtained for the change of wind parameters by years will give an idea about the wind potential of the provinces both for the present time and future years. Examining Figure 5, it can be seen that the annual average wind values in the mentioned observation process varied between 1.3-1.6 m/s for Tunceli, 0.8-1.5 m/s for Bingol and 0.9-1.5 m/s. for Mus, on a provincial basis.

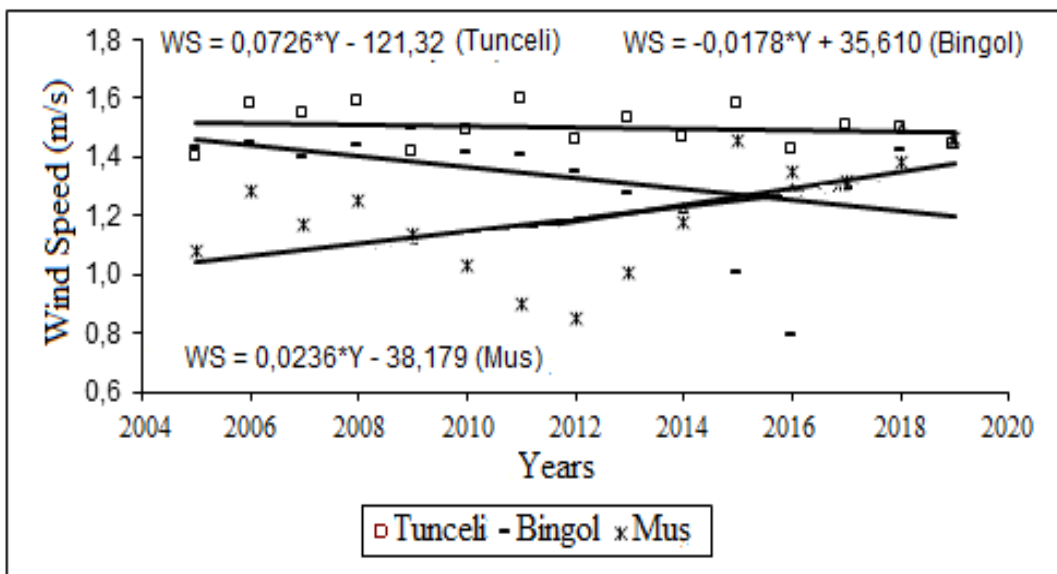


Fig. 5. Change of wind speed parameters of provinces by years

2.5. Sunshine Duration

The sunshine duration parameter change in the observation process of the provinces can be seen in Figure 6, and the sunshine parameter modeling for the three provinces was carried out by years. The equations found give an idea about the sunshine duration of the provinces in the following years. As can be seen in the figure, annual average sunshine duration values in the observation process varies between 6.9-7.9 h/day for Tunceli, 6.2-7.5 h/day for Bingol and 6.3-8.3 h/day for Mus.

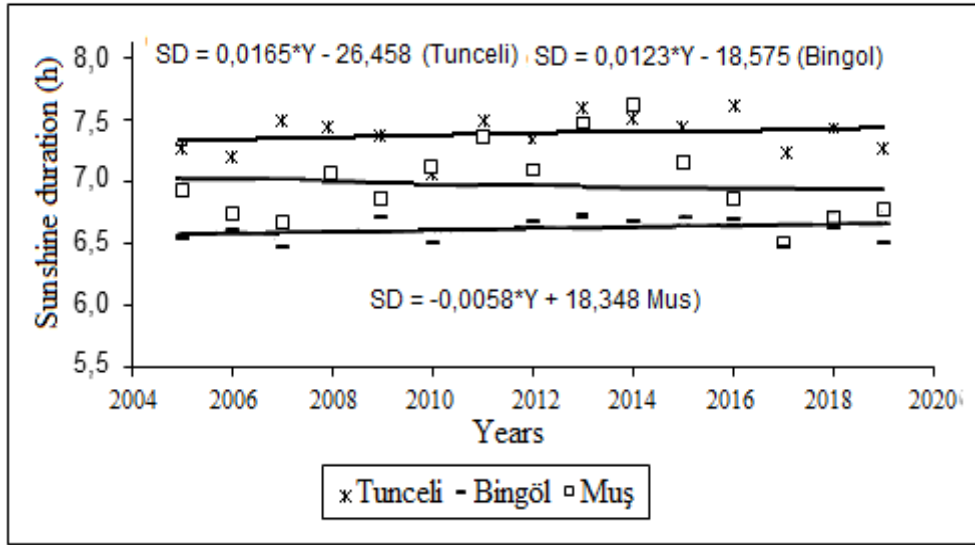


Fig. 6. Change of sunshine duration parameters of provinces by years

2.6. Solar Radiation

The average annual solar radiation of the provinces can be seen in Figure 7 and the difference between the provinces is revealed through modeling by years. The sunshine equations obtained will determine the solar energy potential of the provinces in the coming years. Examining the figure, the annual average solar radiation values vary between 366.45-407.98 cal/cm² for Tunceli, 345.46-423.77 cal/cm² for Bingöl, and 284.02-372.63 cal/cm² for Mus.

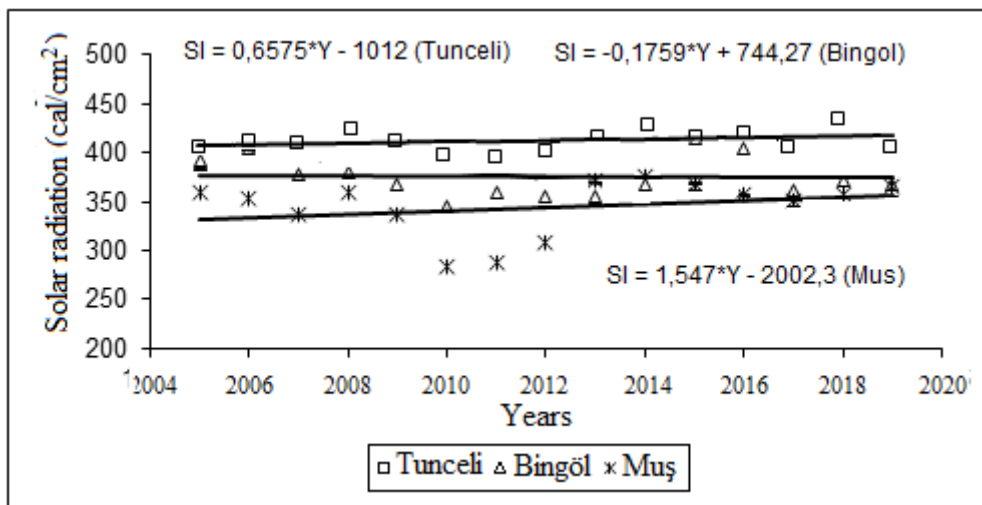


Fig. 7. Change of solar radiation parameters of provinces by years

3. Results and Discussion

Tunceli, Bingol and Mus provinces have been modeled and analyzed with a linear regression method for a 15-year period. With these models, which are shown collectively in Table 1, it will be possible to forecast the weather conditions, sunshine intensity and wind power values of the provinces in the coming years and the effects of weather conditions on the environment and energy.

Table 1. Regression equations of climate parameters of provinces

| Climate parameters | Tunceli | Bingol | Mus |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Pressure | $P = -0,011*Y + 727,15$ | $P = 0,0627*Y + 623,61$ | $P = -0,0575*Y + 972,4$ |
| Temperature | $T = 0,0726*Y - 133,25$ | $T = 0,0775*Y - 128,71$ | $T = 0,0936*Y - 220,18$ |
| Relative humidity | $RH = -0,218*Y + 485,25$ | $RH = 0,0425*Y - 34,517$ | $RH = 0,0898*Y - 145,69$ |
| Wind speed | $WS = 0,0726*Y - 121,32$ | $WS = -0,0178*Y + 35,61$ | $WS = 0,0236*Y - 38,179$ |
| Sunshine duration | $SD = 0,0165*Y - 26,458$ | $SD = 0,0123*Y - 18,575$ | $SD = -0,0028*Y + 18,348$ |
| Solar radiation | $SI = 0,6575*Y - 1010$ | $SI = -0,1759*Y + 744,27$ | $SI = 1,547*Y - 2002,3$ |

While there is no significant change in the pressure parameter during the determined observation period of the three provinces examined, there is a slight increase in the temperature parameter. Despite this increase in temperature, relative humidity decreases in Tunceli province, while a significant change is observed in Bingol and Mus provinces. While the sunshine duration of Tunceli and Bingol provinces increased slightly, there was no significant change for Muş province. While Tunceli and Mus show an increasing trend for solar radiation, there is no significant change for Bingöl province. While Tunceli and Mus have an increasing trend with regards to the wind speed parameter, there is a decreasing trend for the Bingol province.

Examining the solar radiation, sunshine duration and temperature parameters of the provinces for both monthly and 15-year observation period, it can be seen that Tunceli is particularly suitable for studies and applications to determine the solar energy potential of the region (Figure 8, Figure 9 and Figure 10). It is also possible to use solar energy resources to be designed in accordance with the conditions for all three provinces examined. As well as using solar energy in hot water supply, energy saving can be offered by using solar energy in order to obtain the necessary cooling for both air conditioning and foodstuffs and medicines to be stored intact. Apart from these, it will be possible to utilize solar energy as an energy source for technical dryers in drying wet food products to be produced in the provinces

In the studies of determining the wind energy potential of the provinces, it was observed that the annual average wind speed values in three provinces were below 1.6 m / s (Fig 5). These figures show that in provinces with a suitable land structure in terms of agriculture and animal husbandry,

wind energy can be used for pumping water or for the electricity need of a small house. In addition, these values may also be sufficient for certain amount of power generation and mechanical applications (such as battery charging).

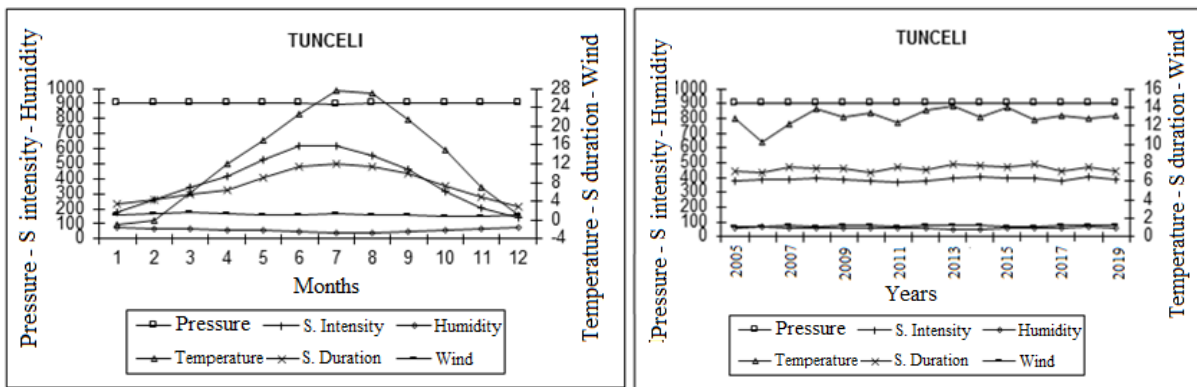


Fig. 8. Monthly and yearly change of weather parameters of Tunceli province

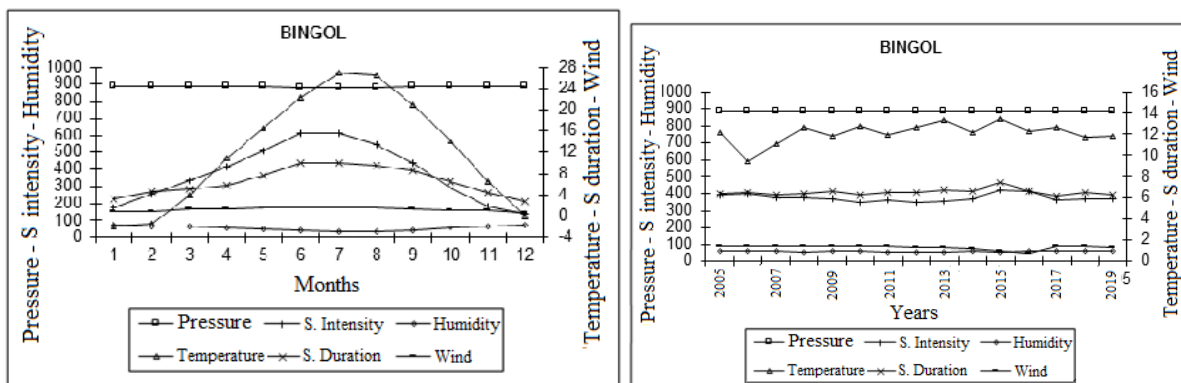


Fig. 9. Monthly and yearly change of weather parameters of Bingol province

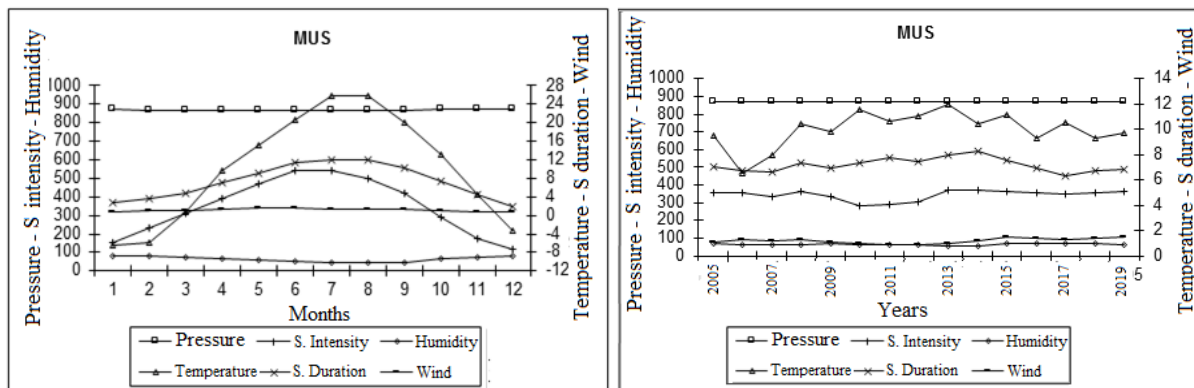


Fig. 10. Monthly and yearly change of weather parameters of Mus province

4. Conclusions

The following results were obtained in this study, which was carried out using 15-year meteorological data for the provinces of Tunceli, Bingol and Mus in the Eastern Anatolia Region.

✓ The need for energy is directly related to climate and air. It is necessary to know and analyze the climatic and meteorological data in all details in order to determine the energy potential and problems of both the past and present time, and to carry out studies to improve them.

✓ It will be possible to find the weather values of the provinces studied, the estimated values of the weather parameters in the coming years and the trend of change by years.

✓ While the temperature and solar radiation increased in the region, there was no significant increase in other parameters.

✓ Considering the temperature, sunshine duration and solar radiation parameters for all three provinces as an alternative energy source, the use of solar energy comes to the forefront. Therefore, hot water production in the region will be able to use solar energy to provide the energy to be utilized for drying agricultural products in technical dryers.

✓ It has been understood that all three provinces are weak in terms of wind energy, so investments with high financial aspects will not be attractive for these provinces.

✓ It will be possible to reduce not only the construction, but also the energy costs thanks to the planning of heating systems which will be designed through the novel outdoor temperature parameters to be kept up to date.

Acknowledgment

I would like to take this chance to thank the “General Directorate of State Meteorological Affairs” for their interest and assistance for the provision of meteorological measurement data used in the study.

References

- Apple, L.S.C., Chow, T.T., Square, K.F.F., Lin, J.Z., (2006). Generation of a typical meteorological year for Hong Kong. *Energy Conversion and Management*, 47, 87–96.
- Bacanlı Ü.G., Tuğrul, A.T., (2016). Baraj göllerinin iklimsel etkisi ve Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Baraj gölü örneği. *Pamukkale Üniversitesi Muh. Bilim Dergisi* 22(3), 154-159.
- Bakırcı, K., Ozyurt, O., Yılmaz, M., Erdoğan, S., (2006). Erzurum ili enerji çalışmaları için iklim ve meteorolojik veriler. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 9(5), 19-26.

- Bıçer, Y., Yıldız, C., (1994). Atatürk Barajı Rezervuarının Şanlıurfa ili dış sıcaklık parametresine etkisinin araştırılması. 3. *Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Kongresi*, Sayfa 333-340, 4-6 Mayıs Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Bicer, A., (2019). Fırat havzasında bulunan bazı illerin sıcaklık ve nem modelleri, *Bartın University. International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1), 50-58.
- Cobanyılmaz, P., Yuksel, Ü.D., (2013). Kentlerin iklim değişikliğinden zarar görebilirliğinin belirlenmesi: Ankara Örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 389-50.
- Dönmez, Y., (1984). Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları *İ.T.Ü.* Yayın No: 2506.
- Emiroğlu, M.E., Özkan, F., Öztürk, M., (1996). Keban Barajı Rezervuarı'nın Elazığ ili iklim şartlarına etkisi üzerine bir araştırma. *GAP I. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı*, Sayfa 167-174, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Geymen, A., Dirican, A.Y., (2016). İklim değişikliğine bağlı deniz seviyesi değişiminin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak analiz edilmesi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 65-74.
- İklim Sınıflandırmaları, (2017). Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Kalaba, 1-16, Ankara, Türkiye.
- Kadıoğlu, M., (1994). Keban Barajı öncesi ve sonrasında çevre ikliminin Franktal analizi. *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ. Genel Müdürlüğü Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri 3: 1087-1098*, Ankara.
- MGM, (2019). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, aylık ve yıllık meteorolojik ölçüm değerleri, 23 Şubat 2019
- Sen, Z., (1999). Simple nonlinear solar irradiation estimation model. *Renewable Energy*, 32:342–350.
- Tonbul, S., (1986). Elazığ ve çevresinin, iklim özellikleri ve Keban Barajı'nın yöre iklimi üzerine olan etkileri. *Fırat Üniversitesi Coğrafya Sempozyumu*, 14-15 Nisan, Elazığ.
- Yeşilata, B., Bulut, H., Yeşilnacar, M.İ., (2004). GAP Bölgesinde sıcaklık ve nem parametrelerindeki baraj gölü kaynaklı değişim trendinin araştırılması. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 83, 21-31.

**IJEASED**INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 2(1), 120-133, 2020
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>




Araştırma Makalesi / Research Article

Thermal Properties of Gypsum Plaster with Fly Ash

Ayse BICER*

* Department of Bio Engineering, Malatya Turgut Ozal University, Malatya , 44210, Turkey

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process |
|--|--|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding author : ayse.bicer@ozal.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-4514-5644 , A. Bicer | Geliş Tarihi / Received Date : 29.04.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 21.06.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 04.07.2020 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2020 |

Alıntı / Cite : Bicer A. (2020). Thermal Properties of Gypsum Plaster with Fly Ash, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 2(1), 120-133.

Abstract

In this study, grain size of fly ash's, which is used in gypsum plaster, impact on thermal performance of composite material has been investigated. Used in the testing processes, the fly ash is obtained from the Afsin-Elbistan and Soma Thermal Power Plants and divided into the different grain size classes as unsieved, $>75.10^{-6}$ m, $(45-75).10^{-6}$ m and $<45.10^{-6}$ m. For every fly ash and gypsum mixture. The mixing ratio of the fly ash is taken as 10, 30, 50, 70 and 90% in the mixture. Gypsum is used as a binder agent and there are 20 sample available, which are prepared based on the grain diameter and the amount of fly ash. New products have undergone severalto determine their properties, such as density, thermal conductivity and porosity. It was observed from the tests that, as the diameter of the grain reduced, the density of the ash increased by 16.12 per cent, and the porous layer left its place to full-grain ash and became light brown. While the added ash ratio increased by 10-90% in ash mixtures of gypsum, thermal conductivity values were detected to decrease by (14.47-24.52) % and (1.25-9.4) % respectively. In addition, the fly ash has given the plaster an insulation property.

Keywords: Fly ash, Satin gypsum, Thermal conductivity coefficient, Insulation plaster, Waste management.

Uçucu Küllü Alçı Sıvaların Isıl Özellikleri

Özet

Bu çalışmada, uçucu küllü alçı sıvada, uçucu kül tane çapının, kompozit malzemenin termal performansına etkisi araştırılmıştır. Testlerde kullanılan uçucu kül, Afsin-Elbistan ve Soma Termik Santrallerinden temin edilmiş ve tane çaplarına göre elenmemiş, $>75.10^{-6}$ m, $(45-75).10^{-6}$ m ve $<45.10^{-6}$ m gruplandırılmıştır. Tüm uçucu kül ve alçı karışımında uçucu küllün ağırlık yüzdeleri 10, 30, 50, 70 ve %90 olarak alınmıştır. Bağlayıcı olarak saten alçı kullanılmış olup, tane çapı ve uçucu kül miktarına bağlı olarak 20 örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler,

yoğunluk, termal iletkenlik ve porozite gibi testlere tabi tutulmuştur. Yapılan testlere göre tane çapı azaldıkça, külün yoğunluğunun %16.12 arttığı ve gözenekli külün yerini dolu taneciklere bıraktığı ve kül renginin açık kahverengiye dönüştüğü gözlenmiştir. Buna ek olarak uçucu kül-alçı karışımında ilave edilen kül oranı %10 dan %90 oranına arttıkça, ısı iletkenlik değerleri sırasıyla %14.47-24.52 ve %1.25-9.4 küçüldüğü belirlenmiş ve uçucu kül ilavesinin alçı sıvaya yalıtım özelliği kazandırdığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uçucu kül, Saten alçı, Isı iletim katsayısı, Yalıtım sıvası, Atık yönetimi.

Nomenclature

| | | |
|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Φ | [%] | Porosity |
| ρ | [g/cm ³] | Density |
| W | [g] | Weight of sample |
| Z | [%] | Fly ash ratio |
| 1-Z | [%] | Gypsum ratio |
| TPP | - | Thermal Power Plants |
| W/C | - | Water and cement ratio |
| Subscripts | | |
| <i>fly ash</i> | | Fly ash |
| <i>gypsum</i> | | Cement |
| <i>fly ash matrix</i> | | Fly ash with 0 % porosity |
| <i>gypsum matrix</i> | | Gypsum with 0 % porosity ratio |

1. Introduction

The fly ash is about $15 \cdot 10^6$ tons per year in Turkey, which is generated from thermal power plants. Two of these factories are Afsin-Ejibistan and Soma Power Plants. Storing fly ash or waste from the site is one of the power plant's main problems. That is why it is necessary to extinguish the evaluation of the negative environmental impacts of the waste fly ashes. Fly ashes are in the artificial pozzolan group. The fact that it is to be used in sufficient amounts instead of cement has intensified the studies within the concrete. Until now, no studies have been conducted on fly ash. Such studies have been summed up in two groups. The first group comprises of the analysis on the determination of fly ashes as an additive to concrete. Many of the studies completed are summed up below.

It was presented by Thirumal and Harish, (2016) which is a high-concrete substance flowing under its own weight without mechanical pressure by means of minimizing concrete costs by processing self-concrete with the addition of fly ash or silica fumes at a 10%, 30%, concrete ratio. In concrete samples compressive, tensile and flexural strength tests have been applied. Arif, (2016) produced a new building material created by adding building materials such as fly ash, cement, concrete and clinker. Terzic et al., (2013) suggested the use of fly ash released from Serbian Power Plants burning lignite coal as waste, and the use of cement, mortar, clicker and tile. Rivera et al.,

(2015) reached compressive strength values of more than 30 Mpa by using cement and aggregate in concrete.

The second group is an analysis of the idea that fly ash is used partly or entirely in concrete instead of traditional aggregates. The studies are summarized below.

Babu et al., (2005) investigated of the mechanical properties of light concrete by using fly ash in combination with mineral wool instead of standard aggregate. In the study they performed, Nordin et al., (2016) explored the possible use of waste fly ash as a construction material to be used annually in power plants in Malaysia in the amount of one hundred thousand tons. In the analysis they performed, Rafieizonooz et al., (2016) investigated the physical properties of concrete made using fly ash rather than sand 0, 20, 50 and 100 percent base ash and 20 percent instead of concrete. Yildirim et al., (1996) examined thermal and mechanical properties of emerging materials that have insulation characters made of waste material and concrete such as fly ash and polypropylene. Bicer et al., (2010) analyzed the thermo mechanical properties of concrete with brown rice ash additives of 5%, 10%, 15% and 20%, which suggests the idea that 15% of brown rice additives had improved the mechanical properties of concrete. Yoshitake et al., (2016) worked the concrete surface abrasion and skid tolerance of fly ash additives (40 per cent). Weerachart et al., (2013) examined the effect of ash Karaşin and Dogruyol, (2014) suggested that no improvement was seen within concrete strength values by applying fly ash to concrete in the total of 20 percent. Siddique, (2003) investigated improvements in the mechanical properties of concrete made using fly ash rather than sand in amounts of 10%, 20%, 30%, 40% and 50%. Duran, (2004) in study findings are indicated the pressure strength of the concrete mixtures, accelerated carbonation depth and porosity characteristics generated using standard portland cement fly ash. Don, (2004) studied the impact of fly ash use on fresh concrete properties, rather than partly sand. Bicer, investigated the influence of grain diameter and resin usage (Bicer, 2018 and 2019) on thermal and mechanical properties of fly ash as aggregate in concrete. In addition, Kaya and Kar, (2015) analyzed physical properties of gypsum plasters with EPS aggregates in different proportions. Bicer, (2020) investigated the effect of production temperature on thermal and mechanical properties of polystyrene - fly ash composites.

In this study, it was investigated by using fly ash supplied from two thermal power plants, grouped according to grain diameters, and evaluating it as interior insulation plaster by mixing with gypsum in certain proportions. The difference of the study from similar work is that fly ash is used in gypsum plasters.

2. Materials and Method

2.1. Materials

Fly ash is deeper gray in color than cement, very fine grained and when handled by the hand becomes a soft substance. Fly ashes have collected from Afsin-Elbistan TPP in Kahramanmaraş and Soma TPP in Turkey's Kutahya district. Ash fineness typically ranges from $(1-200) \times 10^{-6}$ meters. Table 1 lists fly ashes and gypsum belonging to determining density values. When viewed with the microscope it shows a form of varying shapes and sizes, usually globe-like, translucent, often light in color, often purple, often less brunette red in grains of color. Darkness in color, lightness depends on the characteristics obtained from the coal and burning. The primary elements are silica, magnesium and iron oxide, based on the burning properties.

Satin gypsum was used for the plastering process within the scope of preparing the samples. They are commonly used for construction activities with a particular benefit of lightness and good fire resistance.

Table 1. The density values of gypsum and fly ashes (g/cm^3)

| Materials | Unsieved | $>75.10^{-6}$ m | $(45-75).10^{-6}$ m | $<45.10^{-6}$ m |
|--------------------------|----------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Fly ash (Afsin Elbistan) | 2.24 | 2.00 | 2.50 | 2.75 |
| Fly ash (Soma) | 2.03 | 1.94 | 2.27 | 2.42 |
| Gypsum | | | 2.27 | |

The chemical component of materials which are used within the scope of this study and the details of mix proportion have seen in Table 2. The ratio of water and cement is fixed to 0.5.

Table 2. Chemical composition of the materials (%)

| Chemical characteristics | Gypsum | Fly ash (Afsin-Elbistan TPP) | Soma (TPP) |
|--------------------------------|--------|------------------------------|------------|
| SiO ₂ | 0.9 | 33.9 | 51.25 |
| Al ₂ O ₃ | 0.7 | 12.5 | 26.15 |
| Fe ₂ O ₃ | - | 5.9 | 5.29 |
| CaO | 94.7 | 35.5 | 7.85 |
| MgO | 3.5 | 1.9 | 1.66 |
| SO ₃ | - | 7.2 | 0.23 |
| K ₂ O | - | 0.7 | 1.3 |
| TiO ₂ | - | 0.7 | 0.83 |
| LiO ₂ | - | - | 0.13 |
| Na ₂ O | - | 0.3 | 0.67 |
| Loss on ignition | - | 1.6 | 4.68 |
| Not available | - | - | - |
| Total | 100.2 | 100.2 | 100.4 |

Prepared mortars were formed to 20x50x140 mm formwork for thermal processing and left to dry for 28 days.

2.2. Methods

Thermal conductivity is subjected to measurement using the Shotherm-QTM unit (Denko, 1990) and the hot wire method in compliance with DIN 51046 standards. Its range and intensity were 0.02-10 W/mK and ± 5 percent of its scale. Measurements are rendered at room temperature (22-25°C) with all materials at their 3 separate stages. The values of thermal conductivity are measured by the estimated numerical average of the calculation. Porosity (Φ) is defined by Eq (1), (Kaya and Kar, 2016).

$$\Phi = 1 - \frac{\rho_{\text{fly ash}} \cdot Z + \rho_{\text{gypsum}} \cdot (1-Z)}{\rho_{\text{fly ash matrix}} \cdot Z + \rho_{\text{gypsum matrix}} \cdot (1-Z)} \quad (1)$$

where; $\rho_{\text{fly ash}}$ is density of fly ash, ρ_{gypsum} is the density of the gypsum, and the $\rho_{\text{fly ash matrix}}$ is the density of the fly ash for a porosity ratio of 0 percent (the value of the material following milling and therefore having little porosity), the $\rho_{\text{gypsum matrix}}$ is the density of the gypsum. Z is the ratio of fly ash (percent) and (1-Z) is the ratio of gypsum (percent). The matrix density of fly ash can be shown as measured in Table 3.

Table 3. Determination of waste fly ash matrix density

| Component | Fly ash (Afsin-Elbistan TPP) | | | Soma (TPP) | |
|--------------------------------|--|---------------------|---|---------------------|---|
| | Density of component (g/cm ³) | Component ratio (%) | Density x component ratio (g/cm ³) | Component ratio (%) | Density x component ratio (g/cm ³) |
| SiO ₂ | 2.56 | 33.9 | 0.8678 | 51.25 | 1.312 |
| Al ₂ O ₃ | 4.0 | 12.5 | 0.5 | 26.15 | 1.046 |
| Fe ₂ O ₃ | 5.2 | 5.9 | 0.3068 | 5.29 | 0.275 |
| CaO | 3.3 | 35.5 | 1.1715 | 7.85 | 0.259 |
| MgO | 3.6 | 1.9 | 0.0684 | 1.66 | 0.0597 |
| SO ₃ | 4.82 | 7.2 | 0.345 | 0.23 | 0.011 |
| K ₂ O | 1.9 | 0.7 | 0.0133 | 1.3 | 0.0247 |
| TiO ₂ | 4.26 | 0.7 | 0.0298 | 0.83 | 0.03515 |
| LiO ₂ | 0.85 | - | - | 0.13 | 0.0011 |
| Na ₂ O | 2.3 | 0.3 | 0.0069 | 0.67 | 0.01541 |
| Loss on ignition | - | 1.6 | - | 4.68 | - |
| Total | | 100.2 | 3.303 | 100.4 | 3.039 |

The measured thermal conductivity coefficients and the porosity values (calculated using Equation 1) of the samples are shown collectively in Table 4.

Table 4. Thermal properties of samples

| Code | Fly ash diameter (10^{-6} m) | Fly ash ratio (%) | Fly ash (Afsin-Elbistan TPP) | | | Fly ash (Soma TPP) | | |
|------|---------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------|---|-----------------------------|--------------|---|
| | | | Density (g/cm^3) | Porosity (%) | Thermal conductivity (W/m K) | Density (g/cm^3) | Porosity (%) | Thermal conductivity (W/m K) |
| 1 | Unsieved | 10 | 1.253 | 5.02 | 0.335 | 1.214 | 4.97 | 0.315 |
| 2 | " | 30 | 1.213 | 13.41 | 0.295 | 1.190 | 13.46 | 0.290 |
| 3 | " | 50 | 1.197 | 20.15 | 0.274 | 1.179 | 20.44 | 0.269 |
| 4 | " | 70 | 1.165 | 25.67 | 0.237 | 1.128 | 26.27 | 0.255 |
| 5 | " | 90 | 1.120 | 30.29 | 0.248 | 1.111 | 31.23 | 0.240 |
| 6 | <45 | 10 | 1.325 | 2.16 | 0.350 | 1.305 | 2.68 | 0.342 |
| 7 | " | 30 | 1.251 | 6.12 | 0.338 | 1.286 | 7.54 | 0.325 |
| 8 | " | 50 | 1.185 | 9.63 | 0.329 | 1.211 | 11.84 | 0.318 |
| 9 | " | 70 | 1.142 | 12.78 | 0.321 | 1.163 | 15.66 | 0.311 |
| 10 | " | 90 | 1.122 | 15.60 | 0.311 | 1.112 | 19.07 | 0.302 |
| 11 | 45-75 | 10 | 1.266 | 3.80 | 0.345 | 1.260 | 3.80 | 0.338 |
| 12 | " | 30 | 1.215 | 10.15 | 0.320 | 1.251 | 10.29 | 0.318 |
| 13 | " | 50 | 1.188 | 15.25 | 0.300 | 1.164 | 16.63 | 0.298 |
| 14 | " | 70 | 1.125 | 19.43 | 0.285 | 1.031 | 20.09 | 0.278 |
| 15 | " | 90 | 1.051 | 22.93 | 0.271 | 0.980 | 23.88 | 0.265 |
| 16 | >75 | 10 | 1.238 | 5.58 | 0.333 | 1.206 | 5.20 | 0.306 |
| 17 | " | 30 | 1.196 | 15.34 | 0.290 | 1.100 | 14.25 | 0.288 |
| 18 | " | 50 | 1.172 | 23.60 | 0.263 | 1.045 | 21.85 | 0.260 |
| 19 | " | 70 | 1.095 | 30.67 | 0.246 | 1.022 | 28.31 | 0.252 |
| 20 | " | 90 | 0.969 | 35.5 | 0.222 | 0.942 | 33.88 | 0.228 |

3. Results and Discussions

3.1. Density

Dry densities at 28 days of sample curing have seen in Table 4. The findings indicate that the dry density reduces as the amount of fly ash aggregates increases. While the fly ash content of Afsin-Elbistan TPP and Soma TPP has not been eliminated, the fly ash rate has increased from 10% to 90%, values of dry density decrease from 1.253 g/m^3 to 1.120 kg/m^3 and from 1.214 kg/m^3 to 1.111 kg/m^3 , respectively. Shrinkage ratios are 10.61% and 8.48%. These ratios are as follows $<45 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, $(45-75) \cdot 10^{-6} \text{ m}$ and $>75 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ for grain diameters, 14.11%, 16.98%, 21.72% (Afsin Elbistan TPP) and 14.79%, 21.6% 21.9% (Soma TPP), respectively (Fig. 1). The reason for these shrinkages is because of the porous composition of the fly ash. The more the fly ash diameter decreases, density values increase. In other words, most of the porous samples in small-grain samples have been replaced by filled grain fly ash, causing an increase in sample density.

3.2. Porosity

When the grain diameter of the fly ash grows, the density declines, whereas the porosity amount rises. The largest porosity values were determined as 35.80% for Afsin Elbistan TPP and 33.88% for Soma TPP in samples with a fly ash ratio of 90% and grain diameter $>75 \cdot 10^{-6}$ m. Growth rates in porosity increased from 10% to 90%, while the grain rates were 51.05%, 55.73%, 58.28% (for Afsin Elbistan TPP) and 52.07%, 56.90%, 57.56% (for Soma TPP). The reason for this is arising out of the mentioned reasons for density (Fig. 2).

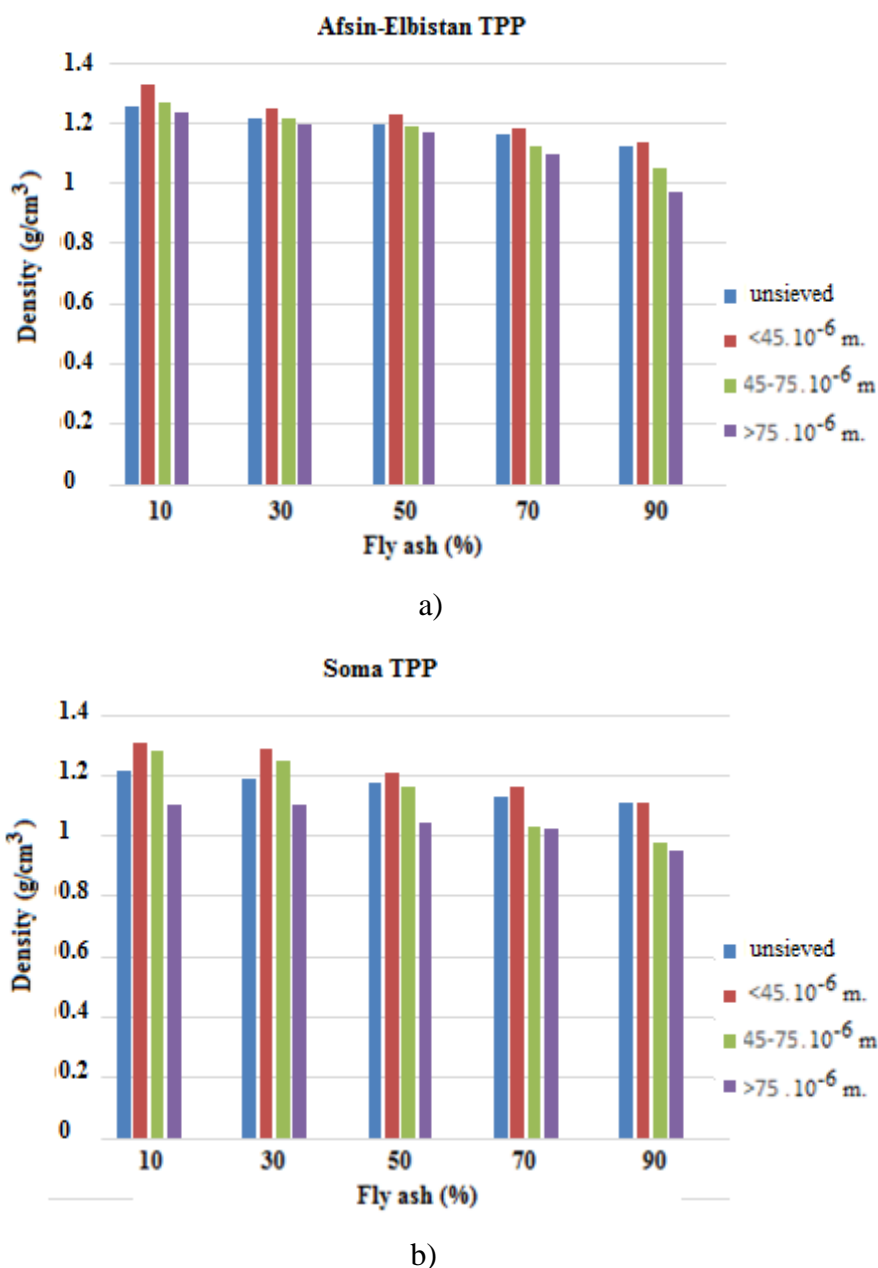
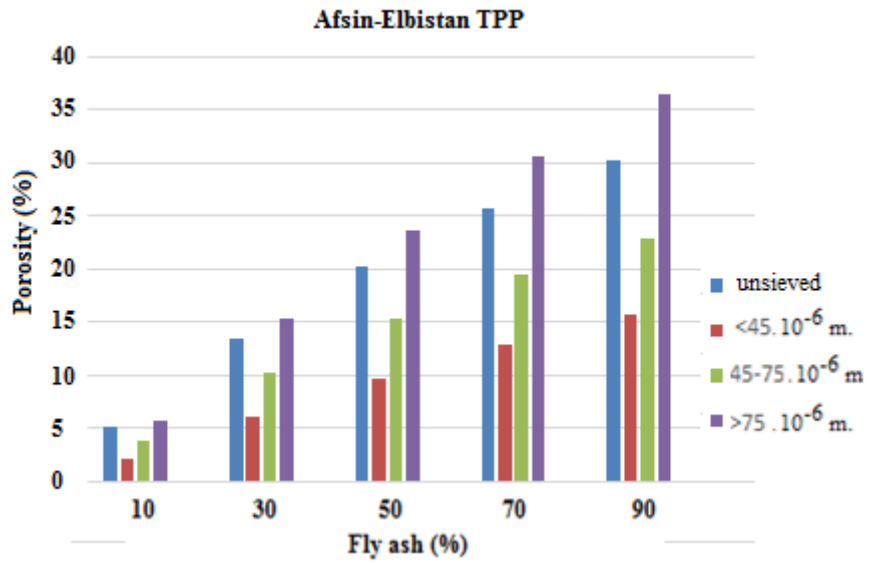
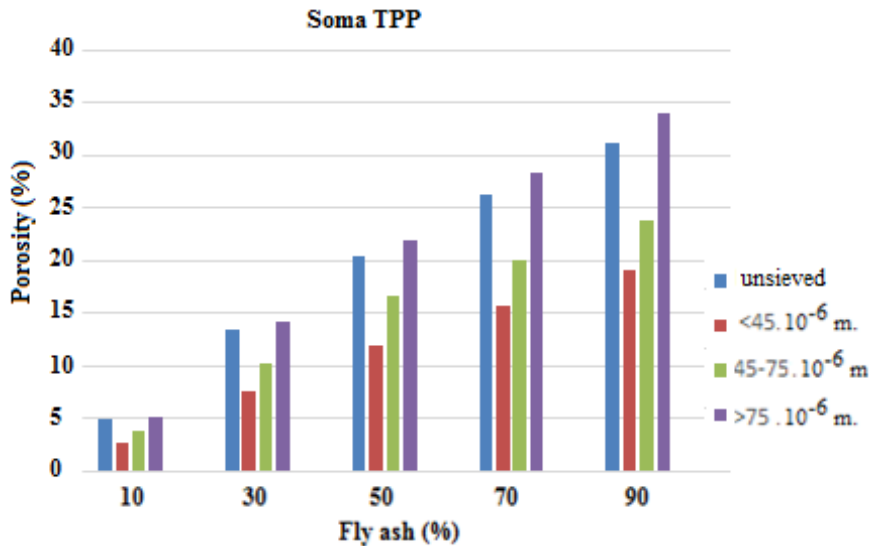


Fig 1. Density change as per fly ash ratio and grain diameter
a) Afsin-Elbistan TPP, b) Soma TPP



a)



b)

Fig 2. Porosity change as per fly ash ratio and grain diameter
a) Afsin-Elbistan TPP, b) Soma TPP

3.3. Thermal conductivity

The thermal insulation properties of the composite specimens are identified by means of a thermal conductivity control. Thermal conductivity levels are decreased with increasing in the amount of fly ash (Table 4).

The reason for shrinkages is that the pores in the microstructure being filled with gases formed as a result of combustion, and the thermal conductivity coefficient for stagnant gases is

approximately 0.0214 W/mK (Kaya and Kar, 2016). The thermal conductivity coefficient values were measured as 0.222 W/mK (Afsin-Elbistan TPP) and 0.228 W/mK (Soma TPP) in the grain diameter $>75 \cdot 10^{-6}$ m and 90% fly ash sample.

In samples of non-sieved fly ash, the concentration of fly ash rises from 10% to 90%, while on the other hand the values of thermal conductivity decline by 19.66% (Afsin-Elbistan TPP) and 17.24% (Soma TPP). According to this increase rate of fly ash, the thermal conductivity coefficient values decreased by 11.14%, 21.44%, 33.33% (Afsin Elbistan TPP) and 11.69%, 21.59%, 25.55% (Soma TPP), respectively (Fig.3).

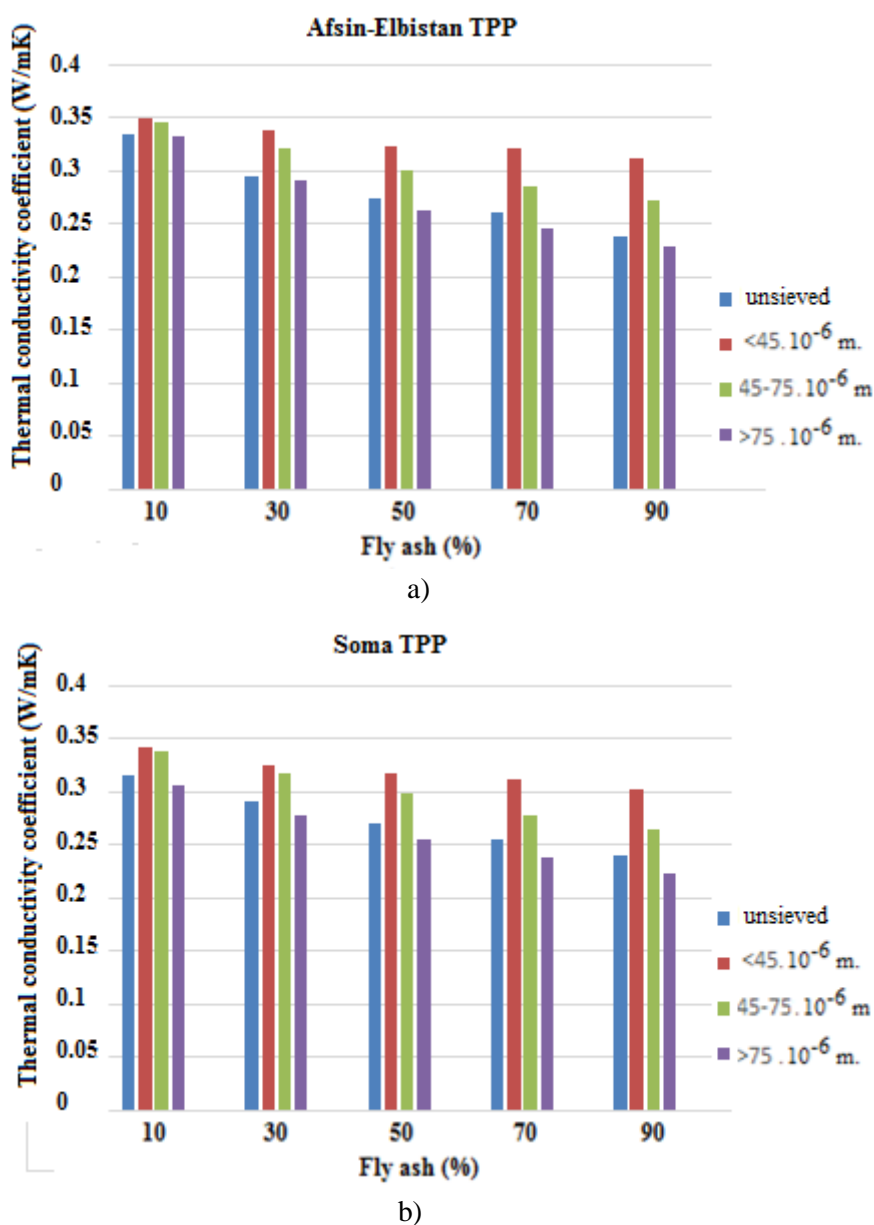
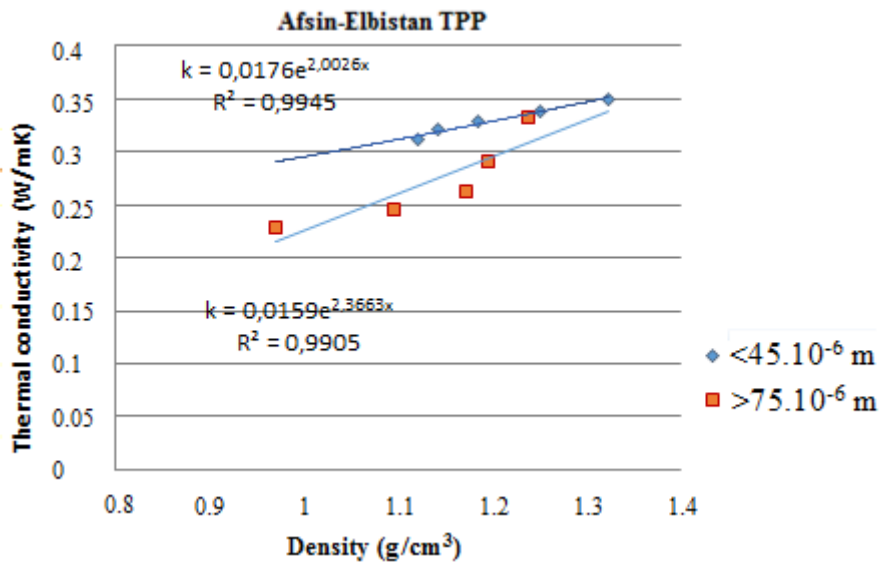
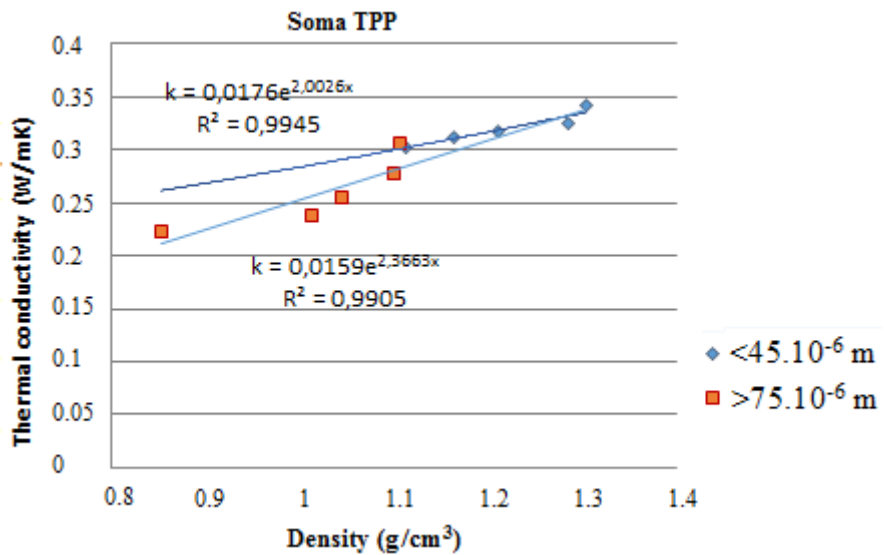


Fig 3. Thermal conductivity coefficient change as per fly ash ratio and grain diameter
a) Afsin-Elbistan TPP, b) Soma TPP

While the density values of the samples prepared using the fly ash of two thermal power plants increase, also the thermal conductivity coefficients increase (Fig. 4). On the other hand, while the porosity values increase, the heat transmission coefficient decreases (Fig. 5).

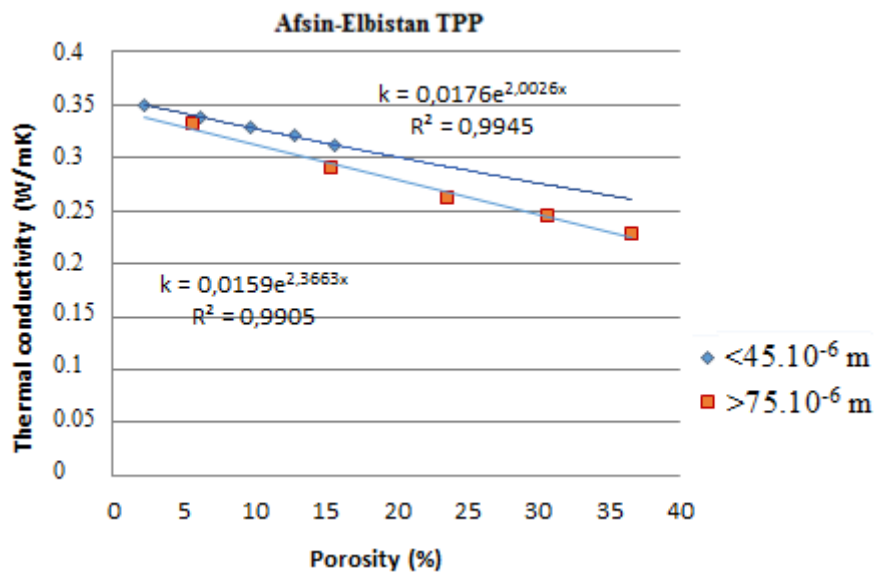


a)

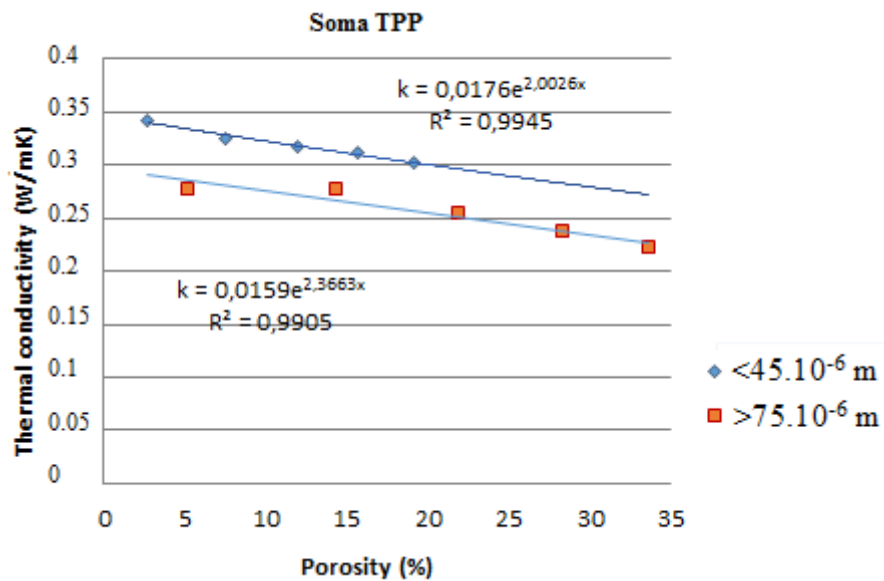


b)

Fig 4. Change in thermal conductivity according to density
a) Afsin-Elbistan TPP, b) Soma TPP



a)



b)

Fig 5. Change in thermal conductivity according to porosity

a)Afsin-Elbistan TPP, b) Soma TPP

Gypsum plasters with a diameter of $>75 \cdot 10^{-6}$ m and 90% of fly ash have a smaller heat transfer coefficient than many conventional gypsum plasters shown in Table 5.

Table 5. Thermal conductivity coefficients of some plasters (with perlite), (Kaya and Kar, 2015).

| Material | Measured Values | | | Literature | | |
|------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|
| | Density (g/cm ³) | T _{avr} (°C) | Thermal cond. (W/mK) | Density (g/cm ³) | T _{avr} (°C) | Thermal cond. (W/mK) |
| Inner plaster | 1.763 | 33 | 1.163 | 1.800 | 20 | 1.163 |
| Gypsum thin plaster | 0.465 | 34 | 0.244 | 0.40-0.50 | 20 | 0.139-0.162 |
| Gypsum rough Plaster | 0.465 | 50.7 | 0.168 | 0.40-0.50 | 20 | 0.139-0.162 |
| Gypsum block (perlite) | 1.037 | 38 | 0.370 | 0.902 | 20 | 0.220 |

The thermal conductivity coefficient of samples in the group $> 75.10^{-6}$ was smaller than the value given in Table 6 [(Kaya and Kar, 2016), (Sariisik, 2002), (Khedari et al, 2001) and (Benazzouk et al, 2008)].

Table 6. Physical properties of similar studies.

| Materials | Density (g/cm ³) | Thermal conductivity (W/mK) | Literature |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Cement + sand + fly ash + EPS | 1.150 | - | Babu et al., 2005 |
| Cement + fly ash + sand + EPS | 1.350 | - | |
| Cement (80%) + EPS (20%) | 1.567 | 0.390 | (Kaya and Kar, 2016) |
| Cement (80%) + EPS (20%) + resin (1%) | 1.232 | 0.320 | |
| Cement + pumice + EPS | 0.562 | 0.330 | (Sariisik&Sariisik, 2002) |
| Cement + sand + coconut fiber (10%) | 1.410 | 0.654 | (Khedari et al., 2001) |
| Cement + sand + coconut fiber (20%) | 0.959 | 0.254 | |
| Cement and (30%) rubber particle | 1.473 | 0.625 | |
| Cement and (40%) rubber particle | 1.300 | 0.516 | (Benazzouk et al., 2008) |
| Cement and (50%) rubber particle | 1.150 | 0.470 | |
| Cement + wood pellet (10%) + clay | 1.010 | 0.220 | |
| Cement + wood pellet (20%) + clay | 0.870 | 0.160 | (Rim et al., 1999) |
| Cement + wood pellet (30%) + clay | 0.700 | 0.140 | |

It achieves bonding properties without using any bonding agent when the pozzolanic properties of fly ashes combined with water. Mortars thus prepared can be used as sub-roof insulation cement, or as intermediate backfill material on sandwich walls. In this case, the coefficient of heat conductivity in the shape of a plaster is 0.220-0.230 W/mK, and if it is in dust from being used as an intermediate backfill medium, it is empirically found that the value is 0.140 W/mK.

4. Conclusions

This research was carried out to determine the suitability of gypsum products for the usage of fly ash in plaster. The following results can be obtained from this experimental analysis.

- ✓ Utilizing the insulating properties of fly ash and evaluating them as a building material in plaster applications will provide versatile benefits. Storage and transportation of this waste material, especially in thermal power plants, will bring solutions to the undesirable effects and problems of the environment.
- ✓ As the diameter of the grain reduced, the density of the ash increased by 16.12 per cent, and the porous layer left its place to full-grain ash and became light brown.
- ✓ While the added ash ratio increased by 10-90% in ash mixtures of gypsum, thermal conductivity values were detected to decrease by (14.47-24.52) % and (1.25-9.4) % respectively.
- ✓ As the fly ash has provided the plaster and the insulation properties, the heating costs in the buildings will be smaller. It is anticipated that the findings of this analysis would support the development of the community
- ✓ It will be possible to produce interior plasters with fly ash and gypsum mix 0.225-0.228 W/mK heat transmission coefficient values.
- ✓ Fly ashes can be used as underfloor insulation plaster or intermediate filling material on sandwich walls without using any binder. In this case, it has been determined on an experimental basis that the heat transmission coefficient in the form of plaster is 0.220-0.230 W/mK and if it is used as powder and intermediate filling material, it is 0.140 W/mK.
- ✓ The inner surface plasters that are produced by means of using fly ash, bear the same properties with the ordinary plasters in terms of respiration capability, nailing, boring, cutting, sticking on the wall, while also presenting a smooth surface and painting.

On the basis of these findings, plaster content including fly ash and gypsum may be a possible construction material such as inner plaster, decorative materials and insulation materials and, at the same time, may address the environmental crisis through recycling the waste fly ash.

References

- Arif, M.A., (2016). Recycling of fly ash as an energy efficient building material: A sustainable approach, *Engineering Materials*, 692, 54-65.
- Babu, D.S., Babu, K.G., Wee, T.H., (2005). Properties of lightweight expanded polystyrene aggregate concretes containing fly ash, *Cement and Concrete Research*, 35, 1218-1223.
- Benazzouk A., Douzane O, Mezreb K., Laidoudi B., Queneudec M., (2008), Thermal conductivity of cement composites containing rubber waste particles, experimental study and modelling, *Construction and Building Materials*. 22, 573-579.
- Bicer, A., Celik, N., Bicer, Y., (2010). Mechanical and thermal properties concretes with rice husk and its ash, *10th International Conference on Clean Energy*, (ICCE-2010), 15-17 September, Famagusta, N. Cyprus.
- Bicer, A., (2018). Effect of fly ash particle size on thermal and mechanical properties of fly ash-cement composites, *Thermal Science and Engineering Progress*, 8, 78-82
- Bicer, A., (2019). Influence of tragacanth resin on the thermal and mechanical properties of fly ash-cement composites, *Journal of Adhesion Science and technology*, 33(10), 1019-1032.
- Bicer, A., (2020). Effect of production temperature on thermal & mechanical properties of polystyrene - fly ash composites, *Advanced Composites Letters*, 29, 1-8, 2020
- Dan, R., (2004). Properties of fresh concrete incorporating a high volume of fly ash as partial fine sand replacement, *Materials and Structures*, 30, 473-479.
- Denko, S., (1990). Shotherm Operation Manual No 125-2. K.K. Instrument Products Department, 13-9, Shiba Daimon, Tokyo, 105, Japan
- Duran, A.C., (2004). Carbonation-porosity-strength model for fly ash concrete, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 16, 91-94.
- Karaşin, A., Doğruyol, M., (2014). An experimental study on strength and durability for utilization of fly ash in concrete mix, *Advances in Materials Science & Engineering*, 25, 1-6.
- Kaya, A., Kar, F., (2015). An insulation plaster with waste expanded polystyrene, *19th International Conference on Thermal Engineering and Thermogrammetry (THERMO)*, 7-10 July, Budapest, Hungary.
- Kaya, A., Kar, F., (2016). Properties of concrete containing waste expanded polystyrene and natural resin. *Construction and Building Materials*, 105, 572-578
- Khedari, J., Suttisonk, B., Pratinthong, N., Hirunlabh, J., (2001). New lightweight composite construction materials with low thermal conductivity. *Cement and Concrete Composites*, 23, 65-70
- Nordin, N., Abdullah, M.F., Tahir, M.F., Sandu, A.V., Hussin, K., (2016). Utilization of fly ash waste as construction material, *International Journal of Conservation Science*, 7(1), 161-166.
- Rafieizonooz, M., Mirza, J., Salim, M.R., Hussin, M., (2016), Investigation of coal bottom ash and fly ash in concrete as replacement for sand and cement, *Construction and Building Materials*, 116, 15-24.
- Rim, K.A., Ledhem, A., Douzane, O., Dheilily, R.M., Queneudec, M., (1999). Influence of the proportion of wood on the thermal and mechanical performances of clay cement-wood composites, *Cement and Concrete Composites*, 21, 269-276.
- Rivera, F., Martínez, P., Castro, J., López, M., (2015). Massive volume fly-ash concrete: A more sustainable material with fly ash replacing cement and aggregates, *Cement and Concrete Composites*, 63, 104-112.
- Saiisik, A., Sariisik, G., (2002). New production process for insulation blocks composed of EPS and lightweight concrete containing pumice aggregate. *Materials and Structures*. 45(9), 1345-1357.
- Siddique, R., (2003). Effect of fine aggregate replacement with class F fly ash on the mechanical properties of concrete, *Cement and Concrete Research*, 33, 539-547.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**


Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 2(1), 134-154, 2020
<https://dergipark.org.tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article**

Neolitik Çağ Yapıları İle Günümüz Ahievren Köy Evleri'nde Tespit Edilen Ortak Yapı Teknik ve Detayları

Seyhan YARDIMLI *

* İstanbul Okan Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü İstanbul, 34959, Türkiye.

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process | |
|--|--|------------|
| * Sorumlu Yazar / Corresponding Author : seyhan.yardimli@okan.edu.tr  http://orcid.org/0000-0001-7186-9000 , S. Yardımlı | Geliş Tarihi / Received Date : | 04.06.2020 |
| | Revizyon Tarihi / Revision Date : | 27.06.2020 |
| | Kabul Tarihi / Accepted Date : | 15.07.2020 |
| | Yayın Tarihi / Published Date : | 15.07.2020 |

Alıntı / Cite : Yardımlı, S. (2020). Neolitik Çağ Yapıları İle Günümüz Ahievren Köy Evleri'nde Tespit Edilen Ortak Yapı Teknik ve Detayları, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(1), 134-154.

Özet

Sanayi devrimi sonrasında yaşama koşullarının değişmesi, köyden kente göç ve aynı zamanda inşaat sektörünün sanayi ürününe dayalı betonarme sistem şeklinde yaygınlaşması ülkemizde kırsal mimarının sonunu getirmiştir. Günümüzde Tekirdağ ili Malkara ilçesi Ahievren köyündeki bir evin incelenmesi kapsamında yapıya ait yapım teknolojisi ve uygulama detaylarının tespiti yapılmıştır. Ali Öztürk'e ait incelenen evin; kalın taş duvarları, açık sofalı yapının iki yan ve arka cephesini sararak yapıyı çevrelemiştir. Yapının sofasını oluşturan cephesi ile oda bölmeleri ahşap çatıklı kerpiç dolgulu karkas sistem olarak yapılmıştır. Çatı örtüsü bilinen aşık, mertek ve kiremit altı tahtası yerine; aşık, mertek yerine kullanılan daha büyük boyutlu kirişler, bu kirişler üzerine tekrar bir kiriş tabakası konulmuş ve kiremit altı tahtası yerine de daha ince tomruk şeklindeki dallar kullanılarak çatı, çift katmanlı kalın bir tabaka şeklinde yapılmıştır. Uygulama detaylarında aşık ve dikme bağlantısı aşık yönünde destek bir parça ile desteklenmiştir. Dikmenin zemine bağlantı noktasında dikmeden daha geniş ve yükü yayabilecek taban oluşturan bir taş kullanılmıştır. Ayrıca yapı çevresinde üzerinde ahşap dikmenin oturtulacağı oyukların bulunduğu taşlar da görülmüştür. İnsanların yerleşik hayata geçmeleri ile birlikte M.Ö. 7000'den itibaren (Neolitik çağ) Anadolu ve Trakya'da pek çok yerleşim alanı kurulmuştur. Bu tarihten itibaren yapılan kazılardan elde edilen konut yapım teknikleri ve uygulama detaylarına bakıldığında Ahievren köy evinde kullanılan pek çok yapım teknolojisi ve detay ile neolitik çağ yapılarında benzerlikler olduğu görülmüştür. Bu benzerlikler duvar örgüsü, ahşap dikme kullanımı, ahşap dikmenin alt ve üst başlıklarındaki birleşme detayları şeklinde sayılabilir. Neolitik çağdan günümüze kadar taşınmış bu yapım kültürünün izlerini taşıyan örnekler olarak Ahievren köyündeki bu konutların özel oldukları düşünülmektedir. Bu çalışmada Ahievren köy evlerinin hala ayakta olanlarının korunması için gerekli desteklerin sağlanmasına dikkat çekmek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ahievren köy evi, Kırsal mimarlık, Neolitik çağ mimarlığı, Yapı teknolojisi.

Common Building Techniques and Details of Neolithic Age Structures and Today's Ahievren Village Houses

Abstract

The change in living conditions after the industrial revolution, the migration from the village to the city, and the spread of the construction industry in the form of a reinforced concrete system based on the industrial product brought the end of rural architecture in our country.

Today, within the scope of the examination of a house in the village of Ahievren in Malkara district of Tekirdağ province, the construction technology and application details of the building have been determined. The house examined by Ali Öztürk; The thick stone walls surround the building by wrapping the two sides and the back sides of the building with open sofas. The room compartments and the facade of the building are made of adobe filled with wooden roof. Instead of purlin, rafters and under-tile boards with roof cover; In love, larger beams used instead of rafters, a beam layer was put on these beams again and the roof was constructed as a double layer thick layer by using thin logging branches instead of under-tile board. In the application details, the purlin and strut connection are supported with a support piece in the direction of purlin. At the connection point of the post to the ground, a stone that forms a base that can spread the load and spread more than the post was used. In addition, around the building, stones with hollows on which wood planting will be placed were also seen.

With the transition to the settled life of people, BC. Since 7000 (Neolithic era) many settlements have been established in Anatolia and Thrace. Considering the housing construction techniques and application details obtained from the excavations from this date, it has been observed that there are similarities in many construction technologies and details used in the Ahievren village house with the neolithic age structures. These similarities can be counted in the form of masonry, the use of wood planting, the merger details in the bottom and top headers of wood planting. These houses in Ahievren village are thought to be special, as examples of the traces of this construction culture that has been moved from the Neolithic age to the present day. In this study, it is aimed to draw attention to providing the necessary support for the protection of the still standing Ahievren village houses.

Keywords: *Ahievren village house, Construction technology, Neolithic age architecture, Rural architecture.*

1. Giriş

Son yıllarda ülkemizde kırsal mimari yok olmaya yüz tutmuş durumdadır. Henüz hala tümüyle yok olmamışken mevcut olanlar üzerinde çalışılmalı, mümkün olduğunca belgelenmeli ve hatta korunabilecek olanlara dikkat çekilmeli, koruma önlemleri alınmalıdır. Sanayi devriminden sonra nüfusun şehirlere göçmesi köy nüfusunun azalması (Es ve Ateş, 2004) aynı zamanda mimaride yapım sisteminin kırsal malzemelerden betonlaşmaya dönüşmesi ve inşaat sektörünün de sanayi ürünü alanı olması bugün kırsal mimarinin kaybolma noktasına gelmesinin başlıca nedenleridir.

Elbette olaya biraz daha yakından bakıldığında bu başlıklar altında pek çok alt neden de bulunmaktadır. Kerpiç, ahşap, taş gibi doğal malzemeler zaman içerisinde bozulmaya uğramakta ve onarım gereksinimi ortaya çıkmaktadır (Dal ve Öcal, 2017). Geleneksel malzemelerle yapılmış köy evlerinin kendi kullanıcıları tarafından onarılması gerekmektedir ve bu evlerin bakımları, onarımları oldukça emek ve para gerektirmektedir. Yapı teknolojisine özel malzeme temini, onarım

yapabilecek geleneksel yapım yöntemini bilen ustaların bulunma zorluğu bunların başında gelenlerden sadece birkaçıdır.

Bunların yanı sıra genç nüfus daha kötü koşullara rağmen kentlerde yaşamayı tercih etmektedir. Gençlerin tarım dışında farklı sektörlerde çalışma talepleri de burada önemli bir faktördür. Ayrıca tarım araçlarının kullanımıyla birlikte köy hayatında da değişiklikler olmuş buna bağlı bazı düzenlemeler gerekmiştir. Tarım araçları için uygun yollar ve otopark gereksinimlerinin karşılanması gibi alan gereksinimleri ortaya çıkmıştır. Bunlara ilave olarak bu tür bir evde yaşamak toplumsal statü olarak da toplumda düşük bir düzey olarak görülmüştür (Eres, 2016). Aynı zamanda Türkler anıtsal yapılarını koruma çabası gösterirken kendi evlerine karşı korumacı olamamışlardır. Zamanla değişen ve gelişen şartlara uyum gösterme çabası ile geleneksel yapıları bırakma eğilimi genel bir davranış olmuştur (Tayla, 2007). Bunun gibi pek çok nedenle bugün yapım tekniğine çok daha kolay ulaşılan betonarme yapılar sorgulanmaksızın tercih edilmiştir.

Günümüzde enerji politikaları, çevre kirliliği, doğal enerji kaynaklarının tükenmesi gibi pek çok neden aslında dünyada betonarme yapı sektörünü yeniden sorgulanabilir hale getirmiş ve alternatif çözümlerin araştırılmasına başlanılmıştır (Naseri ve ark, 2020). Enerji etkin yapılar günümüzün en popüler yapıları olma yolunda ilerlemektedir. Diğer yandan bu konuda yapılan araştırmalar da geleneksel yöntemlerin kullanıldığı mimarinin iklimlendirme araçları kullanılmaksızın termal konfor koşulları açısından son derece olumlu bulunduğunu ve insan sağlığı açısından avantajlar sağladığını göstermektedir (Işık, 2011; Yardımlı ve ark 2018). Örneğin dünyanın farklı yerlerinden yapı örnekleri hakkında yapılmış bir çalışma da kırsal mimarinin, yapım teknikleri ve doğal havalandırma ile termal konfor koşulları açısından son derece konforlu ve enerji gerektirmeyen yapım teknikleri olduğunu göstermiştir (Lotfabadi ve Hançer, 2019).

Geleneksel yapım yönteminden betonarmeye, köyden kente geçiş sürecinin yaşandığı günümüzde geleneksel yapıların kalıntılarının olduğu ve hatta içinde yaşanılmaya devam edildiği yapıların halen bulunduğu köyler henüz tükenmemişlerdir. Bu çalışmada kırsal mimari örneği olarak Tekirdağ'ın Malkara ilçesinde Ahievren köyü konut mimarisi ele alınmıştır. Bu köyde ele alınan örnek yapı aynı zamanda yakın çevre köylerde de sıklıkla karşılaşılan bir örnek olması nedeniyle tercih edilmiştir. Ele alınan yapı mimari plan tipi ve yapım teknolojisi açısından incelenmiştir. Yapının incelenme sürecinde elde edilen bilgiler, kullanılan malzemeler ve yapım yöntemleri göstermiştir ki aslında neolitik çağdan beri kullanılan yapım yöntemlerine ait izler hala bu yapılarda görülebilmektedir.

Çalışma sürecinde Ahievren köyü yapı örneği incelenmiş ve ayrıca Anadolu ve Trakya'daki kazı çalışmalarını içeren yayınlar ele alınarak yapım yöntem ve detayları karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma kırsal mimari özellikleri taşıyan bölgesel bir konutun analizini ve bu konutun neolitik çağdan günümüze kadar gelen süreçte kullanılmış yapı detaylarının benzerliklerinin tespitini içermektedir. Bu kapsamda öncelikle materyal olarak ele alınan köy evi yapım tekniği ve malzeme açılarından incelenmiştir. İkinci olarak benzerliklerin tespiti için neolitik çağdan günümüze kadar yapılmış kazı çalışmalarını içeren yayınlar araştırılmıştır. Bu kapsamda hem yapı analizleri hem literatür taramaları çalışmanın materyal bölümünü oluşturmuştur.

Elde edilen verilerin değerlendirilebilmesi için kullanılan metot verilerin tespit ve karşılaştırılmalarını içermektedir. Bunun için öncelikle metin içerisinde tespitlere yer verilmiştir. Bu tespitler hem yapının analizini hem Neolitik çağdan günümüze gelen çalışmamaların tespitlerini yapı elemanları ve tekniği kapsamında vermiştir. Tespitlerin yapılmasından sonra tüm bu tespit sıralamasına göre her benzerlik içeren yapı detayı ve elemanı şekiller ile tabloda karşılaştırılmıştır.

Tabloda yapılan karşılaştırmalar sonuçlar ve öneriler bölümünde tespitler olarak verilmiştir.

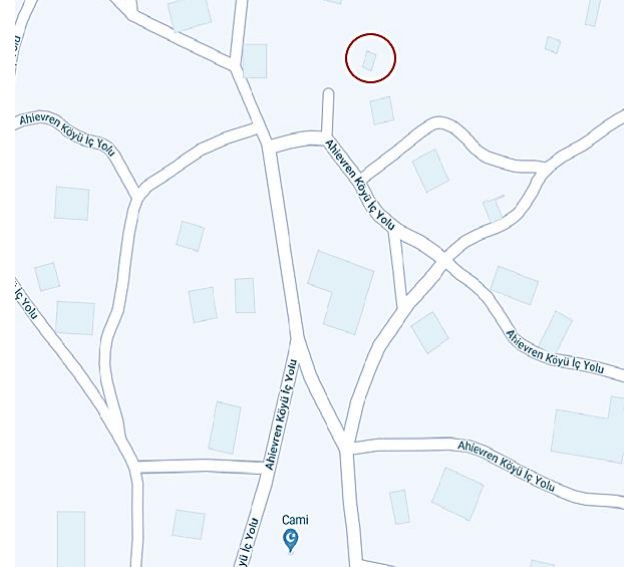
3. Ahievren Köy Evi Örneği

İnceleme yapılmak üzere seçilen Ahievren köyü Tekirdağ İpsala yolu üzerindedir ve yakın çevredeki bölgesel özellikleri barındıran bir köydür (Şekil 1 a). Köy, Balkanların fethine katılan ve ahilik teşkilatı üyeleri olan Ankara yürükleri tarafından 1356 yılında kurulmuştur (URL1). Köyün bulunduğu bölge yeşil dokunun yaygın olduğu verimli tarım arazilerine sahiptir. Köy evleri de bu araziye uygun olarak kerpiç görünümlü ancak karma bir yapım sistemi ile yapılmışlardır.

Köyün bulunduğu bölgede kırsal mimari özelliği taşıyan evler artık çoğunlukla terkedilmiş ve içinde yaşanamayacak hale gelmişlerdir. Yapım teknolojisi açısından incelenen örnek yapı da bu terkedilenlerden birisidir. İncelenen yapı bu bölgede sıklıkla rastlanabilen tipik bir örnek olması nedeniyle seçilmiştir. Seçilen evin Şekil 1 b'de köy içindeki konumu belirtilmiştir. İncelenen Ali Öztürk Evi'nin aynı parsel üzerinde yaşayan yakınları tarafından verilen bilgiye göre yaklaşık 100 yıllık olduğu belirtilmiştir. Plan özellikleri verilen yapının yapım tekniğine değinilmiş ve detay özelliklerine yer verilmiştir.



Şekil 1 a. Ahievren köyü yerleşimi

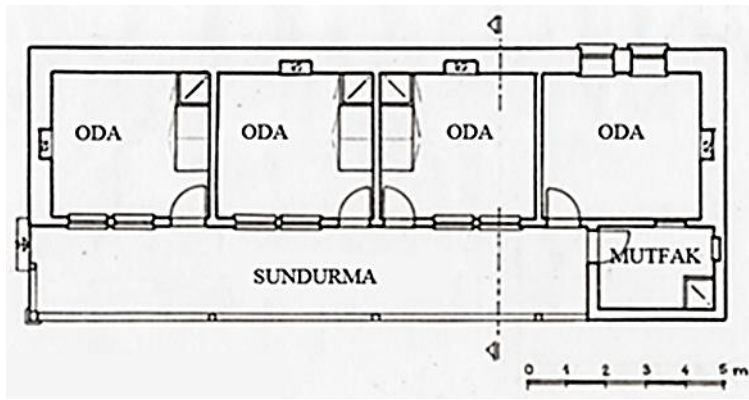


Şekil 1 b. Ali Öztürk evinin konumu (google maps)

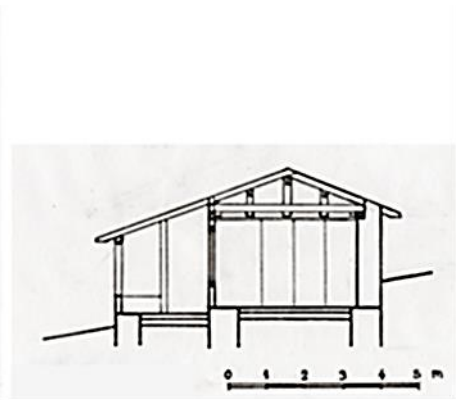
3.1. Ahievren Köy Evine ait Yapım Teknolojisi

Coğrafik özellikler açısından bakıldığında bu bölge aslında kışların sert olduğu bir bölgedir. Buna karşın buradaki köy evlerinde açık sofalı ya da sundurmalı olarak adlandırılan plan tipinin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Şekil 2 a, b).

Ülkemizin pek çok bölgesinde açık sofalı olarak kullanılan konutlar iki katlı yapılmışlardır. Örneğin Ödemiş Karadoğan köy evi mimari plan tipi de açık sofalı ancak iki katlıdır. Bu yapı türünde alt kat köy hayatının ihtiyaçlarını karşılamakta zaman zaman hayvan barınağı olarak kullanılmakta üst kat ise yaşama mekanını oluşturmaktadır (Boğaziçi Yakut, 2019). Halbuki Ahievren köy evlerinde yapılar genellikle tek kat olarak yapılmışlardır. İncelenen konut duvar, çatı ve dikmelerin yapım özellikleri açısından ele alınmıştır.



Şekil 2 a. Ali Öztürk Evi planı



Şekil 2 b. Kesiti (S. Yardımlı, 2019)

3.1.1. Duvar özellikleri

Yapının duvarları toprak sıvalı olduğu için görünüşte kerpiç yapı gibi değerlendirilmektedir. Bu yapının çatısı çökmüş ve duvarları oldukça fazla hasar görmüştür. Yapı şu haliyle içine girilemeyecek durumdadır bu nedenle yapım teknolojisi incelenirken tespit edilemeyen bölümler için benzer özellik taşıyan ve henüz içine girilebilen komşu yapılar da incelenmiştir.

Yapının arka ve yan duvarları taşıyıcı nitelikte 50-60 cm kalınlığında toprak dolgulu yığma taş duvardır (Şekil 3 a, b). Oda duvarları ise ahşap dikme arası kerpiç dolgulu olup ahşap karkas sistemde yapılmıştır. Yapı harap durumda olduğundan iç duvar örneği olarak bitişik parselde Osman Ayvaz Evinin iç duvar örneği Şekil 4’te verilmiştir (Yardımlı, 2019).



Şekil 3 a. Yapının arka duvarı



Şekil 3 b. Duvar örgüsünde toprak dolgu



Şekil 4. Osman Ayvaz evi İç duvar tekniği

Fotoğrafta da görüldüğü gibi iç duvarlar çapraz içermeyen sadece yatay ve düşey ahşap elemanlarla oluşturulup araları kerpiç ile doldurulmuştur. Bu yapıların üretiminde kullanılan malzemeler yakın çevreden kolaylıkla elde edilmiş ve iklim koşullarına göre uyarlanmıştır. Bu yapım tekniği için karma bir sistemin kullanıldığı söylenebilir.

3.1.2. Çatı ve dikmeler

Evin üstünü örten çatı yıkılmış, sadece saçak olarak devam eden ve açık sofanın üstünü örten bölüm ayakta kalmıştır. Şekil 5'te görülen çatı örtüsü oldukça çok katmanlı ve karmaşıktır. Çatı yükünü taşıyan dikmeler tomruk gibi bırakılmış, kesilerek boyutlandırılmamıştır. Dikmelerin üzerinde bulunan ana kirişlerin (aşıkların) daha ince boyutlu (5/10) mertekleri taşıması beklenirken buradaki merteklerin de aşık boyutunda (15/15 cm-18/18 cm) kullanılmış olduğu görülmektedir. Bu merteklerin (mertek-aşık) üzerine bir kat daha aşık yönünde kirişler yerleştirilerek tekrar bu kirişlerin üzerine mertek niteliğinde kabaca boyutlandırılmış (bazı bölümleri tomruk olarak bırakılmış) örtü oluşturacak kadar sık aralıklarla daha ince çaplı (7- 8 cm çapında) ahşaplar yerleştirilmiştir.



Şekil 5. Çatı örtüsünün açık sofa bölümü

Bu karma yapım tekniğindeki detaylara bakıldığında çatı elemanlarının olabildiğince mukavemetli olmasına özen gösterildiği ancak ince bir işçilik aranmadığı görülmektedir. Yapı elemanı olarak kullanılan ahşapların bir kısmı tomruk olarak bırakılmış (sundurmada ikinci-üçüncü dikmeler) bir kısmı ise (sundurmadaki ilk dikme) biraz daha kabaca işlenerek

boyutlandırılmışlardır. Bu sistemin çok ağır bir yük oluşturduğu dolayısıyla yükü aktaracak güçlü dikmelere ve ana aşıklara ihtiyaç duyulduğu görülmüştür (Şekil 6 a). Şekil 6 a’da da görüldüğü gibi dikmeler tomruk olarak bırakılmış çatı örtüsünün devamı olan sofa üstündeki mertek ve aşıklar kabaca kesilmişlerdir. Çatı için kullanılan ahşap aşık ve dikmeler oldukça büyük boyutlarda kullanılmıştır (Şekil 6 b). Aşık ve dikmelerin birleşme noktaları yatay olarak kullanılan ek kirişlerle güçlendirilmiştir (Şekil 7 a, b).



Şekil 6 a. Sofada kullanılan dikme ve aşıklar

Şekil 6 b. Çatının yükünü zemine aktaran dikme



Şekil 7 a. Dikme aşık desteği

Şekil 7 b. Dikme üzerinde yatay kiriş desteği

Çatı yükünü zemine aktaran dikme temel olarak kullanılan büyük boyutlu bir taş oturtulmuştur (Şekil 8). Çevreden devşirme olarak kullanılan taşlar irili ufaklı bir örgü ile kullanılmıştır. Dikme altında kullanılan büyük boyuttaki taş daha küçük bir ara taş ile desteklenmiştir. Ayrıca bu taşlar zeminde üzerinde (belki ahşap başka bir dikme için) oyuk bulunan

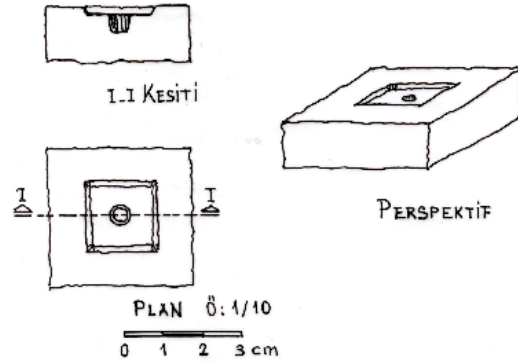
daha büyük bir taşın üzerine yerleştirilmiştir. Şekil 9 a'da görüldüğü gibi dikme adeta taş üzerine geçmeli olarak oturtulmuştur. Söz konusu detay için bahçede bulunmuş olan örneklerle göre plan kesit ve perspektif çizilerek Şekil 9 b.'de verilmiştir.



Şekil 8. Dikmenin zemindeki taşa oturtulması ve zemine yük aktaran daha büyük boyutlu taş

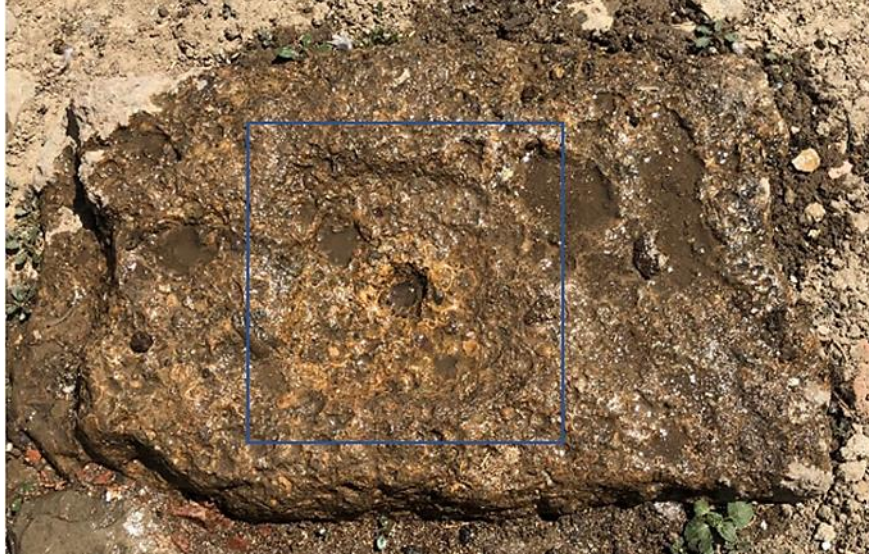


Şekil 9 a. Dikmenin taban birleşim detay fotoğrafı



Şekil 9 b. Dikmenin tabana geçme detay çizimi

Yapının bahçesinde şu anda hala atılı olarak bulunan taşlar mevcuttur. Bu taşlara yakından bakıldığında üzerlerinde çeşitli oyuklar olduğu görülmektedir. Şekil 10'da görülen taş örneği üzerinde ahşap dikme boyutunda kare şeklinde bir oyuntu ve bu karenin tam ortasında da daha küçük çaplı ikinci bir geçme sağlayacak silindirik şeklindeki oyuk görülmektedir.



Şekil 10. Taş üzerinde dikme boyutunda kare oyuntu ve onun da ortasında silindirik şeklindeki çukur

Yine yapı bahçesinde muhtemelen ahşap dikme bağlantısı için üzerinde sadece silindirik şeklinde açılmış bir oyuk bulunan başka bir taş Şekil 11 a'da görülmektedir. Şekil 11 b'de ise sundurmaya giriş köşesindeki dikme altında üzerinde oyuk bulunan taş kullanılmıştır. Bu taşın işlevi dışında kullanıldığı ve devşirme olduğu düşünülmektedir.



Şekil 11a. Üzerinde oyuk bulunan taş örneği



Şekil 11 b. Taban taşında silindirik oyuk

İncelenen yapıda günümüzde pek de kullanılmayan farklı pek çok özellik içeren detaylara ve özgün çözümlere rastlanılmıştır. Örneğin çok katmanlı çatı örtüsü, çatıyı taşıyan dikmelerin aşık bağlantı detaylarının desteklerle güçlendirilmesi ve dikmelerin zemin bağlantılarında taban taşlarına geçeme ile oturtulmaları yukarıda verilmiş örneklerdir. Eski Anadolu ve Trakya mimarlığına bakıldığında da benzer özelliklerin bulunduğu görülmüştür.

4. Neolitik Çağdan Günümüze Yapı Teknolojisi

Dünyada buzul çağının bitmesi ile insanların mağaralardan çıkıp ormanlık ve sulak alanlara göçmeleri bu arazilerde tarıma başlamaları, insanlık tarihinde bir dönüm noktası oluşturmuştur. Bu göçler sonunda yerleşik hayata geçiş ile birlikte barınakların niteliği değişmiş farklı malzemeler ile yapı teknikleri geliştirilmiştir (Akman, 2003).

Neolitik çağda ülkemiz de insanların yerleşik hayata geçmeleri açısından dünyadaki önemli merkezlerden biri olmuştur. Mezopotamya'da günümüzden binlerce yıl geriye giden yerleşimler bulunmuştur. M.Ö. 7000-5000 Çatalhöyük, 5900-4000 Hacılar, 1900-1200 Alişar, Boğazköy, 900-600 Çavuştepe ve daha pek çok yerleşim kalıntılarının bulunduğu örnekler vardır (Tayla, 2007). Trakya'da da en eski yerleşimlerden Edirne Enez Hocaçeşme M.Ö. 6400-6300 Marmara Ereğlisi Toptepe M.Ö. 4000, Troia M.Ö. 3000, yıllarına tarihlenmişlerdir. Şekil 12'de Trakya bölgesine yakın yerleşmelerde Neolitik çağ, Şekil 13'te ise neolitik çağ sonrasına gelen kalkolitik çağ (gelişen köy yaşamı) yerleşimleri ve Ahievren köyünün haritadaki yeri görülmektedir.



Şekil 12. Anadolu ve Trakya'da Neolitik çağ yerleşimleri (Sevin, 2003)



Şekil 13. Anadolu ve Trakya’da kalkolitik çağ yerleşmeleri (Sevin, 2003) ve Ahievren köyü

4.1. Neolitik Çağdan İtibaren Konutlarda Yapım Teknolojileri

İnsanların yerleşik düzene geçmelerinden sonraki örneklerden biri olan Çayönü (M.Ö. 8000) yerleşmesindeki ilk örneklerde dere yatağından toplanmış taşlar ile kuru taş duvar tekniğinde temel yapılmış, temel duvarları üzerine ahşap hatıl ve çalı çırpı ile bir döşeme oluşturulmuştur. Yapılan döşeme üzerine ahşap dikmelerle desteklenmiş dal ve çamur örgü tekniği ile duvarlar örülmüştür. Bu yapı türleri ortada ahşap dikme olan dairesel formlarda yapılmıştır.

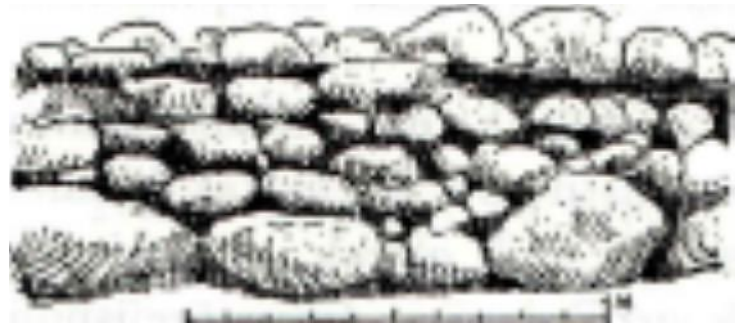
Daha sonra taş döşemeli yapılar evresine geçilmiş, kerpiç yapımı ile daha geniş odalı yapılar dönemi başlamıştır. M.Ö. 7000’den itibaren Çatalhöyük’te ahşap çatıklar ile desteklenen kerpiç yapılar yapılmıştır (Roth, 2002; Sevin, 2003). Çatalhöyük yerleşmesinde konutlar küçük boyutta yan oda şeklinde depoları olan ve artık neredeyse dikdörtgen forma gelmiştir. Tamamen dışa kapalı ve çatıdan girilen bu oda biriminin ortasında bir de ocak bulunmaktadır. Hattuşa yapılarında da yarı dairesel veya dikdörtgen formda ocakların bulunduğu bilinmektedir (Küçük, 2016).

Trakya’ya gelindiğinde burada bulunan Hocaçeşme höyüğünde (M.Ö. 6400-6300) yaşamış olan topluluğun İç Anadolu’dan geldikleri düşünülmektedir. Bu yerleşkede insanların ilk evrelerde üç-dört metre çapında ahşap direkli yuvarlak kulübelerde yaşadıkları tespit edilmiştir. Burada daha sonraki katmanlarda yapılan kazılarda ise ahşabın bol kullanıldığı dörtgen evlerin yapımına geçilmiştir. İlipınar (M.Ö. 5700-5500)’da kerpiç evler dönemi olarak anılan 3x5 m boyutlarında tek odalı bağımsız yapıların yapıldığı ve nüfusun arttığı bir dönem yaşandığı bilinmektedir (Sevin, 2003).

Dörtgen formda evlerin yapımına geçişten itibaren Çatalhöyük erken neolitik çağ konutları (M.Ö. 7000) taş temel olmaksızın kerpiç duvarlar ile yapılmıştır. Daha sonraki yerleşme katmanlarında temel yapımına başlanılmıştır. Kerpiç ile yapılan bu dönem evleri ahşap ile desteklenmişlerdir (Neve, 1990).

4.1.1. Duvar ve sıva

Anadolu ve Trakya'da yer alan bu eski yerleşmelerden Troia ve Boğazköy'de (M.Ö. 2800-1200) çoğu zaman duvarların iç ve dış yüzeyleri daha büyük taşlardan ve daha düzgün bir yüzey şeklinde örülmüş birer kabuk ile oluşturmuştur. Bu iki yüzeyin içi moloz, çakıl ve bağlayıcı olarak da toprakla doldurulmuştur. İki yüzeyi oluşturan taş duvarlar yapılış amaçlarına göre farklılıklar göstermiştir. Dış yüzey çok önemsenmeyecek ise bu duvardaki çift kabuk kaba yonu taş ile yapılmış ve bu yüzeyler sıklıkla dışardan kil sıva ile sıvanmıştır (Şekil 14) (Naumann, 1991). Daha eski uygulamalarda da çift kabuk duvar sisteminin kullanıldığı görülmüştür. Örneğin M.Ö. 6000-3000'de Boğazköy'de Eski Hitit çağından Büyük Krallık çağına kadar iki kabuklu duvar özelliği korunmuş ancak kullanılan taş boyutları gittikçe büyümüştür. Bu büyük taşlar arasındaki boşluklar küçük taşlarla doldurularak daha yoğun bir doku elde edilmiştir. Hitit Mimarlığında resmi yapılarda kesme taş ile temel oluşturulmuş, bu temelin üzerine kerpiç duvarlar örülmüştür (Neve, 1990). Temel yapımında da aynı çift kabuk sistemi kullanılmıştır. Çift kabuk ile temel yapımı Batı Anadolu'da M.Ö. 3000-2000 yıllarında da görülmüştür. Önemli binalardaki duvar yapımında iki dış yüzey düzgün kesme taşlarla örülüp aralar, taş, kerpiç, killi toprakla doldurularak önce temel yatağı oluşturulup sonrasında duvar devam ettirilmiştir. Troya II. ve VI. Tabakalarda bulunan duvarlarda yatay hatıllar ve dikey ahşaplar ile güçlü iskelet sistemleri oluşturulmuştur.



Şekil 14. Geç Neolitik, Irmak çakıllarından örülmüş çift kabuklu duvar, Mersin (Naumann, 1991)

M.Ö. 8000-7000 yılları arasına tarihlenen Çayönü yerleşimindeki erken evrelerde dal – çamur ile örgü şeklinde yapılan duvarlarda çamur sıva kullanılmış ve bu çamura organik maddeler katılmıştır. Toprak malzemeye katılan organik maddelerin zamanla yanması sonucunda toprakta bıraktığı izler Şekil 15’te görülmektedir. Bu tarihlerden itibaren kerpiç yapımında saman, kıyılmış bitkiler, kum ve küçük boyutlu çakıllar kullanılmıştır. Bu malzemelerin kullanım amacı hem bağlayıcılığı arttırmak hem rötre nedeniyle oluşan çatlakları azaltmaktır (Naumann, 1991).



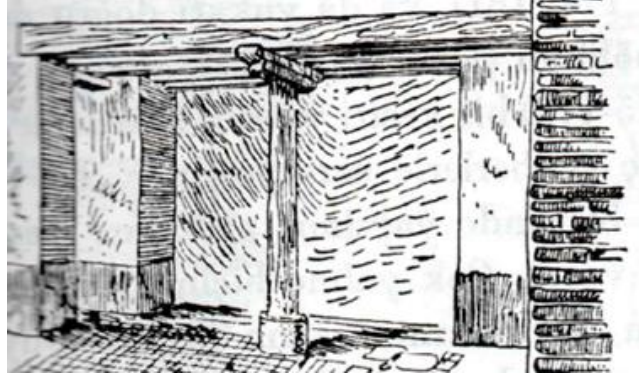
Şekil 15. Sıva yüzeyinde kalmış bitki liflerine ait izler (Sevin, 2003)

4.1.2. Çatı ve ahşap dikmeler ile kapı dikmeleri

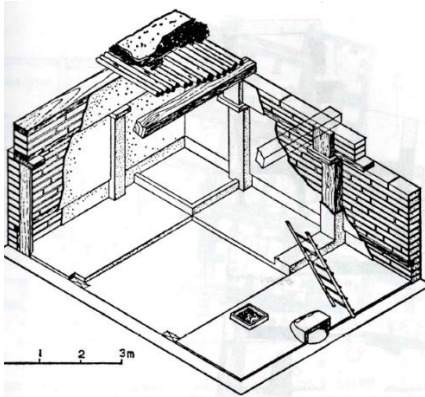
Yapılan kazılarda Doğu Anadolu’da M.Ö. 2000 yıllarının sonlarına kadar toprak örtülü dam kullanıldığı görülmüş, oluklu kiremit kullanılan eğimli çatılara Doğu Anadolu dışındaki bölgelerde rastlanılmıştır. Eğimli çatı örtüsü kerpiç yapı yerine ahşap çatıklı bağdadi yapılarda kullanılmıştır. Neolitik çağdan itibaren konutlar genel olarak yakın çevreden elde edilebilen malzemeler kullanılarak yapılmışlardır. Kerpiç kullanımı da ahşap dikmeler ile desteklenmiştir. Bu dikmeler duvarı desteklediği gibi çatı yükünü taşımak için de kullanılmıştır. Çatıların yükünü temele aktaran ahşap dikmeler en erken çağlardan itibaren fazla işçilik gerektirmeden ağaç kütükleri halinde kullanılmışlardır (Naumann, 1991).

İlk yerleşim alanlarında duvar ile ahşap dikme ve hatıllar kendilerine özgü yapım yöntemleri taşımaktadırlar. Örneğin Şekil 16 Zincirli’de dikmenin üst başlıklarında taşıma alanını büyüten ikinci bir ek parça kullanılmıştır. Yine M.Ö. 5500’de Hacılar, Beycesultan XV. (M.Ö. 2400) ve Semayük’de dikmenin taşıma alanını genişletmek için üst taraflarına enine hatıllar koyma, payandalar kullanma görülmüştür. Eski Anadolu mimarlığında tavan ve çatıdan gelen yükü temele ileten bu dikmeler duvara bitişik ya da duvarın içine gömülü olarak yapılmışlardır. Çatalhöyük’te

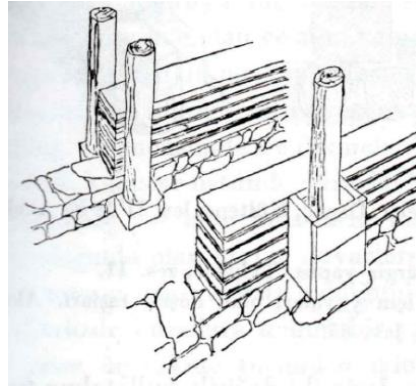
(M.Ö. 7000 - 6000) duvara bitişik olarak kullanılmış ve bu kullanım aynı zamanda duvarların bölünmesini de sağlamıştır (Şekil 17 a). Şekil 17 b'de Kültepe'de M.Ö. 2000 yıllarının başlarında yine duvar yüzeyinde dikme kullanımı örneği görülmektedir. Dikmelerin duvarın içine yerleştirilmeleri M.Ö. 2000 yılı başlarında görülmüştür (Şekil.17 c) (Naumann, 1991).



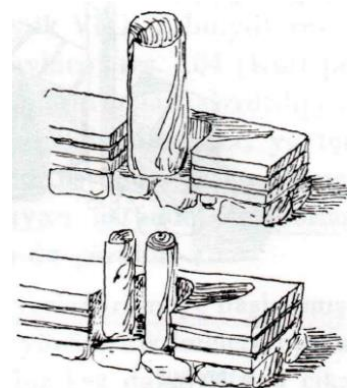
Şekil 16. Zincirli'de yapının tahmini çizimi ile dikme başlığı (Naumann, 1991)



Şekil 17 a. Çatalhöyük tabaka VI (M.Ö. 5850) ahşap dikme kullanımı (Naumann, 1991)



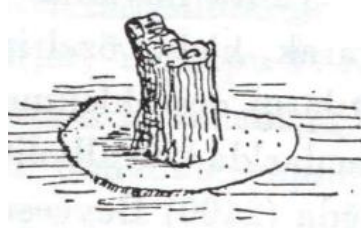
Şekil 17 b. Kültepe'de dikmelerin duvara bitişik olarak kullanılmaları (Naumann, 1991)



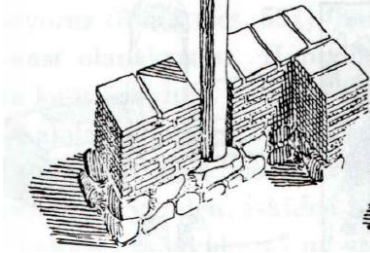
Şekil 17 c. dikmelerin duvar içinde kullanılmaları (Naumann, 1991)

Çatı taşımak amaçlı kullanılan dikmelerin alt kısmına (Hacılar M.Ö. 5500'de, Alishar tabaka XVI'da, Erken Tunççağ M.Ö. 2400 Beycesultan XV'te ve Semayük'de) dikme çapından daha büyük boyutta taş plaklar yerleştirilerek taşıma alanı genişletilmiş, dikmenin toprağa batması engellenmiştir (Şekil 18 a). Bazen bu işlem için hatıl da kullanılmıştır. Kültepe'de (M.Ö. 2000 yılı başlangıcı) dikmeler ya temel duvarları yanında bırakılmış özel bir altlık üstüne, ya da dikmenin bulunduğu yerde geniş tutulmuş olan temel duvarı üstüne yerleştirilmişlerdir (Şekil 18 b).

Troyanın VI. Tabakasında da bu altlıklardan 8.4 m genişliğindeki bir salon ortasında iki adet kullanılmıştır. Troya VI. tabakasında bulunan bu yapıda kullanılan altlık 28 cm yüksekliğinde temel taşları ile birlikte yekpare olarak yapılmıştır ve bu altlık 10 cm kadar dikmeden daha geniş tutulmuştur. Buna benzer kireçtaşından yapılmış altlık örneklerine Büyükkale’de de rastlanılmıştır.

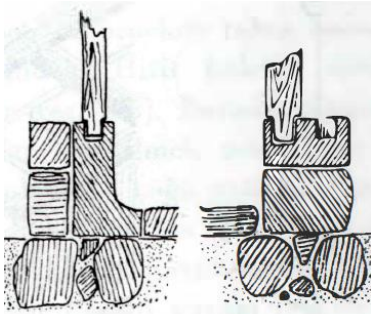


Şekil 18 a. Alışar Kalkolitik çağ dikme tabanı

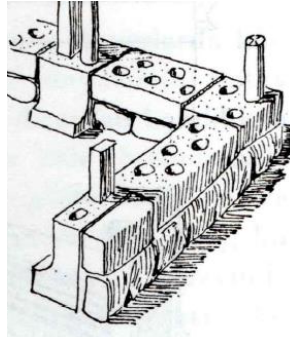


Şekil 18 b. Dikme tabanı (Naumann, 1991)

Duvarda bulunan veya çatı yükünü taşıyan dikmeler yükü aktardıkları zemindeki taşlara geçmeli olarak bağlanmıştır. Semayük’de ucu sivriltilerek sert tabanın içine çakılması, Alaca Höyük’te dikmelerin duvar tabanı üzerindeki zemin taşları üzerine açılmış 16-20 cm çapındaki deliklere çakılması (Şekil 19 a) buna örnek gösterilmektedir. Ahşap dikmelerin taş duvar içine çakılabilmesi için zemin taşları üzerine delikler açılmıştır (Şekil 19 b) (Sevin, 2003). Söz konusu delikler genellikle boru deliciler yardımıyla yuvarlak kesitli zıvana delikleri şeklindedirler. Bunun nedeni bu bölgedeki sert taşlara bu boyutta küçük ölçüde dikdörtgen kesitli delikleri açmak için teknik olarak bulunmamasıdır. Ayrıca açılan deliklerin taşın kenarından belli mesafelerden içeride açıldığı gözlenmiştir (Naumann, 1991).



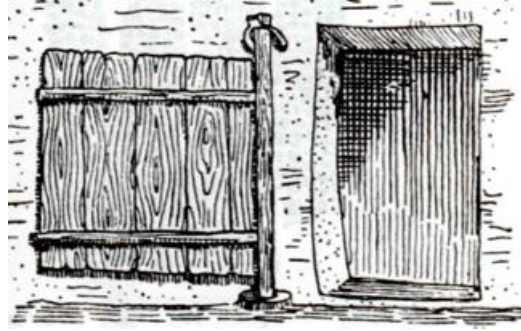
Şekil 19 a. Alaca Hüyük. Tahta dikme çakmak için yuvaları olan zemin taşları ve duvar içinde ahşap dikme oyukları (Naumann, 1991)



Şekil 19 b. Hitit mimarlığında ahşap dikmelerin zemine çakılması için yapılmış delikler (Sevin, 2003).



Ahşap dikmelerin taşa açılmış bir oyuk (zıvana) ile bağlanması kapı pencere gibi elemanlarda da kullanılmıştır. Henüz kasa kanat ilişkisinin gelişmediği dönemde M.Ö. 2000'de kapı kanadı, kanat üzerine yapılmış bir dikme ile zemine yerleştirilmiş bir taş (reze taşı) veya ahşap eşiğine ve üst tarafta duvara takılan bir çatal halkaya monte edilerek hareket ettirilebiliyordu. Semayük'te M.Ö. 2400 yılında bu uygulamayı kanıtlayan (kapı rezesi) zemin bağlantı taşı bulunmuştur (Şekil 20). Bu kanat bağlantısında zemin için dikmenin oturtulacağı bir taş üzerine oyuk yapılarak dikme bu oyuğa oturtuluyordu. Kanat dikmesinin zemine oturtulması için kullanılan ve dibektaşı adı ile de adlandırılan taş üzerindeki dikme yuvası (yüksüğü) örnekleri Şekil 21'de verilmiştir.



Şekil 20. Kapı kanadının alt ve üst noktalarından bağlantısı (Naumann, 1991)



Şekil 21. Zincirli, Alışar (bakır çağ), Alışar (Hitit) kapı dikme yüksüğü (Naumann, 1991)



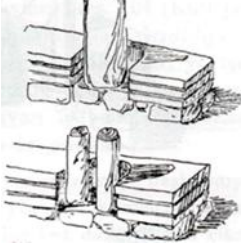



5. Bulgular ve Tartışma

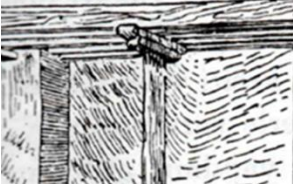

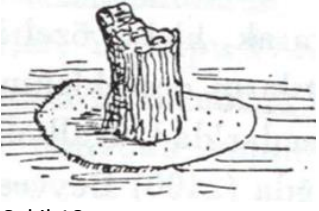

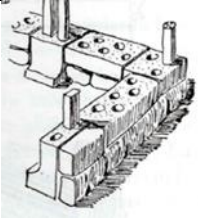

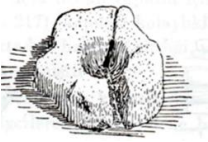

Bu bölümde hem Neolitik çağdan günümüze kadar gelen ve hem de Ahievren köy evinde görülen benzerlikler ele alınmıştır.

Ahievren köy evi inceleme sürecinde eski çağlarda uygulanmış yapı detaylarının hala bugün benzer şekilde bu yapılarda uygulandığı görülmüştür. Bu benzerlikler elbette ki eski çağlarda da bire bir aynı özellik göstermeyip bölgelere ve çağlara göre değişiklikler içermektedir. Ama genel

yaklaşım olarak tespit edilmiş benzerliklerin binlerce yıl sonra günümüzde hala benzer şekilde uygulanması gerçekten ilgi çekicidir. Bu tespitlerin aktarılması amacıyla Tablo 1 düzenlenmiştir. Söz konusu tabloda birinci sütun benzerlik alanını ikinci sütun neolitik çağdan itibaren kullanılmış örnekleri üçüncü sütun ise günümüzde Ahievren köy evinde kullanılmış örnekleri vermektedir.

Tablo 1. Yapım tekniklerine ait karşılaştırma örnekleri

| YAPI ELEMANI | NEOLİTİK ÇAĞDAN GÜNÜMÜZE KADAR GELEN UYGULAMALAR | AHİEVREN KÖY EVİNE AİT UYGULAMALAR |
|------------------------------------|---|---|
| Taş duvar yapımı | M.Ö. 2800-1200 Troia-Boğazköy | Günümüz Ahievren köy evi örneği |
| |  Şekil 16 |  Şekil 3 b |
| Dikmenin duvar içinde kullanılması | M.Ö. 2000 | Günümüz Ahievren köy evi örneği |
| |  Şekil 19 c |  Şekil 4 |
| Sıva | M.Ö. 2800-1200 Troia-Boğazköy | Günümüz Ahievren köy evi örneği |
| |  Şekil 17 |  Şekil 3 b |
| Ahşap dikmelerin niteliği | En erken çağlardan itibaren | Günümüz Ahievren köy evi örneği |
| | Çatıların yükünü temele aktaran ahşap dikmeler en erken çağlardan itibaren fazla işçilik gerektirmeden ağaç kütükleri halinde kullanılmışlardır | Bkz. Çatı ve ahşap dikmeler ile kapı dikmeleri bölümü 7. satır |
| Tavan kirişinin desteklenmesi | Çatalhöyük yerleşmesi, Zincirli, Hacılar 5500, Beycesultan 2400, Semayük | Günümüz Ahievren köy evi örneği |

| | | | | |
|--|---|---|--|---|
| |  | Ahşap dikmenin üst başlıklarının yanında taşıma alanını büyüten ikinci bir ek parça kullanılmıştır. |  | Ahşap dikmenin üst başlıkla desteklenmesi |
| | Şekil 16 | | Şekil 7 b | |
| Ahşap dikme altında geniş taş plak kullanımı | Hacılar 5500'de, Alişar tabaka XVI'da, Erken Tunççağ 2400 Beycesultan XV'de ve Semayük'de | | Günümüz Ahievren köy evi örneği | |
| |  | Ahşap dikme çapından daha büyük boyutta taş plak kullanımı ile taban oluşturma |  | Dikmenin temel taşına geçme detayı |
| | Şekil 18 a | | Şekil 8 | |
| Ahşap dikmelerin taş oturtulmasında kullanılan oyuntular | Alacahöyük, Hitit | | Günümüz Ahievren köy evi örneği | |
| |  | Ahşap dikmenin zemin taşına yerleştirme oyuntusu |  | Dikmenin temel taşına geçme detayı |
| | Şekil 19 a | | Şekil 10 | |
| Kapı kanatları için taş oyuntuları | Semayük M.Ö. 2400 | | Günümüz Ahievren köy evi örneği | |
| |  | Kapı dikmesi zemin bağlantı taşı |  | Taş üzerinde dikme oyuğu |
| | Şekil 21 | | Şekil 11 a | |
| Malzeme kullanımı | Neolitik çağdan itibaren konutlar yakın çevreden bulunan malzemelerle yapılmıştır. | | Günümüz Ahievren köyü örneği yapıları da yakın çevreden bulunan malzemelerle yapılmıştır | |

6. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışma, eski çağlardaki yapı teknolojisinin hala benzer özelliklerle Ahievren köy evinde kullanıldığının görülmesi ile bu benzerliklerin karşılaştırılarak aktarılmasını içermektedir. Bu kapsamda hem belirlenen köy evi hem de neolitik çağdan beri ülkemiz topraklarında bulunan yerleşmelerdeki yapı teknikleri incelenmiştir. İncelenen teknikler tespit edilebilen benzerliklerin karşılaştırılabilmesi için Tablo 1'de aynı satıra gelecek şekilde sıralanmışlardır. Tablo değerlendirilmesine göre; taş duvar, bölücü duvar, hem duvar hem çatıda kullanılan ahşap taşıyıcı elemanların taşıdığı özellikler hakkında benzerlikler bulunduğu tespit edilmiştir.

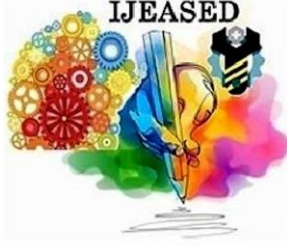
Tekirdağ ve çevresinde pek çok höyük bulunmaktadır (URL2, URL3). Elbette ki bu höyükler çevrede eski çağlara ait yerleşimlerin olduğunu göstermektedir. Bu yapılarda kullanılan taşlar devşirme olarak bugün Ahievren köyü ve çevresindeki yapılarda kullanılmış olmalıdırlar. Ancak bu taşların tam olarak hangi döneme ait oldukları konusundaki bilgileri belki arkeolojik bir çalışma daha sağlıklı sonuçlar ile gösterebilecektir.

Ahievren köy evi yapım tekniği tam olarak bir yapım tekniği ile ifade edilemez. Hem yığma taş duvar hem ahşap çatkılı bölücü duvar birlikte karma bir sistem olarak geliştirilmiştir. Bu yapım sistemi, bulunulan koşullara göre en ekonomik ve ekolojik çözümü içermektedir denilebilir. Dolayısı ile bu karma yapım sisteminin, yakın çevredeki malzemeleri kullanarak ve eski uygarlıklara ait teknolojilerin kullanımını sürdürerek günümüze uyarlandığı söylenebilir.

Kaynaklar

- Es, M., Ateş, H., (2004). Kent Yönetimi Kentleşme ve Göç: Sorunlar ve Çözüm önerileri, *Sosyal ve Siyaset Konferansları Dergisi*, Volume 0, Issue 48, sf: 206-208
- Dal, M., Öcal, A. D., (2017). Tunceli ili Çemişgezek ilçesinin kent merkezindeki tarihi yapılarındaki bozunma analizi, *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (2), 35-51
- Eres, Z., (2016). Türkiye’de Geleneksel Köy Mimarisini Koruma Olasılıkları, *Ege Mimarlık* 8-13
- Tayla, H., (2007). Geleneksel Türk Mimarisinde Yapı Sistem ve Elemanları, İstanbul, Mas matbaacılık, sf: 382, 75
- Naseri, H., Jahanbakhsh, H., Hosseini, P., Nejad, F. M., (2020). Designing sustainable concrete mixture by developing a new machine learning technique, *Elsevier-Journal of Cleaner Production*, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120578> (<http://www.elsevier.com/locate/jclepro>)
- Işık, B.,(2011). Conformity of Gypsum Stabilized Earth- Alker Construction with ‘Disaster Code 97’ in Turkey. *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS* Vol: 11, No: 02
- Lotfabadi, P., Hançer, P., (2019). A Comparative Study of Traditional and Contemporary Building Envelope Construction Techniques in Terms of Thermal Comfort and Energy Efficiency in Hot and Humid Climates, *Sustainability MDPI*, 11, 3582
- Boğaziçi Yakut, A., (2019). Terk Edilmekte Olan Kırsal Mimari Miras: Ödemiş-Karadoğan Köyü, *Sanat Tarihi Dergisi*, XXVIII/1, sf: 119-137
- Yardımlı, S., Shahriary, A., Güleç Özer, D., (2018). Sürdürülebilir Yapı Örneği Olarak Yazd’da Konut Analizi, *Online Journal of Art and Design*, volume 6, issue 5 (Special issue); 39-53
- Yardımlı, S., (2019). Structure Specimens in Thrace: Ahievren Village Houses, *Kerpik’19 – Earthen Heritage, New Technology, Management, 7th International Conference*, (Sf: 807- 819) Köyceğiz, Muğla Turkey, Hasan Kalyoncu Üniversitesi

- Akman, S., (2003). Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi, *TMH* sayı:426 /4, sf:30- 36
- Sevin, V., (2003). *Atlaslı Büyük Uygarlıklar Ansiklopedisi Eski Anadolu ve Trakya Başlangıcından Pers Egemenliğine Kadar*, İstanbul İletişim Yayınları, (Sf: 56, 74, 44, 68-78, 44, 57-160)
- Roth, L. M., (2002). *Mimarlığın Öyküsü*, Çeviren: Akça, E., Kabalcı, sf:220
- Küçük, S., (2016). Structural transformations of traditional architecture from Hittites to Ottomans in Bogazkoy, *ITU AZ*. Vol 13 No1. sf: 97-106
- Neve, P., (1990). Tanrılar ve Tapınaklar Kenti Hattuşa, *Edebiyat fakültesi Konferansı İst. Ün.*, sf: 21-40
- Naumann, R., (1991). *Eski Anadolu Mimarlığı*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, sf: 59-68, 70, 59-90, 137-161, 100-111, 151, 369, 109, 138-110, 114-117, 173
- URL 1 <https://tr-tr.facebook.com/MalkaraSayfasi/photos/malkaramiza-ait-k%C3%B6ylerimiz-hakkında-bilgileril%C3%A7emize-ba%C4%9Fl%C4%B1-70-k%C3%B6y-ve-merkez-hari/362572038870/>
- URL 2 <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/kirklareli/gezilecekyer/tumulusler>
- URL 3 <http://arkeopolis.com/trakya-bolgesinde-bir-tumulus-tekirdag-naip-tumulusu/>



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764



YAZAR REHBERİ / AUTHOR GUIDE

1. KAPSAM VE GENEL BİLGİ

Dergimiz 2019 yılının Mayıs ayında kurulmuş olup, dergi kapsamı konularında fen bilimleri, mühendislik ve tasarım teknolojisi alanlarında yapılan akademik çalışmalarını kapsamaktadır. Dergimizde Türkçe ve İngilizce dilinde makale yazımı imkanı bulunmaktadır. **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED)**; dergi kapsamı alanlarında hazırlanmış özgün araştırma makalelerin, güncel derlemelerin, konferans bildirilerinin, teknik notların ve editöre mektupların yayımlandığı *uluslararası indeksli hakemli bir bilimsel dergidir*. IJEASED yılda iki kez elektronik ortamda yayımlanan, açık erişimli ve ücretsiz olan, makalelerin en az iki hakem tarafından kör hakemlik uygulamasıyla değerlendirilen, yayın dili Türkçe ve İngilizce olan, yayın sürecinin hiçbir aşamasında yazarlardan herhangi bir yayın ücreti talep etmeyen hakemli bir dergidir.

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED); bütün Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Tasarım alanlarında daha önce başka yerlerde yayınlanmamış, özgün araştırma makaleleri, güncel derlemeler, konferans bildirileri, teknik notlar ve editöre mektuplar yayınlanır. Dergi *bilimsel ve hakemli* bir dergi olup, *Temmuz ve Aralık* aylarında olmak üzere yılda *2 kez çevrimiçi* ortamda *elektronik* yayımlanır. Derginin amacı araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin bilimsel yayına dönüştürülmesi, ulusal ve uluslararası indekslere girerek evrensel bilime katkı sağlamaktır.

2. YAYIN DİLİ VE ANLATIM

Dergide yayınlanacak tüm yazılar için yayın dili 2019'dan itibaren olmak üzere Türkçe ve İngilizce'dir. Makale içerisinde yazar tarafından gerçekleştirilen çalışmalara yönelik (DeneySEL çalışmalar, analizler vb) anlatımlarda üçüncü şahıs kullanılmaya özen gösterilmelidir.

3. ELEKTRONİK ORTAMDA BAŞVURU

Dergi ile ilgili *tüm yazışmalarda* DergiPark tarafından sağlanan arayüz kullanılmalıdır. Dergi *yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış* makaleler, basılı kopyaya gerek olmaksızın, Ulakbim Dergipark üzerinden <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased> adresi kullanılarak

gönderilmelidir. Dergiye makale göndermek isteyen yazarların yazım kuralları ile birlikte "**Gönderi Kontrol Listesi**"ndeki her maddeyi de kontrol etmeleri gerekmektedir. Makaledeki bilgilerin doğruluğunun sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayınlanacak makalelerde, araştırma ve yayın etiğine uygunluk esastır. "**Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu**" doldurulup bütün yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yayın ile ilgili işlemler bu formun tesliminden sonra başlar. Bu formun farklı kopyaları başka şehirlerde yaşayan yazar(lar) tarafından ayrı ayrı imzalanıp gönderilebilir. Hayvanların veya zararlı maddelerin kullanıldığı araştırmalarda "**Etik Kurul İzin Belgesi**"nin makaleye eklenmesi gerekir. İnsanların denek olarak kullanıldığı araştırma sonuçlarını içeren makalelerde yazar(lar), "insan denemeleri üzerinde yetkili kurul" etik standartlarına ve gözden geçirilmiş Helsinki bildirgesi 1983'e uygunluğunu belgelemeleri gerekir.

4. DEĞERLENDİRME SÜRECİ

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne iletilen yazılar öncelikle dergi baş editörünün yönlendireceği bölüm editörü tarafından konu başlığı ve anahtar kelimelere dayanılarak biçimsel açıdan değerlendirilir. Bu ön kontrol aşamasında öncelikle intihal tespit yazılımları kullanılarak benzerlik raporları oluşturulur. Aday yayının benzerlik raporu toplamda **%15**, tek bir kaynaktan ise **%5** oranından fazla olmamalıdır. Daha sonra incelenecek yayının dergi formatına uygun olup olmadığına karar verilir. "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" olmayan veya eksik olan aday yayınlar ile benzerlik oranı sınırlarını aşan aday yayınlar ön incelemeye alınmaz. Dergi yazım kurallarına uygun hazırlanmayan makaleler düzeltilmek üzere yazara geri gönderilir. Formata uygun olarak hazırlanan yazılar dergi baş editörü tarafından inceleme sürecinin gerçekleştirilmesi için ilgili bölüm editörüne yönlendirilir.

Bölüm editörü bilimsel içerik bakımından değerlendirilmek üzere aday yayını, konusuna uygun olarak en az üç hakeme yönlendirir. Hakem seçiminde öncelikle konu ile ilgili dergi yayın danışma kurulu üyelerinden ya da alanında uzman başka bir bilim insanından yararlanılır. Hakemler değerlendirmeleri sonucunda, uygun, düzeltilerek yayımlanabilir, düzeltildikten sonra tekrar görmek isterim, istediğim düzeltmelerin kontrolünü derginin uzman bilimsel ekibi tarafından yapılması uygundur veya yayımlanamaz şeklinde kararları verebilirler. Düzeltme istenen yazılarla ilgili olarak yazar gerekli düzeltmeleri yapar. Ayrıca katılmadığı hususlarla ilgili olarak gerekçeli yazısını dergiye gönderir. Hakem kurulu tarafından farklı türde değerlendirilen yazılar için bölüm editörü kendi görüşünü de ekleyerek değerlendirmenin sonuçlandırılması için baş editöre iletir. Değerlendirmede son karar baş editöre aittir. Baş editör gerekli görürse yeni bir hakem tayin eder veya yazı ile ilgili kararını sonuçlandırır. Tüm değerlendirmeler sonucunda kabul ya da red kararı gerekçeleri ile birlikte DergiPark üzerinden yazışmadan sorumlu yazara iletilir. Değerlendirme sonucu kabul edilen makaleler dergi sekreteryası tarafından esasa bağlı kalınarak yayına uygun formata dönüştürülür. Dergide yayımlanan makaleler başka hiç bir yerde yayımlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz. Kısmen veya tamamen yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Dergiye gönderilen makalelerin içerikleri özgün, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Değerlendirmeye sunulacak çalışmaların bir başka dergiye gönderilmediği veya basılmadığı ön yazı ile belirtilmelidir. Makale basım için kabul edilmezse "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" nun yasal bir önemi kalmaz ve hükümsüz olarak kabul edilir. Bu Form'un

imzalanması ile yazarlar, makalenin “**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ (IJEASED)**” web sayfasında yayınlamasına ilaveten makalenin tamamı veya bir kısmının yasal olarak çoğaltılması ve dağıtılması hakkını Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi’ne devrederek, kendi haklarından feragat etmektedirler.

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne gönderilen çalışmalar aşağıdaki süreçlerden geçmektedir:

Hakem değerlendirmesi öncesi süreç:

- 1- Yazar(lar) çalışmalarını Dergipark platformu aracılığıyla dergiye gönderirler.
- 2- Editör kurulu 15 gün içerisinde, çalışmanın okunabilir, tamamlanmış, orijinal olup olmadığını, derginin yayın politikası doğrultusunda değerlendirirler.
- 3- Editör kurulu yukarıdaki özelliklere sahip olan çalışmaları **çift kör hakemlik sistemi** doğrultusunda değerlendirme aşamasına alır yada çalışmayı yazar(lar)a gerekçelerini sunarak Dergipark platformu üzerinden geri gönderirler.

Hakem değerlendirmesi süreci:

- 1- Editör kurulu, hakem değerlendirmesi sürecine girecek çalışmaları belirledikten sonra, **en az iki hakemin** değerlendirmesine sunulmak üzere çalışmayı hakeme iletirler.
- 2- Hakemlerin gönderilen davete yanıt vermeleri için 15 gün süreleri bulunmaktadır. Hakemlerin davete yanıt vermemeleri durumunda, 7 günlük ek zaman diliminde yanıt verebilmeleri için hakemlere davet yeniden gönderilir.
- 3- Davet hakemlerden biri ya da ikisi tarafından kabul edilmezse, çalışmanın iki hakem tarafından değerlendirilebilmesi için davet yeni hakemlere iletirilir.
- 4- Davet kabul edildikten sonra hakemlerin çalışmayı değerlendirme süresi 42 gündür. 42 gün içerisinde hakemler çalışmayı değerlendirmezse, 7 gün ek süre verilir. Hakemler değerlendirmelerini **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'**nin yayın kurulu tarafından oluşturulmuş hakem değerlendirme formu üzerinden gerçekleştirirler.
- 5- Çalışma hakemler tarafından değerlendirildikten sonra, çalışma yazar(lar)a hakem adlarını görmeyecekleri biçimde iletirilir ve yazar(lar) gerekli düzenlemelerini gerçekleştirirler.
- 6- Hakemler arasında kabul-red uyuşmazlığı olması durumunda, çalışma editör kurulunun onayıyla yayınlanabilir, reddedilebilir ya da üçüncü bir hakeme iletilebilir.

Hakem değerlendirmesi sonrası süreci:

- 1- Editör hakemlerden gelen değerlendirme sonucuna göre, yazardan gerekli değişiklikleri yapmalarını ve revize edilmiş dosyayı yüklemelerini isterler veya değerlendirme sonuçlarının durumuna göre makaleye "**Red**" kararı verilebilir.
- 2- Yazım Kural Kontrolü bu adımda da yapılır.

3- Editör revizyondan sonra hakem değerlendirmesinin olumlu sonuçlanmasının ardından makaleyi kabul eder ve düzenlemeye geçer. Düzenleme işleminden sonra Dergi gelecek sayısında veya sayının Erken görünümünde yazar veya yazarların makalesini yayına alır.

5. ETİK SORUMLULUKLAR VE POLİTİKALAR

Editörlerin Görevleri

- Derginin editörü sunulan makalenin yayınlanma koşullarına, tek başına ve bağımsız olarak karar vermekten sorumludur. Nihai karara varılmadan önce, dergiye yüklenen makalenin geçerliliği, önemi ve yeniliği her zaman dikkate alınmalıdır.

- Editör ve alan editörleri, derginin yayın kurulunun ilkelerini izleyerek telif hakkı ihlali ve intihal gibi konuları bu ilkeler doğrultusunda değerlendirir. Editör, nihai karara varmak için alan editörleri veya hakemlerle de işbirliği yapabilir.

- Editör ve alan editörleri, ilgili alanda uzman hakemler aracılığıyla değerlendirme sürecinin eşit, adil ve zamanında tamamlanmasından sorumludur. Herhangi bir ek hakeme ihtiyaç duyulmadıkça, editör veya alan editörü, dergiye gönderilen makalenin en az iki harici ve bağımsız hakem tarafından değerlendirilmesini sağlar.

- Makaleler, yazarların ırk, cinsiyet, cinsel yönelim, dini inanç, etnik köken, vatandaşlık veya siyaset felsefesi dikkate alınmadan, editör veya alan editörü tarafından içeriklerine ve yeniliklerine göre değerlendirilmelidir.

- Derginin yayın politikaları şeffaf olmalı ve hakemler ve yazarlardan gelen dürüst raporlar içermelidir. Ayrıca, editör ve alan editörleri, herhangi bir teknik problem haricinde, tüm dergi iletişimleri için, dergi standart elektronik sistemini kullanmalıdır.

- Editör, editör kararlarının temyizinde, şeffaf bir açıklama süreci kullanacaktır.

- Editör, derginin sıralamasını etkilemeye çalışmamalı ve bu amaçla mantıklı bilimsel nedenler olmadıkça, yazarları editörün veya alan editörlerinin makalelerini eklemek için zorlamamalıdır.

- Dergiye gönderilen tüm makalelerin gizliliği, ilgili taraflarla iletişim ve hakemlerin kimlik bilgileri editör ve alan editörü tarafından korunmalıdır.

- Henüz basılmamış materyaller, gönderilen makalenin bilgi ve içerdiği fikirler, editör veya alan editörünün kendi araştırmasında, yazarın yazılı rızası olmadan kullanılmamalıdır.

- Yayıncının herhangi bir potansiyel editöriyel çıkar çatışması varlığında bilgilendirilmesi gerekir. Yayıncı, buna ilişkin bildirimleri dergide yayımlayabilir.

- Editör veya alan editörü, kendisi, aile üyesi veya meslektaşları tarafından yazılmış makaleler hakkında herhangi bir karar vermemelidir. Bu tür bir başvuru, derginin genel prosedürlerine tabi olmalı ve bu işlem ilgili yazar / editör ve araştırma grupları dahil edilmeden yapılmalıdır.

- Editör, şüpheli suistimali inceleyerek yayınlanan kaydın bütünlüğünü korumalıdır.

- Şüpheli bir durum varlığında, eğer gerekirse, editör makale yazarıyla bağlantıya geçmeli ve ilgili talepler hakkında kendisini bilgilendirmelidir. Ancak böyle bir durumda editör, ilgili kurumlar ve araştırma merkezleriyle de iletişim kurabilmelidir.

- İntihal durumunda, editör yayıncı ile birlikte hareket etmeli ve bu duruma ilişkin düzeltilme, geri çekilme veya açıklayıcı ifadenin derhal yayınlanmasını sağlamalıdır.

Hakemlerin Görevleri

- Hakem değerlendirmesi sürecinde hakemlerin yukarıda belirtilen etik durumlara dikkat etmesi ve makaleyi nesnel olarak ele alması beklenir.

- Makalenin konusu, hakemlerin alanlarıyla ilgili değilse veya hakem makaleyi zamanında değerlendiremeyecekse, hakemin değerlendirme sürecini reddetmesi ve editörü derhal bilgilendirmesi beklenir.

- Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne (IJEASED) gönderilen tüm makaleler gizlidir. Hakemler ayrıca, makale hakkındaki herhangi bir inceleme veya bilgiyi kimseyle paylaşmamalıdır. Ayrıca hakemler editörden izin almadan yazarlarla iletişim kurmamalıdır.

- Hakem tarafından gözden geçirilen makalede sunulan bilgi veya fikirler, hakemlerin kişisel faydalarına yönelik kullanılmamalıdır.

- İnceleme yapıcı olmalı, intihal gibi etik konular konusunda çok dikkat edilmelidir. Herhangi bir intihal durumunda, hakem editörü derhal uyarmalıdır.

-Yorumlar objektif olmalı ve herhangi bir kişisel eleştiriyi içermeyen argümanlarla desteklenmelidir.

- Herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olması durumunda, hakem editörü veya alan editörünü uyarmalı ve makale değerlendirmeyi reddetmelidir.

- Makaleyi değerlendirmek üzere atanan hakemin, hakemlerin (veya ortaklarının) çalışmalarının refere edilmesine ilişkin önerisi, hakemin alıntı sayısının arttırılması niyeti olmadan bilimsel olarak makul olmalıdır.

Yazarların Görevleri

- Dergiye, bir araştırma makalesi veya kısa bir makale (short communication) gönderen yazarlar, makalenin içeriğinde, çalışmanın önemini vurgulayan orijinal sonuçlar ve tartışmaların olmasına dikkat etmelidir. Yüklenen makale derleme veya diğer türde bir makaleyse, içeriklerinin somut ve nesnel olması gerekmektedir.
- Dergiye gönderilen makaleler yeterince referans içermeli ve ayrıntılı bir şekilde yazılmalıdır.
- Çalışmanın destek kaynaklarından tümünün, makalenin teşekkür kısmında belirtilmesi gerekir.
- İntihal ve tartışmalı, yanlış ifadeler gibi etik olmayan konular, bir makale içeriğinde asla kabul edilemez.
- Bir yazar aynı makaleyi kısmen (bir özet veya yayımlanmış bir dersin veya akademik tezin veya elektronik bir basımın dışında) veya tamamen birden fazla dergiye göndermemelidir. Bu tür bir davranış etik değildir ve dergi tarafından kabul edilmez.
- Çalışmanın oluşturulmasında içeriğe entelektüel açıdan katkı sağlamayan kişiler, yazar olarak belirtilmemelidir.
- Yayınlanmak üzere gönderilen tüm çalışmaların varsa çıkar çatışması teşkil edebilecek durumları ve ilişkileri açıklanmalıdır.
- Bir ortak yazar olmak için, makalenin içerik, tasarım ve uygulama alanlarına önemli katkılarda bulunulmalıdır. Dil editörleri veya tıbbi yazarlar, teşekkür bölümünde belirtilmelidir.
- Yazar(lar)ın yayımlanmış, baskıda veya değerlendirme aşamasındaki çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda, dergi editörünü veya yayıncıyı bilgilendirme, düzeltme veya geri çekme işlemlerinde editörle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır.
- Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmanın yazar sorumluluklarının değiştirilmesi (Yazar ekleme, yazar sırası değiştirme, yazar çıkartma gibi) teklif edilemez.
- Makalenin İlgili yazarı, uygun ve uygunsuz ortak yazarlardan sorumludur. Ayrıca ilgili yazar, makalenin son hali ve gönderildiği dergi konusunda tüm ortak yazarlardan ilgili onayları almalıdır.
- Tüm yazarlar, makalenin tüm bölümlerinden sorumludur.
- Eğer makale, hayvan veya insan deneklerin kullanımını içeriyorsa, uygun kurumsal komite (ler) in onayı gibi gerekli belgeler ve bununla ilgili bir ifade yazısı, yazar tarafından dergiye sağlanmalıdır.

- Yazarın fark ettiği tüm önemli hataların derhal editöre bildirilmesi gerekir. Herhangi bir düzeltme yapılması durumunda, yazar, editör veya alan editörü tarafından istenen kanıtları sağlamakla yükümlüdür.

- Geliştirme, yer değiştirme, herhangi bir kısmın çıkartılması gibi orijinalliğine zarar verecek karmaşık değişiklikler, makale içinde yer alan görüntüler ve resimler için kabul edilemez. Bu tür değişiklikler etik dışı olarak algılanır ve gerekli önlemler alınır.

- Sorumlu yazar, bütün yazarların adına yetkili kişidir. Yazar(ları) makale sürecinden bilgilendirmesi kendi sorumluluğundadır. Dergi kurulu çalışması kabul edilen yazar(lar) arasında yaşanan çıkar çatışmazlığından sorumluluk kesinlikle kabul etmez.

Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler

Uydurma: Bir bilimsel araştırma yapılmadan yapılmış gibi veriler uydurmak, bunları rapor etmek veya yayınlamak,

Çarpıtma: Araştırma kayıtları ve elde edilen verileri tahrif etmek, araştırmada kullanılmayan yöntem, cihaz ve materyalleri kullanılmış gibi göstermek, araştırma hipotezine uygun olmayan verileri değerlendirmeye almamak, ilgili teori veya varsayımlara uydurmak için veriler ve/veya sonuçlarla oynamak, destek alınan kişi ve kuruluşların çıkarları doğrultusunda araştırma sonuçlarını tahrif etmek veya şekillendirmek,

İntihal (Aşırma): Başkalarının fikirlerini, yöntemlerini, verilerini, uygulamalarını, yazılarını, şekillerini veya eserlerini sahiplerine bilimsel kurallara uygun biçimde atıf yapmadan kısmen veya tamamen kendi eseriymiş gibi sunmak,

Sahtecilik: Araştırmaya dayanmayan veriler üretmek, sunulan veya yayınlanan eseri gerçek olmayan verilere dayandırarak düzenlemek veya değerştirmek, bunları rapor etmek veya yayınlamak, yapılmamış bir araştırmayı yapılmış gibi göstermek,

Tekrar yayım (Dublikasyon): Bir araştırmanın sonuçlarını, ilk yayınlandığı derginin editöründen izin almaksızın başka dergide tekrar yayınlamak,

Dilimleme: Bir araştırmanın sonuçlarını araştırmanın bütünlüğünü bozacak şekilde, uygun olmayan biçimde parçalara ayırarak ve birbirine atıf yapmadan çok sayıda yayım yaparak doçentlik sınavı değerlendirmelerinde ve akademik terfilerde ayrı eserler olarak sunmak,

Haksız yazarlık: Aktif katkısı olmayan kişileri yazarlar arasına dâhil etmek, aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dâhil etmemek, yazar sıralamasını gerekçesiz ve uygun olmayan bir biçimde değerştirmek, aktif katkısı olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,

Diğer etik ihlali türleri: Destek alınarak yürütölen araştırmaların yayımlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayımlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayımlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için

sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak.

6. MAKALE GERİ ÇEKME POLİTİKASI

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayım politikaları gereği, bir çalışma veya makalenin geri çekilmesi aşamasında yazar(lar)a ve yayım kuruluna düşen görev ve sorumluluklar aşağıda verilmiştir.

Yazarlar

Yazar(lar)ın yayımlanmış, erken görünüm veya değerlendirme aşamasındaki **çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda**, geri çekme işlemlerinde dergi editörüyle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır. Değerlendirme aşamasındaki çalışmasını geri çekme talebinde bulunmak isteyen yazar(lar), **Makale Geri Çekme Formu- Article Withdrawal Form**'nu doldurarak her bir yazarın ıslak imzası ile imzalanmış ve taratılmış halini **Dergi Baş Editörü**'ne **muhammad.semihtaskaya@gmail.com** adresi üzerinden e-posta aracılığıyla yayım kuruluna iletmekle yükümlüdür. Yayım Kurulu geri çekme bildirimini inceleyerek en geç 15 gün içerisinde dönüş sağlar. Yayım kurulu tarafından telif hakları **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım (IJEASED) Dergisi**'ne gönderim aşamasında devredilmiş çalışmaların geri çekme isteği onaylanmadıkça yazarlar çalışmasını başka bir dergiye değerlendirme için gönderemezler.

Önemli Not:

Yazar(lar) çalışmasıyla ilgili haklı bir gerekçe sunmadığı, değerlendirme görevinde bulunan hakemlerimizde kararlarıyla, keyfi sebeplere bağlı yazar(lar)ın isteğine göre makale geri çekme talebi bulunursa, Editör ve Yayın Kurulumuz **kesinlikle bu talebi kabul etmeyecektir**. Ayrıca dergi editörlük ve yayım kurulu yönetimini, hakemlerin değerlendirmelerini, dergi zamanını meşgul etme ve emeğe saygısızlık olarak nitelendirilecek; dergimize bu kasıtlı talepte bulunanlar yazar(lar)ın **2 yıl boyunca** dergimizden **men ettirileceği ve çalışma gönderemeyeceği** bilgilerine sunulacaktır.

Editörler

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayım kurulu; yayımlanmış, erken görünümdeki veya değerlendirme aşamasındaki bir çalışmaya ilişkin telif hakkı ve intihal şüphesi oluşması durumunda çalışmayı ilişkin bir soruşturma başlatma yükümlülüğü taşır. Yayım kurulu yapılan soruşturma sonucunda değerlendirme aşamasındaki çalışmada telif hakkı ve intihal yapıldığını tespit etmesi durumunda çalışmayı değerlendirmeden geri çeker ve tespit edilen durumları detaylı bir şekilde kaynak göstererek yazarlara iade eder. Yayım kurulu, yayımlanmış veya erken görünümdeki bir çalışmada telif hakkı ihlali ve intihal yapıldığını tespit etmesi durumunda, en geç 15 gün içerisinde aşağıdaki geri çekme ve bildiri işlemlerini gerçekleştirir. Etik ihlali tespit edilen çalışmanın;

1. Elektronik gösterimdeki başlığının başına **“Geri Çekildi:”** ibaresi eklenir.

2. Elektronik gösterimdeki *Öz* ve *Tam Metin* içerikleri yerine çalışmanın geri çekilme gerekçeleri, detaylı kanıt kaynakları varsa yazar(lar)ın bağlı olduğu kurum ve kuruluşların konu hakkındaki bildirimleri ile birlikte yayınlanır.

3. Dergi web sitesinin ana sayfasından geri çekme bildirimini ilan edilir.

4. Geri çekme tarihinden itibaren ilk yayınlanacak sayının elektronik ve basılı kopyasının içindekiler listesine “**Geri Çekildi: Çalışma Başlığı**” şeklinde eklenir, birinci sayfasından başlamak koşuluyla geri çekme nedenleri ve buna kaynak gösterilen orijinal alıntıları kamuoyu ve araştırmacılarla paylaşılır.

5. Yazar(lar)ın bağlı olduğu kuruluş(lar)a yukarıdaki geri çekme bildirimleri iletilir.

6. Yukarıda sıralanan geri çekme bildirimleri Derginin dizinlendiği kurum ve kuruluşlar ile Milli Kütüphane Başkanlığı'na izin sistemleri ve kataloglara kaydedilmesi için iletilir.

Ayrıca yayım kurulu etik ihlalde bulunan çalışma yazar(lar)ının daha önce yayınlanmış çalışmalarının yayım evlerine veya yayım kurullarına, yayımlanan çalışmaların geçerlik ve güvenilirliğini güvence altına almalarını veya geri çekmelerini önerebilir.

7. MAKALE TÜRLERİ

Dergide yayınlanan farklı yayın formatları ile ilgili bilgiler ve yazı türlerine göre yazarların dikkat etmeleri gereken hususlar şu şekildedir:

- **Araştırma Makaleleri:** Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Öz, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Öz, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Amaç, Gereç ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuçlar, gerekli ise Etik konular, Katkı Belirtme ve Teşekkür, Kaynaklar, Şekil ve Tablolarla ilgili açıklamalar içermelidir. Makale konunun uzmanları tarafından tekrarlanabilecek şekilde yeterli bilgiyi içermelidir. **Bu tür makalelerde ana metin 3500-4000 kelime arası olmalı, kaynak sayısı 40’ı aşmamalıdır.**
- **Derlemeler:** Yazar(lar)ın uzmanlık alanında yapılmış eski araştırmaların derlenip eleştirel bir şekilde yorumlanıp ortaya yeni bir görüş ileri süren çalışmaları kapsmalıdır. Derlemeler, Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Öz, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Öz, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Ana Bölümler, Alt Bölümler, Sonuç, Katkı Belirtme, Kaynaklar, Şekil ve Tablolarla ilgili açıklamalar içermelidir. **Ana metin en fazla 5000 kelime olup kaynak sayısında bir kısıtlama yoktur.**
- **Editöre Mektup:** Dergide yayınlanmış makaleler hakkında veya ilgili diğer konularda soru sormak, görüş bildirmek isteyenlerin yazıları bu türde değerlendirilir. Bu tür yazılarda kapsam ve etik kavramlar göz önünde bulundurulur. **Ana metin en fazla 1000 kelime olup kaynak sayısı 10’u geçmemelidir.**

8. MAKALENİN HAZIRLANMASI

Makale Başlığı

Türkçe makaleler için hem Türkçe hem de İngilizce olarak makale konusuna uygun, amacı ve sonucu anlatan kısa ve yalın bir başlık olmalıdır. Makale başlığı koyu, ilk harfleri büyük ve ortalanarak 14 punto Times New Roman fontu ile yazılmalıdır. Türkçe makalelerde İngilizce başlık, İngilizce özetten önce verilmelidir.

Yazar İsimleri ve Adresleri

İsimler kısaltılmadan soy isimler büyük harfle başlığın altına yan yana ortalanarak yazılır. Adreslerde kısaltma kullanılmamalıdır. Farklı adreslere sahip yazarlar için rakamlı üst indis kullanılmalıdır. İsimler Times New Roman 12 punto, düz; adresler ise Times New Roman 10 punto, düz olmalıdır. **İsimlerden önce Ünvan yazılmamalıdır.** Ayrıca sorumlu yazarın telefon ve e-posta adresi 10 punto Times New Roman fontunda Sorumlu Yazar kısmına yazılmalıdır.

Özet

Bu Microsoft Word belgesi Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimize gönderilmek üzere hazırlanan makalelerin bu şablona bağlı olarak hazırlanması makalenin düzenlenme, değerlendirilme ve yayımlanma aşamalarını hızlandıracaktır. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalıdır ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Özet kısmının yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin en fazla 200 kelime olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi önerilmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

İngilizce Başlık

Makale başlığı koyu, ilk harfleri büyük ve ortalanarak 14 punto Times New Roman fontu ile yazılmalıdır.

Abstract

Bu Microsoft Word belgesi Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisine gönderilecek makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimize gönderilmek üzere hazırlanan makalelerin bu şablona bağlı olarak hazırlanması makalenin düzenlenme, değerlendirilme ve yayımlanma aşamalarını hızlandıracaktır. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalıdır ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Özet kısmının yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin en fazla 200 kelime civarında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi önerilmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

1. Giriş

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi tarafından 6 ayda bir (yılda iki kez) yayınlanan ulusal hakemli bir dergidir. Dergi, Fen Bilimleri Mühendislik ve Tasarım sahasında uluslararası düzeyde yapılan bilimsel çalışmaları bilim adamlarına, uzmanlara ve kamuoyuna duyurmayı amaçlar.

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

Bu bölümde çalışmayla ilgili yeterli literatür taraması verilmeli, çalışmanın amaçları ve literatürdeki yeri vurgulanmalıdır. Detaylı literatür incelemesinden ve sonuçların özetinin verilmesinden kaçınılmalıdır.

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde çalışmada kullanılan materyal ve metotlar detaylı ve açık bir şekilde anlatılmalıdır.

2.1. Alt Başlık

Ana başlıklar alt başlıklar içerebilir.

2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Şekiller grafik, diyagram fotoğraf, resim, harita olabilir. Şekil yazısı şeklin alt kısmına yazılmalıdır. Hem şekil hem de şekil yazısı sayfaya ortalanmalıdır. Şekil yazılar okunaklı olmalıdır. Şekil ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı ile alt metin arasında da 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı 11 punto olarak yazılmalıdır. Şekil yazılarına atıfta bulunulmalıdır.

Tablolar açık çerçeveli tercih edilebilir. Tablo yazısı tablonun üst kısmına yazılmalıdır. Hem tablo hem de tablo yazısı sayfanın soluna hizalanmalıdır. Tablo yazısı ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo ile alt metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo yazıları tercihen 11 punto ile ya da 10 punto ile yazılmalıdır ve tek satır aralığı seçilmelidir. Tablo yazılarına atıfta bulunulmalıdır.

Denklem ekleme ihtiyacı duyulduğunda denklemler sırasıyla 1'den başlanarak numaralandırılmalıdır. Denklem paragraftan başlanarak yazılır. Denklem numarası sağ kenara yerleştirilmelidir. Denklem ile metin arasında üstten ve alttan bir satır boşluk bırakılır. Denklemler resim formatında olmamalıdır. Word denklem düzenleyicisi tercih edilebilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular verilmelidir. Elde edilen bulgular ile ilgili literatür çalışmaları yapılarak karşılaştırmalar yapılabilir.

4. Sonuçlar ve neriler

Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmelidir. Okuyucular için öneriler ve görüşler belirtilebilir.

Teşekkür

Bu kısımda çalışmada yardımları ya da destekleri bulunan kişi veya kişilere ya da kurumlara teşekkür edilebilir.

Kaynaklar

Kaynaklar yazar soyadına göre dizini hazırlanmalıdır ve sayfanın sol kenar boşluğu hizasından başlanarak yazılmalıdır. Metin içindeki literatür açıklamaları soyadı ve tarih verilmek suretiyle (Soyadı, 2017), (Soyadı ve Soyadı, 2017) şeklinde düzenlenmelidir. İki den fazla yazar olması durumunda birinci yazardan sonra "ark." kısaltılması yapılmalıdır (Soyadı ve ark., 2017). Birden fazla kaynak belirtilmek istendiğinde bunlar noktalı virgl ile ayrılmalıdır (Soyadı, 2017; Soyadı ve Soyadı, 2017). Kaynaklar APA formatından esinlenerek hazırlanmıştır. Aşağıda rnek olabilecek kaynaklar verilmiştir.

Periyodik yayınlar:

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017). Yayınlanan Makalenin Adı. *Makalenin Yayınlandığı Dergi Adı*, 7(1), 1-12.

Harlow, H. F. (1983). Fundamentals for preparing psychology journal articles. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 893-896.

Kernis, M. H., Cornell, D. P., Sun, C. R., Berry, A., Harlow, T., and Bach, J. S. (1993). There's more to self-esteem than whether it is high or low: The importance of stability of self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 1190-1204.

Scruton, R. (1996). The eclipse of listening. *The New Criterion*, 15(3), 5-13.

Henry, W. A., III. (1990, April 9). Making the grade in today's schools. *Time*, 135, 28-31.

Schultz, S. (2005, December 28). Calls made to strengthen state energy policies. *The Country Today*, pp. 1A, 2A.

Moller, G. (2002, August). Ripples versus rumbles [Letter to the editor]. *Scientific American*, 287(2), 12.

Baumeister, R. F. (1993). Exposing the self-knowledge myth [Review of the book *The self-knower: A hero under control*, by R. A. Wicklund and M. Eckert]. *Contemporary Psychology*, 38, 466-467.

Brownlie, D. (2007). Toward effective poster presentations: An annotated bibliography. *European Journal of Marketing*, 41, 1245-1283. doi:10.1108/03090560710821161

Wooldridge, M.B., and Shapka, J. (2012). Playing with technology: Mother-toddler interaction scores lower during play with electronic toys. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(5), 211-218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appdev.2012.05.005>

Kenneth, I. A. (2000). A Buddhist response to the nature of human rights. *Journal of Buddhist Ethics*, 8. Retrieved from <http://www.cac.psu.edu/jbe/twocont.html>

Smyth, A. M., Parker, A. L., and Pease, D. L. (2002). A study of enjoyment of peas. *Journal of Abnormal Eating*, 8(3), 120-125. Retrieved from

<http://www.articlehomepage.com/full/url/>

Kitaplar:

Soyadı, A. A., (2017). *Kitap adı*. Kitabın basıldığı yer: Yayınevi.

Mayer, D. (2010). *Essential evidence-based medicine* (2nd ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Glasgow, N. A., McNary, S. J., and Hicks, C. D. (2006). *What successful teachers do in diverse classrooms*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Calfee, R. C., and Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. Washington, DC: American Psychological Association.

Duncan, G. J., and Brooks-Gunn, J. (Eds.). (1997). *Consequences of growing up poor*. New York, NY: Russell Sage Foundation.

Plath, S. (2000). *The unabridged journals*. K. V. Kukil (Ed.). New York, NY: Anchor.

Laplace, P. S. (1951). *A philosophical essay on probabilities*. (F. W. Truscott and F. L. Emory, Trans.). New York, NY: Dover. (Original work published 1814)

Helfer, M. E., Kempe, R. S., and Krugman, R. D. (1997). *The battered child* (5th ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.

O'Neil, J. M., and Egan, J. (1992). Men's and women's gender role journeys: A metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle* (pp. 107-123). New York, NY: Springer.

Wiener, P. (Ed.). (1973). *Dictionary of the history of ideas* (Vols. 1-4). New York, NY: Scribner's.

Sempozyum, Kongre, Bildiri:

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017, Ay). Yayımlanan Bildirinin Adı. *Bildirinin Yayınlandığı Sempozyum, Kongre, Toplantı ya da Konferans Adı* (s. 1-12). Şehir: Varsa Üniversite veya Kuruluş.

Schnase, J. L., and Cunnius, E. L. (Eds.). (1995). *Proceedings from CSCL '95: The First International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Armstrong, D. B., Fogarty, G. J., and Dingsdag, D. (2007). Scales measuring characteristics of small business information systems. In W-G. Tan (Ed.), *Proceedings of Research, Relevance and Rigour: Coming of age: 18th Australasian Conference on Information Systems* (pp. 163-171). Toowoomba, Australia: University of Southern Queensland.

Green, D. B. and DeSilva, A. (2015, June). *The toxicity levels of household chemicals*. Paper presented at the National Symposium on Air Pollution, University of Southern California, California.

Taylor, J. A. (2006, November). *Assessment: a tool for development and engagement in the first year of university study*. Paper presented at the Engaging Students: 9th Pacific Rim in Higher Education (FYHE) Conference, Griffith, Australia. Retrieved from http://www.fyhe.com.au/past_papers/2006/Papers/Taylor.pdf

Tez:

Soyadı, A. A., (2017). *Yüksek Lisans veya Doktora Tezinin Adı*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.

Yoshida, Y. (2001). *Essays in urban transportation*. Dissertation Abstracts International, 62, 7741A.

Considine, M. (1986). *Australian insurance politics in the 1970s: Two case studies*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Melbourne, Melbourne, Australia.

Kassover, A. (1987). *Treatment of abusive males: Voluntary vs. court-mandated referrals* (Unpublished doctoral dissertation). Nova University, Fort Lauderdale, FL.

Biswas, S. (2008). *Dopamine D3 receptor: A neuroprotective treatment target in Parkinson's disease*. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3295214)

Cooley, T. (2009). *Design, development, and implementation of a Wireless Local Area Network (WLAN): The Hartford Job Corps Academy case study* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3344745)

Adams, R. J. (1973). *Building a foundation for evaluation of instruction in higher education and continuing education* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://www.ohiolink.edu/etd/>

Diğer Kaynaklar:

Bergmann, P. G. (1993). Relativity. In *The New Encyclopedia Britannica*. (Vol. 26, pp. 501-508). Chicago, IL: Encyclopedia Britannica.

Bernstein, M. (2002). 10 tips on writing the living Web. A List Apart: For People Who Make Websites, 149. Retrieved from <http://www.alistapart.com/articles/writeliving>

Hallam, A. Duality in consumer theory [PDF document]. Retrieved from Lecture Notes Online Web site: <http://www.econ.iastate.edu/classes/econ501/Hallam/index.html>

URL-1: <http://www.giresun.edu.tr>, (Erişim Tarihi: 22 Mart 2017).

9. İNTİHAL DENETİMİ POLİTİKASI

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayın etiği gereği "**Kör Hakemlik Değerlendirme Süreci**"nden geçmiş her çalışmanın bütünlüğünü korumak adına intihal denetiminden geçirilmesini zorunlu kılar. Bu kapsamda her çalışmanın Türkçe ve İngilizce nüshaları yayın kurulunun uygun bulduğu bir firma tarafından intihal denetiminden geçirilir. Denetim kapsamında oluşan maddi sorumlulular yazar(lar)a aittir.

İntihal denetimi *Turnitin*, *İntihal.net* ve *iThenticate* yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilir. Her çalışmanın yazılımlar aracılığıyla ortaya çıkan eşleşmeleri derinlemesine incelenerek gönderme ve atıfı doğru olan eşleşmeler ayıklanır. Ayıklama sonucunda kalan eşleşmeler incelenerek hatalar tespit edilir ve yayın kurulu için raporlaştırılır. Yayın kurulu her çalışmanın intihal denetim raporu ışığında çalışma hakkında nihai kararını verir. Raporla yer alan hataların yazarlar tarafından düzeltilmesi istenebilir veya çalışma yazarlara iade edilebilir, "**Red**" kararı verilebilir.

10. SORUMLULUK REDDİ

IJEASED – ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ kapsamında yayınlanan bütün eserlerin "**Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi**" hükümlerine ve ilgili mevzuata uygunluğu **tamamen yazarın sorumluluğundadır.** Söz konusu yönetmeliğin bütün hükümleri saklı kalmak üzere özellikle:

- Aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dahil etmemek,
- Destek alınarak yürütülen araştırmalar sonucu yapılan yayınlarda destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile bunların katkılarını belirtmemek
- Etiğe aykırı eylemlerin gerçekleşmesi halinde asıl müellif, zarar gören veya hakları olumsuz etkilenen kişi ve kuruluşların rıza göstermesi ilgililerin sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

hususlarının etik ihlali teşkil etmesi nedeniyle yazarlar lisansüstü tezlerinden yaptıkları yayınlarda, tez çalışmasının yapıldığı kurum ve tez danışmanının bilgilerine eser künyesinde yer vermek zorundadır.

“Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” ve ilgili mevzuatın hükümlerinin ihlalinden doğabilecek bütün yasal yükümlülükler **tamamen yazarlara aittir.**



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Temmuz 2020)

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 2

Temmuz / July 2020

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

| | |
|--|----------------|
| KOKOÇ, M., ERSÖZ, S., AKTEPE, A.; A Fuzzy Inference System Proposal for Selecting Marketing Strategy / <i>Pazarlama Stratejisi Seçmek için Bulanık Çıkarım Sistemi Önerisi</i> | 1-21 |
| GÖK AKGÜMÜŞ, D., ÖZTÜRK, V.; Kriyojenik İşlemin Vanadis 8 Çeliğinin Mekanik Özellikleri ve Mikroyapısı Üzerindeki Etkisi / <i>The Influence of Cryogenic Treatment on Mechanical Properties and Microstructures of Vanadis 8 Steel</i> | 22-32 |
| KÖKLÜ CEREN, A., ERASLAN, Ş.; Kentsel Mekanlarda Ekolojik Yaklaşımlı Çocuk Oyun Alanlarının Değerlendirilmesi / <i>Evaluation of Playgrounds with Ecological Approach In Urban Areas</i> | 33-47 |
| GÜNERİ İŞÇİ, Ö., DURMUŞ, B.; Aşırı ya da Eksik Yayılım Durumunda Poisson ve Negatif Binom Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması / <i>Comparison of Poisson and Negative Binomial Regression Models in Case of Over-Dispersed or Under-Dispersion</i> | 48-66 |
| ÖZER, S.; As Lubricating Oil In A Two-Stroke Gasoline Engine Use Of Vegetable Oil / <i>İki Zamanlı Benzinli Bir Motorda Yağlama Yağı Olarak Bitkisel Yağ Kullanımı</i> | 67-87 |
| YAMAN, M., DEMİREL, F.; Cephelerde Yangın Güvenlik Önlemleri ve Mevzuatların Karşılaştırmalı Analizi / <i>Fire Safety Precautions on Facade and Comparative Analysis of Regulations</i> | 88-108 |
| BICER, A.; Analysis of Climatic Parameters of Tunceli-Bingöl and Mus Provinces with Meteorological Data / <i>Tunceli-Bingöl ve Muş İllerinin Meteorolojik Verilerle İklim Parametrelerinin Analizi</i> | 109-119 |
| BICER, A.; Thermal Properties of Gypsum Plaster with Fly Ash / <i>Uçucu Küllü Alçı Sıvaların Isıl Özellikleri</i> | 120-133 |
| YARDIMLI, S.; Neolitik Çağ Yapıları İle Günümüz Ahievren Köy Evleri'nde Tespit Edilen Ortak Yapı Teknik ve Detayları / <i>Common Building Techniques and Details of Neolithic Age Structures and Today's Ahievren Village Houses</i> | 134-154 |