

ISSN : 2667-8764

IJEASED

ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN
MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ

IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND
DESIGN

YIL/YEAR : 2021 CİLT/VOLUME : 3 SAYI/ISSUE: 2



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 (Aralık 2021)

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

(Aralık / December 2021)

<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: 2

Cilt / Volume: 3

Aralık / December 2021

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

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

Baş Editör / Lead Editor

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

Uluslararası Editör / International Editor

Prof. Dr. Subramaniam SHANKAR, Kongu Engineering College, EN
Assoc. Prof. Dr. Firas ALMAHMOUD, University of Lorraine, EN
Assoc. Prof. Dr. George WARDEH, Université de Cergy-Pontoise, EN
Assist. Prof. Dr. Belal ALMASSRI, Palestine Polytechnic University, EN
Assist. Prof. Dr. Abdulsamee HALAHLA, Fahad Bin Sultan University, EN
Dr. Wei ZHOU, Deputy Director, Digital Engineering Centre – DEC, EN
Dr. Mahdi HOSSEINI, Jawaharlal Nehru Technological University, EN
Dr. Thangamuthu MOHANRAJ, Amrita Vishwa Vidyapeetham University, EN
Dr. Alokesh PRAMANİK, Curtin University, EN
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Specialist Clarissa WRİGHT, University of Birmingham, EN

Yabancı Dil Editörleri / Foreign Language Editors

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik 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
Dr. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN

Editör Yardımcısı / Associate Editor

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR

Editör Kurulu / Editorial Board

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, Karabuk 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. Murat Yavuz SOLMAZ, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Vedat Veli ÇAY, Dicle University, TR

Prof. Dr. / Professor Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Fırat 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. Canan BAŞLAK, Selcuk 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. İhsan KIRIK, Bingöl University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Soner BUYTOZ, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik 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 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. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, 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 İŞİKOĞLU, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydın University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Bandırma Onyediy Eylül University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. 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
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR
Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR
Araş. Gör. (Dr.) / Research Assist. Mine DOĞAN, Fırat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işılay ÜNLÜ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Makine Yük. Müh. (Dr.) / Mechanical Eng. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR

Yüksek Mimar (Dr.) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR
Kimyager (Dr.) / Chemist Dr. Lütfiye 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

Düzenleme (Mizanpaj) / Administrative Coordinator

Dr. / 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 / 12 / 2021

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 yayımlanmak üzere gönderilen yazılar yayımlansın veya yayımlanmasın 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 (Aralık 2021)

ISSN: 2667-8764

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

Sayı / Issue: 2

Cilt / Volume: 3

Aralık / December 2021

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, Karabuk 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. Murat Yavuz SOLMAZ, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Vedat Veli ÇAY, Dicle University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Fırat 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. Canan BAŞLAK, Selcuk 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. İhsan KIRIK, Bingöl University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Fethi DAĞDELEN, 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. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, 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, Bandırma Onyedli Eylül University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. 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
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR
Dr. / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR
Araş. Gör. (Dr.) / Research Assist. (Dr.) 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. (Dr.) / Mechanical Eng. Dr. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Yüksek Mimar (Dr.) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR
Kimyager (Dr.) / Chemist Dr. 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 (Aralık 2021)

ISSN: 2667-8764

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

Sayı / Issue: 2

Cilt / Volume: 3

Aralık / December 2021

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
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik 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, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Canan BAŞLAK, Selseuk University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ömer GÜLER, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent CenK KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik 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. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, 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 Aydın University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Sema KAYAPINAR KAYA, Munzur University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Bandırma Onyedli Eylöl University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. 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
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / 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. (Dr.) / 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. (Dr.) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Yüksek Mimar (Dr.) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldiz Technical University, TR
Kimyager (Dr.) / Chemist PhD Lütfiye SİRKA, Fırat University, TR
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Samet GÜL, Yıldiz 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 (Aralık 2021)

ISSN: 2667-8764

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

Sayı / Issue: 2

Cilt / Volume: 3

Aralık / December 2021

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

Harita Mühendisliği / Survey Engineering

Tansu ALKAN
Süleyman Savaş
DURDURAN
Cafer Tayyar OKKA

Arazi Topplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimsel Analizi: Konya/Akören/Çatören Mahallesi Örneği **365**
Variational Analysis of Parcel Shapes in Land Consolidation Projects: The Case of Konya/Akören/Çatören District

Mimarlık / Architecture

Veli SÜN BÜL
Ebru ER SOY
TONYALOĞLU

Antalya İli Kaş İlçesi Örneğinde Alan Kullanım / Arazi Örtüsü Değişim Tespiti **376**
Determination of Land Use / Land Cover Change in the Case of Kaş District of Antalya

Mimarlık / Architecture

Halide BOZKURT
Cahide AYDIN İPEKÇİ

Yapı Sektöründe Baca Gazı Arıtma Atıklarının Araştırılması **388**
Investigation of Flue Gas Desulphurization (FGD) Wastes in the Construction Industry

Derleme Makalesi / Review Article

Mimarlık / Architecture

Cengiz TAVŞAN
Ayşegül ÇELENK
Filiz TAVŞAN

Doğa ve Teknoloji Kesişiminde Neri Oxman'ın Tasarım Yaklaşımı **405**
Neri Oxman's Design Approach at The Intersection of Nature and Technology

Araştırma Makalesi / Research Article

Mimarlık / Architecture

Gonca ÖZER YAMAN	Binaların Pencere/Duvar Oranı ve Yönlenme Parametrelerinin Güneş Enerjisi Kazancına Etkisi <i>The Effect of Buildings' Window/Wall Ratio and Orientation Parameters on Solar Energy Gain</i>	425
------------------	--	------------

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

Ulusallararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 3(2), 365-375, 2021
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>






Araştırma Makalesi / Research Article

Doi: [10.47898/ijeased.950603](https://doi.org/10.47898/ijeased.950603)

Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimsel Analizi: Konya/Akören / Çatören Mahallesi Örneği

Tansu ALKAN ^{1*}, Süleyman Savaş DURDURAN ¹, Cafer Tayyar OKKA ¹

¹ Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, 42090, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : tansualkan93@gmail.com  https://orcid.org/0000-0001-8293-2765 , T. Alkan  https://orcid.org/0000-0003-0509-4037 , S.S. Durduran  https://orcid.org/0000-0001-8338-8431 , C.T. Okka	Geliş Tarihi / Received Date : 10.06.2021 Revizyon Tarihi / Revision Date : 01.09.2021 Kabul Tarihi / Accepted Date : 04.09.2021 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2021
Alıntı / Cite: Alkan, T., Durduran, S.S., Okka, C.T. (2021). Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimsel Analizi: Konya/Akören/Çatören Mahallesi Örneği, <i>Ulusallararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi</i> , 3(2), 365-375.	

Özet

Arazi toplulaştırma (AT) projeleri, parçalı ve dağınık olan parselleri birleştiren, düzgün şekilli parseller üreten ve yol, sulama ve drenaj hizmetlerinin geliştirilmesini sağlayan çalışmalardır. AT projeleriyle birlikte üçgen, beşgen, yay vb. düzgün şekilli olmayan parseller, kare ve dikdörtgen şekle dönüştürülerek tarımsal faaliyetlere uygun hale getirilir. AT öncesi ve sonrası olarak parsel şekil değişimlerini inceleyen indeksler vardır. Parsel Şekil İndeksi (SI), Fraktal Büyüklük İndeksi (FD), Şekil Faktörü (FORM), Alan Şekil Faktörü (AFF), Alan Çevre Oranı (APR) ve Kare Pksel Ölçeği (SqP) yaygın olarak kullanılan indekslerdir. Bu çalışmada, Konya ili Akören ilçesi Çatören Mahallesi'ne ait AT verileri kullanılmıştır. AT öncesi ortalama SI, FD, FORM, AFF, APR ve SqP değerleri sırasıyla 1.2885, 1.3576, 0.6380, 0.0508, 4.5677 ve -0.8909; AT sonrası ise 1.3378, 1.3638, 0.5917, 0.0471, 4.7424 ve -0.8575 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak SI, FD ve FORM indekslerinin AT projelerinde parsel şekil değişimi analizi için kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arazi toplulaştırma, Parsel şekil indeksi, Coğrafi bilgi sistemi, Çatören.

Variational Analysis of Parcel Shapes in Land Consolidation Projects: The Case of Konya/Akören / Çatören District

Abstract

Land consolidation (LC) projects are studies that combine fragmented and scattered parcels, produce regular shaped parcels, and improve road, irrigation and drainage services. With the LC projects, triangular, pentagonal, arc etc. irregularly shaped parcels are converted into square and rectangular shapes and made suitable for agricultural activities. There are indexes that examine the changes in shape of parcel before and after LC. Shape Index (SI), Fractal Size Index (FD), Shape Factor (FORM), Area Shape Factor (AFF), Area Perimeter Ratio (APR), and Square Pixel Scale (SqP) are commonly used indexes. In this study, LC data of Çatören neighborhood of Akören district of Konya province were used. SI, FD, FORM, AFF, APR, and SqP average values before LC were 1.2885, 1.3576, 0.6380, 0.0508, 4.5677, and -0.8909, respectively; after LC, it was calculated as 1.3378, 1.3638, 0.5917, 0.0471, 4.7424 and -0.8575. As a results obtained, it has been determined that SI, FD and FORM indexes can be used for change of parcel shape analysis in LC projects.

Keywords: *Land consolidation, Parcel shape index, Geographic information system, Çatören.*

1. Giriş

Arazi toplulaştırma, belirli arazi parçalanma türlerini parsellerin birleştirilmesi ile ortadan kaldırmaya çalışan bir mekânsal problem çözme tekniğidir (Shan ve ark., 2019). Aynı zamanda düzgün şekilli parseller üreten ve tarımsal faaliyetleri geliştiren bir süreçtir. AT, arazi ekiminin etkinliğini artırmak ve kırsal kalkınmayı da destekleyebilecek çevre yönetimini teşvik etmek için uygulanır. Toprak sınırlı bir doğal kaynaktır ve sürdürülebilir tarım için toprağın en iyi şekilde değerlendirilmesi gerekir.

Parsellerin konumsal dağılımı ve parsel şekilleri tarımsal işletmelerin ekonomisini önemli ölçüde etkiler (Wojewodziec ve ark., 2021). Parçalanmış, dağılmış ve şekilsiz parseller, işletmelerin işçilik ve üretim maliyetini arttırmakta, makineli tarımı zorlaştırmakta, üretim süresini arttırarak zaman kaybına sebep olmakta ve arazi değerini etkilemektedir. AT projeleriyle birlikte, optimum büyüklükte tarım arazileri oluşturulmakta ve işletmelerin yönetimi etkileyen arazi parçalanması önlenmektedir. Ayrıca kırsal kalkınma desteklenmekte ve tarla içi geliştirme hizmetleri geliştirilmektedir.

AT projelerinin sağladığı faydalardan biri de modern tarımsal faaliyetleri destekleyecek şekilde şekilsiz parsellerden düzgün şekilli parseller elde edilmesidir. Parsel şekilleri tarımsal mekanizasyon açısından önem taşımaktadır. Ayrıca AT projeleri öncesinde ve sonrasında parsel şekillerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Literatürde parsel şekil değişimlerini inceleyen indeksler geliştirilmiş ve AT projelerinde kullanılmıştır. McGarigal ve Marks (1995) şekil indeksini, Frohn (1998) kare piksel ölçeğini, Russ (2002) şekil faktörünü, Gonzalez ve ark. (2004) alan şekil

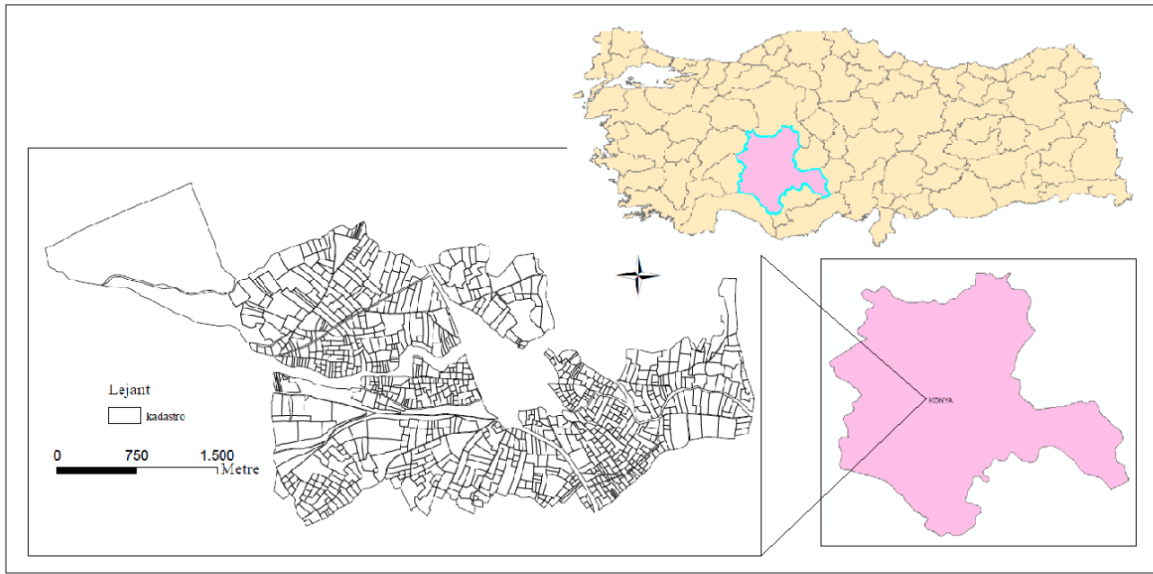
faktörünü kullanarak parsel şekil değişimlerini analiz etmişlerdir. Yaygın olarak kullanılan bir diğer indeks fraktal büyüklük indeksidir (Krummel ve ark., 1987; O'Neil ve ark., 1988). Libecap ve Lueck (2009), bir ilçedeki parsellerle ilgili yaptıkları çalışmada alan çevre oranını kullanmıştır. Demetriou ve ark. (2013), parsel şekil değişimlerinin analizi için parsel açısını, sınırlarını ve kenar uzunluğunu dikkate alarak ağırlıklı parametlerden oluşan parsel şekil indeksini (PSI) geliştirmişlerdir. Bu indeksler kullanılarak yapılan birçok çalışma vardır. Akkaya Aslan ve ark. (2007), AT öncesi ve sonrası parselleri SI, FD, ortalama şekil indeksi, alan ağırlıklı ortalama şekil indeksi ve çift logaritmalı fraktal boyut indeksi kullanarak değerlendirmiştir. Güler (2010), Bursa ili örneğinde AT öncesi ve sonrası parsel şekillerini değerlendirmek için ortalama şekil indeksi, FD ve alan ağırlıklı ortalama şekil indeksi kullanmıştır. Kirmikil ve Arıcı (2013), seçilen 4 bölge için SI ve FD kullanarak AT öncesi ve sonrası parsel koşullarını analiz etmiştir. Değirmenci ve ark. (2017), Niğde ili örneğinde AT öncesi parsel şekillerini SI, FD ve çevre-alan oranı ile araştırmıştır. Bayram ve Değirmenci (2018), Niğde ilinde yapılan AT çalışmasındaki parsel şekil değişimlerini SI, FD, FORM ve SqP indeksleri ile değerlendirmiştir. Cebeci (2019), Burdur ili Sazak köyünde yapılan AT projesini SI, FD, ortalama şekil indeksi, alan ağırlıklı ortalama şekil indeksi ve çift logaritmalı fraktal boyut indeksi kullanarak değerlendirmiştir. Değirmenci ve ark. (2019), Şanlıurfa ili örneğinde AT öncesi ve sonrası parsel şekil değişimini FD, SI, FORM, AFF, SqP ve APR kullanarak analiz etmiştir. Geisse ve Hudecova (2019), AT öncesi ve sonrası parsellerin şekil değişimini compactness indeksi kullanarak incelemiştir. Ertunç (2021), Konya ili Abditolu Mahallesi örneğinde yaptığı çalışmada AT projelerinde parsel şekil değişimlerini SI, FD, AFF, FORM, APR, SqP ve compactness indeks ile analiz etmiştir. Arslan ve ark. (2021), parsel şekillerinin düzensizliğini ölçmek için yeni bir şekil indeksi üzerine odaklanmıştır. Mersin ilinde bulunan bir köyün AT öncesi kadaströ verilerini kullanarak yaptıkları bu çalışmada, yeni şekil indeksi diğer indekslere göre daha iyi performans göstermiştir.

Bu çalışmanın amacı, SI, FD, FORM, AFF, APR ve SqP indekslerinin AT projelerinde kullanılabilirliğini araştırmaktır. Bu amaçla Konya ili Akören ilçesi Çatören Mahallesinde yapılan AT proje verilerini kullanarak AT öncesi ve sonrası parsel şekil değişimleri analiz edilmiş ve indeksler değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Konya ili Akören ilçesi Çatören Mahallesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Parsel şekil değişimlerinin analizini gerçekleştirmek için AT verileri kullanılmıştır. Çatören Mahallesi Konya'ya 45 km mesafededir. Çalışma alanında AT öncesi 957 parsel, AT sonrası 808 parsel bulunmaktadır. Çalışma alanına ait harita Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Konya konum haritası ve çalışma alanına ait kadaströ durum haritası

2.2. Metot

Bu çalışmada, AT projelerinde parsel şekil değişimlerinin değerlendirilmesine yönelik kullanılan şekil indeksi, fraktal büyüklük indeksi, şekil faktörü, alan şekil faktörü, alan çevre oranı ve kare piksel ölçeği indeksleri kullanılmıştır (Tablo 1). İndekslerin hesaplanmasında Excel 2013, AT verilerinin düzenlenmesinde ise Netcad 8.0 ve elde edilen sonuçların haritalandırılmasında ArcGIS 10.6.1 yazılımları kullanılmıştır.

Tablo 1. Parsel Şekil indeksleri

İndeksler	Denklem	Optimum Değer	Değer Aralıkları	Kaynaklar
Şekil İndeksi (SI)	$SI = \frac{PÇ}{2\sqrt{\pi PA}}$	1	$1 \leq SI \leq \infty$	McGarigal ve Marks (1995)
Fraktal Büyüklük İndeksi (FD)	$FD = \frac{2\ln PÇ}{\ln PA}$	1	(1-2)	Krummel vd. (1987)
Şekil Faktörü (FORM)	$FORM = \frac{4\pi PA}{PÇ^2}$	1	(0-1)	Russ (2002)
Alan Şekil Faktörü (AFF)	$AFF = \frac{PA}{PÇ^2}$	1	(1-2)	Gonzalez vd. (2004)
Alan evre Oranı (APR)	$APR = \frac{PÇ}{\sqrt{PA}}$	1	(1-2)	Libecap ve Lueck (2009)
Kare Piksel leği (SqP)	$SqP = \frac{1 - (4\sqrt{PA})}{PÇ}$	0	$0 \leq SqP \leq 1$	Frohn (1998)

Denklemlerde verilen P parsel çevresini, PA ise parsel alanını ifade etmektedir.

Şekil indeksi (SI) parsel Şekil değişimlerinin analiz edilmesinde kullanılan indekslerden biridir. SI değeri 1'e eşit olduğunda ya da yaklaştığında kare ya da dairesel parselleri ifade ederken 1'den uzaklaştığa düzensiz ve Şekilsiz parselleri ifade etmektedir (Akkaya Aslan ve ark., 2007). SI değerleri $1 \leq SI \leq \infty$ aralığında değer alabilir. Kare Şeklinde olan parseller için düşük SI değeri elde edilir ve parsellerde en/boy oranı arttığa SI değerleri de artar (Kirmikil ve Arıcı, 2013).

Fraktal büyüklük indeksi (FD) parsel Şekil değişimlerinin analizinde yaygın olarak kullanılan indekslerden biridir. FD değeri 1 ile 2 arasında değişmektedir. FD değeri 1'e yaklaştığında kare parselleri ifade ederken 2'ye yaklaştığa düzgün Şekilli olmayan parselleri ifade etmektedir (Kirmikil ve Arıcı, 2013).

Şekil faktörü (FORM), alan Şekil faktörü (AFF) ve alan evre oranı (APR) indekslerinde optimum değer 1, kare piksel leği (SqP) indeksinde ise optimum değer 0'dır. Bu indeksler Tablo 1'de verilen değer aralıklarında değer alabilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Uygulama alanı olarak seçilen atren Mahallesinin AT ncesi parsel sayısı 957, proje alanı 870.437 ha; AT sonrası parsel sayısı 808, proje alanı ise 818.556 ha' dır. Uygulama alanında toplulaştırma oranı %15,57'dir. Proje alanındaki parsellerin AT ncesi ve sonrası alanları ve dağılış oranları (Tablo 2)'de verilmiştir.

Tablo 2. Proje alanındaki parsellerin AT öncesi ve sonrası alanları ve dağılış oranları

Arazi Topplulaştırma Öncesi		Arazi Topplulaştırma Sonrası	
Parsel Alanları (da)	Parsel Sayısı	Parsel Alanları (da)	Parsel Sayısı
0-5	591	0-5	453
6-10	194	6-10	167
11-20	105	11-20	120
21-50	57	21-50	56
51-100	7	51-100	10
101-1000	2	101-1000	1
1000>	1	1000>	1
Toplam	957	Toplam	808

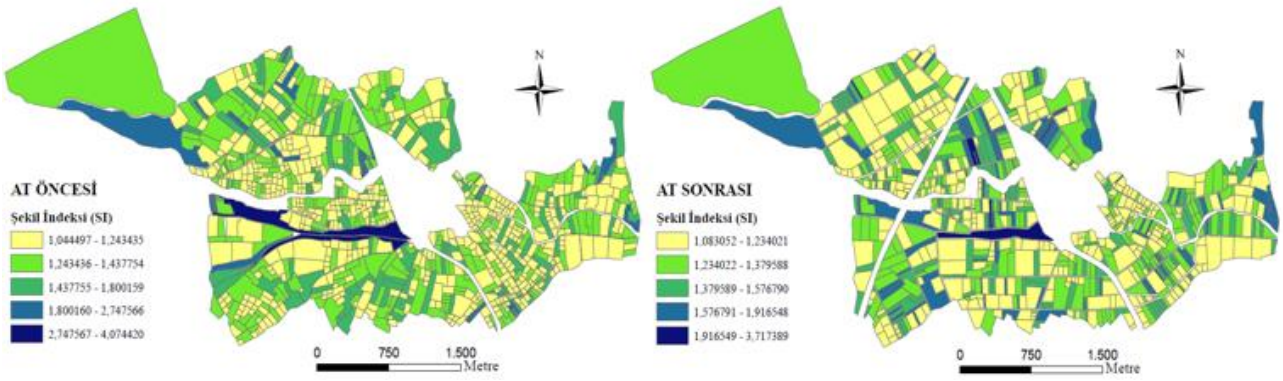
Tablo 2 incelendiğinde AT öncesi 0-5 da arası parseller %61,76, 6-10 da arası parseller %20,27, 11-20 da arası parseller %10,97, 21-50 da parseller %5,96, 51> da parseller %1,04 oranındadır. AT sonrası ise 0-5 da arası parseller %56,06, 6-10 da arası parseller %20,67, 11-20 da arası parseller %14,85, 21-50 da parseller %6,93, 51> da parseller %1,49 oranındadır. AT sonrası durumda 10 da altındaki parsellerin sayısında toplulaştırma amaçlarına uygun olarak azalma olmuştur.

Tablo 3'te Çatören Mahallesi AT verileri ile AT öncesi ve sonrası parsel şekil değişimlerinin analizinde kullanılan indekslere ait tanımlayıcı temel istatistik sonuçları verilmiştir. Tablo 3'te verilenlere göre AT öncesi ve sonrası medyan değerlerinin birbirine yakın olması araştırmada kullanılan verilerin benzer istatistiksel dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. İndekslerin minimum ve maksimum değerleri incelendiğinde ise SI, FD ve FORM indekslerine ait sonuçların değer aralığı içinde olduğu, AFF, APR ve SqP indekslerinin de değer aralıkları dışında olduğu görülmektedir. Bu çalışma için SI, FD ve FORM indeksleri parsel şekil değişimleri daha iyi yansıtmaktadır.

Tablo 3. Tanımlayıcı temel istatistik sonuçları

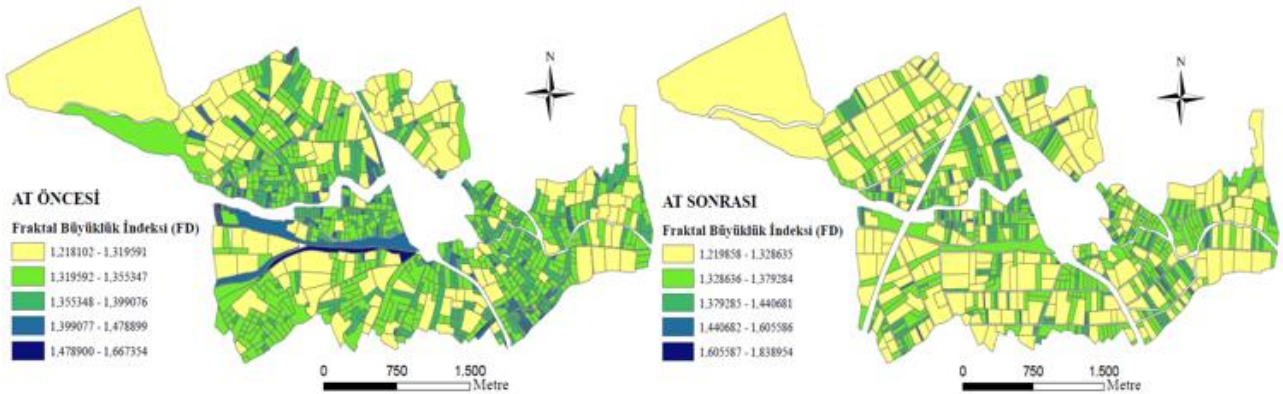
İndeksler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Varyans	Std. Sapma
SI Önce	1.0445	4.0744	1.2885	1.2179	0.0531	0.2304
SI Sonra	1.0831	3.7174	1.3378	1.2794	0.0464	0.2155
FD Önce	1.2181	1.6674	1.3576	1.3488	0.0023	0.0478
FD Sonra	1.2199	1.8390	1.3638	1.3575	0.0038	0.0619
FORM Önce	0.0602	0.9166	0.6380	0.6742	0.0202	0.1422
FORM Sonra	0.0724	0.8525	0.5917	0.6110	0.0206	0.1434
AFF Önce	0.0048	0.0729	0.0508	0.0537	0.0001	0.0113
AFF Sonra	0.0058	0.0678	0.0471	0.0486	0.0001	0.0114
APR Önce	3.7026	14.4434	4.5677	4.3173	0.6672	0.8168
APR Sonra	3.8393	13.1778	4.7424	4.5352	0.5833	0.7638
SqP Önce	-1.0731	-0.2767	-0.8909	-0.9225	0.0122	0.1106
SqP Sonra	-1.0390	-0.3000	-0.8575	-0.8787	0.0125	0.1117

Şekil indeksi 1 - ∞ arasında değer alır. SI değerinin 1'e eşit ya da yaklaşması kare şeklinde parselleri ifade ederken 1'den uzaklaşması şekilsiz parselleri ifade etmektedir. SI değerleri AT öncesi 1.0445 - 4.0744 arasında, AT sonrası ise 1.0831 - 3.7174 değerleri arasındadır. SI ortalama değeri AT öncesi 1.2885 iken AT sonrası 1.3378 olmuştur. Değirmenci ve ark. (2017), Niğde Misli Ovası Tırhan köyü örneğinde yaptıkları çalışmada SI değerlerini 1.21 - 1.58 arasında hesaplamıştır. AT öncesi ve sonrası SI değerlerindeki değişim Şekil 2'de verilmiştir. SI değerleri incelendiğinde parsel şekillerinde iyileşme olduğu anlaşılmaktadır.



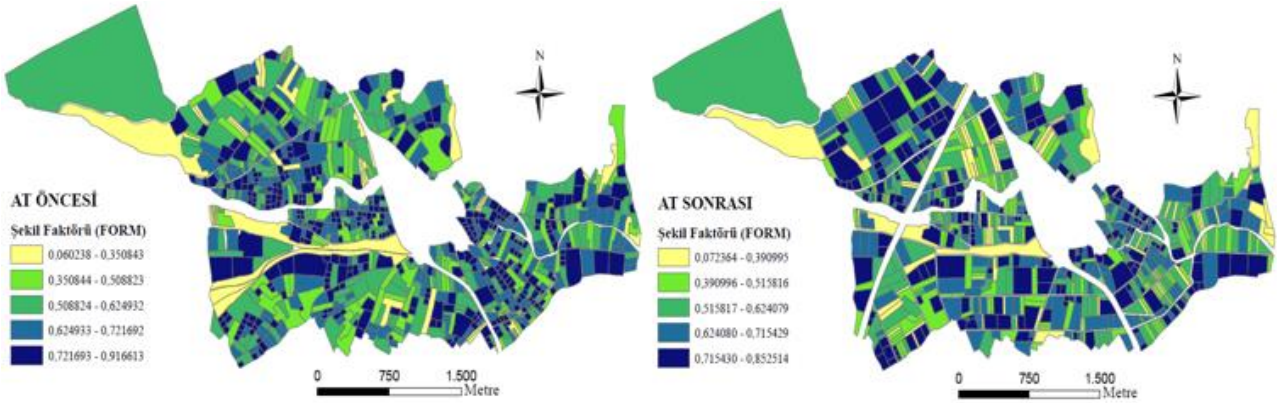
Şekil 2. AT öncesi ve sonrası SI değerleri haritası

Fraktal büyüklük indeksi 1-2 arasında değer alır. FD değerinin 1'e yaklaşması parsel şekillerinin düzgün geometride olduğunu, 2'ye yaklaşması ise şekilsiz geometride olduğunu göstermektedir. FD değerleri AT öncesi 1.2181 - 1.6674 arasında, AT sonrası 1.2199 - 1.8390 arasında değişmektedir (Şekil 3). FD ortalama değerleri ise AT öncesi 1.3576 iken AT sonrası 1.3638 olmuştur. Kirmikil ve Arıcı (2013), Bursa Karacabey örneğinde yaptıkları çalışmada FD değerini AT öncesi 1.40 - 1.60 arasında, AT sonrası 1.35 - 1.40 arasında hesaplamışlardır.



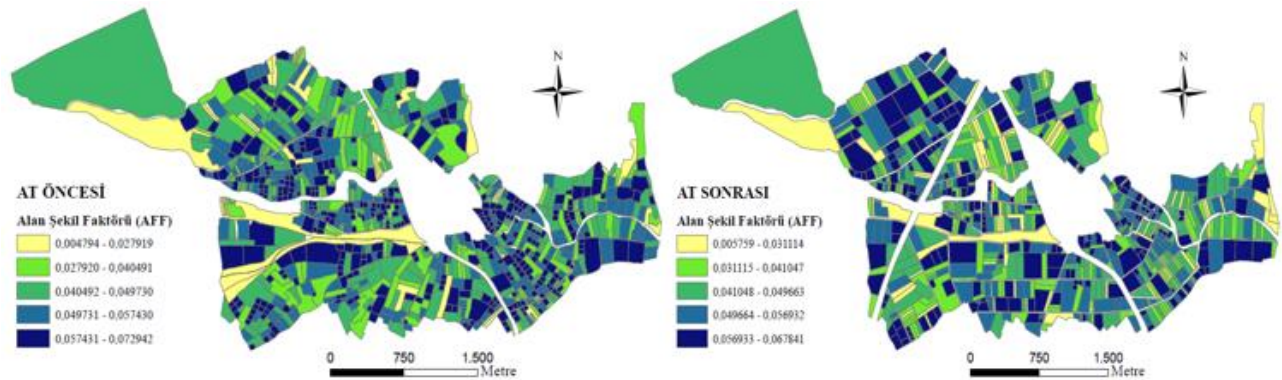
Şekil 3. AT öncesi ve sonrası FD değerleri haritası

Şekil faktörü (FORM) indeksi 0 - 1 arasında değer alır. FORM değerleri AT öncesi 0.0602 - 0.9166 arasında AT sonrası ise 0.0724 - 0.8525 arasındadır (Şekil 4). FD ortalama değerleri AT öncesi 0.6380, AT sonrası 0.5917 olarak hesaplanmıştır. Bayram ve Değirmenci (2018), Niğde Yıldıztepe örneğinde yaptıkları çalışmada AT öncesi şahıs parsellerinin minimum, maksimum ve ortalama FORM değerlerini sırasıyla 0.0166, 0.8607 ve 0.6000, AT sonrası ise -0.7002, 0.8380 ve 0.5769 olarak hesaplanmıştır. FORM değerlerine göre AT sonrası parsel şekillerinde iyileşme olduğu tespit edilmiştir.



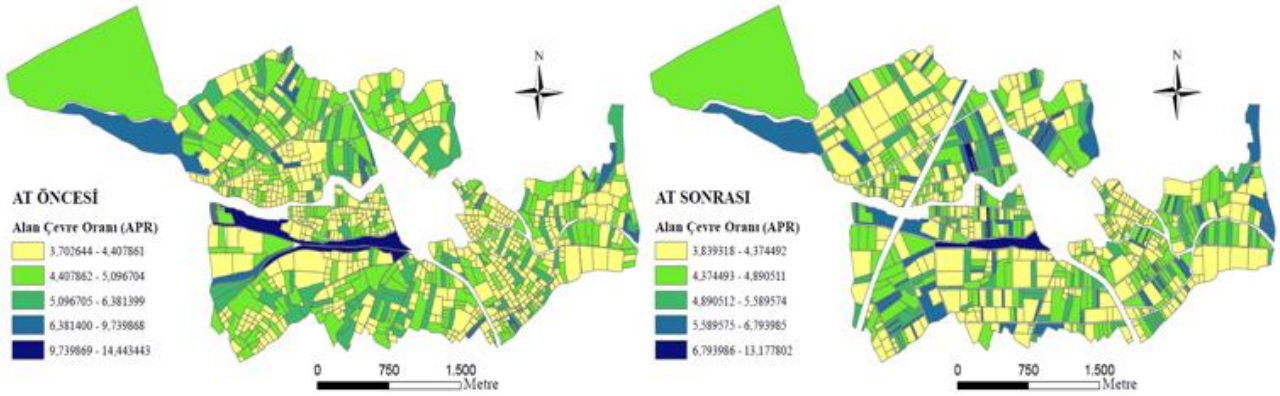
Şekil 4. AT öncesi ve sonrası FORM değerleri haritası

Alan şekil faktörü (AFF) indeksi 1 - 2 arasında değer alır. AT öncesi ortalama, minimum ve maksimum AFF değerleri sırasıyla 0.0508, 0.0048 ve 0.0729, AT sonrası ise 0.0471, 0.0058 ve 0.0678 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Ertunç (2021), Konya Abditolu Mahallesinde yaptığı çalışmada AT öncesi ortalama, minimum ve maksimum AFF değerlerini sırasıyla 0.0424, 0.0004 ve 0.2501, AT sonrası ise 0.0465, 0.0004 ve 0.0642 olarak hesaplanmıştır.



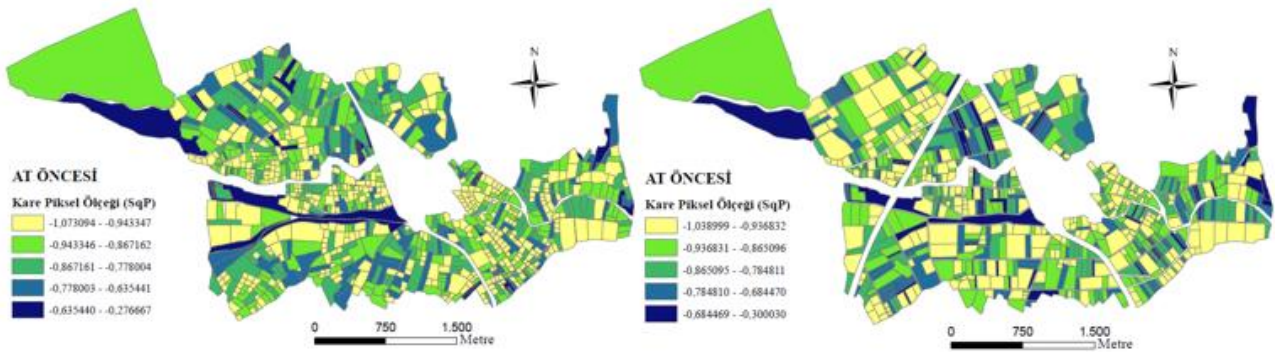
Şekil 5. AT öncesi ve sonrası AFF değerleri haritası

Alan çevre oranı (APR) indeksi 1 - 2 arasında değer alır. AT öncesi ortalama, minimum ve maksimum APR değerleri sırasıyla 4.5677, 3.7026 ve 14.4434, AT sonrası ise 4.7424, 3.8393 ve 13.1778 ve olarak hesaplanmıştır (Şekil 6). Ertunç (2021), AT öncesi ortalama, minimum ve maksimum APR değerlerini sırasıyla 6.5530, 1.9994 ve 47.8209, AT sonrası ise 4.9320, 3.9449 ve 14.6686 olarak hesaplamıştır.



Şekil 6. AT öncesi ve sonrası APR değerleri haritası

Kare piksel ölçeği (SqP) indeksi 0 ile 1 arasında değer alır. SqP değerleri AT öncesi -1.0731 ile -0.2767 arasında AT sonrası -1.0390 ile -0.3000 arasında değişmektedir. SqP ortalama değeri AT öncesi -0.8909, AT sonrası ise -0.8575'tir (Şekil 7). Değirmenci ve ark. (2019), Şanlıurfa Bozca köyü örneğinde yaptıkları çalışmada AT öncesi minimum, maksimum ve ortalama SqP değerlerini -1.02, -0.34 ve -0.81 olarak, AT sonrası ise -1.02, -0.35 ve -0.82 olarak hesaplamıştır.



Şekil 7. AT öncesi ve sonrası SqP değerleri haritası

4. Sonuçlar ve Öneriler

Arazi toplulaştırma projeleri büyük yatırım, yoğun emek ve çaba gerektiren çalışmalardır. Bu projelerde uygulama alanları birbirinden farklı özelliklere ve koşullara sahiptir. AT çalışmalarının amacı; modern tarım faaliyetlerine uygun olacak biçimde dağınık, şekilsiz, parçalı tarım arazilerini birleştirilerek düzgün şekilli parseller oluşturmak ve her parsele yol, sulama ve drenaj hizmetlerini sağlamaktır.

AT projelerinin sağladığı en önemli faydalardan biri de tarımsal mekanizasyona uygun bir şekilde parsel şekillerinin iyileştirilmesidir. Tarım arazilerinin en verimli biçimde kullanılmasında parsel şekli ve kenar uzunluğu etkili kriterlerdir. Parsel boyutlarının belirlenmesinde parsel uzunluğu, parsel genişliği ve parsel en/boy oranı dikkate alınmaktadır. Parsel en/boy oranı, çalışma koşulları, zaman ve işgücü verimliliği üzerinde doğrudan etkilidir. AT sonrası oluşturulan parsel şekillerinin tarımsal mekanizasyona yönelik uygunluğunun araştırılması gerekir. Bu çalışmada, Konya ili Akören ilçesi Çatören Mahallesi AT projesi verileri kullanılarak parsel şekil değişimleri SI, FD, FORM, AFF, APR ve SqP indeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen indeks değerleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak sınıflandırılmış ve haritalandırılmıştır.

Uygulama alanı olarak seçilen Konya ili Akören ilçesi Çatören Mahallesi AT projesinin gerçekleştirilmesiyle genel olarak tarımsal mekanizasyona uygun biçimde düzgün şekilli dikdörtgen şekilli parseller oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, uygulama alanına yönelik Fraktal Büyüklük İndeksi (FD), Şekil İndeksi (SI) ve Şekil Faktörü (FORM) indekslerinin uygun indeksler olduğu tespit edilmiştir. Şekil indeksleri her zaman tutarlı sonuçlar vermeyebilir. Farklı şekil indeksi değerine sahip olan parsellerin benzer şekillerde olduğu ve aynı şekil indeksi değerine sahip olan parsellerin farklı şekillerde olduğu kanıtlanmıştır. Bu çalışmada, Alan Şekil Faktörü (AFF), Alan Çevre Oranı (APR) ve Kare Piksel Ölçeği (SqP) indeksleri, diğer indekslerle oranla, başarılı sonuçlar verememiştir.

Yazarların Katkısı

Çalışmada bütün yazarlar eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akkaya Aslan, T., Gundogdu, K., Arici, I. (2007). Some metric indices for the assessment of land consolidation projects. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(9), 1390-1397.
- Arslan, F., Değirmenci, H., Akkaya Aslan, Ő.T., Jrgenson, E. (2021). A new approach to measure parcel shapes for land consolidation. *KSU J. Agric Nat*, 24(5), 1059-1067.
- Bayram, R. ve Değirmenci, H. (2018). Arazi toplulaştırma projelerinde parsel Şekillerinin analizi: Niğde Misli Ovası 2. kısım Yıldıztepe rneği. *KS Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 500-510.
- Cebeci, . (2019). Burdur-Yeşilova-Sazak Köyü arazi toplulaştırma projesinin metrik indeksler kullanılarak değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Değirmenci, H., Arslan, F., Toner, R. ve Yoğun, E. (2017). Arazi Toplulaştırma ncesi Parsel Şekilleri ve Arazi Parçalanmasının Değerlendirilmesi: Niğde Misli Ovası Tırhan Köyü rneği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(3), 182-189.
- Değirmenci, H., Arslan, F. ve Keten, M. (2019). Arazi toplulaştırma projelerinde parsel Şekillerinin değişimi: Şanlıurfa Bozca Köyü rneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(3), 557–565.
- Demetriou, D., See, L. and Stillwell, J. (2013). A parcel shape index for use in land consolidation planning. *Transactions in GIS*, 17(6), 861-882.
- Ertunç, E. (2021). Arazi toplulaştırma projelerinde parsel Şekil değişiminin nicel değerlendirmesi: Konya ili umra ilçesi Abditolu mahallesi rneği. *GFBED*, 11(1), 1-10.
- Frohn, R.C. (1998). *Remote sensing for landscape ecology: new metric indicators for the monitoring, modeling, and assessment of ecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Geisse, R. and Hudecov, L. (2019). Quantification of changes in the shape and dimensions of parcels in land consolidation. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 27(1), 39-44.
- Gonzalez, X.P., Alvarez, C.J. and Crecente, R. (2004). Evaluation of land distributions with joint regard to plot size and shape. *Agricultural Systems*, 82, 31-43.
- Güler, M. (2010). Simpson indeksinin toplulaştırma alışmalarında kullanılma olanağı üzerine araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kirmikil, M. and Arici, I. (2013). The use of landscape metrics to assess parcel conditions pre- and post-land consolidation. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(2), 985-989.
- Krummel, J. R., Gardner, R. H., Sugihara, G., O'Neill, R. V. and Coleman, P. R. (1987). Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos*, 48, 321- 324.
- Libecap G and Lueck D 2009 The Demarcation of Land and the Role of Coordinating Institutions. Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research Working Paper No. 14942.
- McGarical, K. and Marks, B.J. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report No PNW-GTR-351.
- O'Neill, R. V., Krummel, J. R., Gardner, R. H., Sugihara, G., Jackson, B., Deangelis, D. L., Milne, B. T., Turner, M. G., Zygmunt, B., Christensen, W., Dale, V. H. and Graham, R. L. (1988). Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1, 153-162.
- Russ, J.C. (2002). *The Image Processing Handbook*. Fourth ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Shan, W., Jin, X., Ren, J., Wang, Y., Xu, Z., Fan, Y., Gu, Z., Hong, C., Lin, J., and Zhou, Y. (2019). Ecological environment quality assessment based on remote sensing data for land consolidation. *Journal of Cleaner Production*, 239, 118126.
- Wojewodzic, T., Janus, J., Dacko, M., Pijanowski, J., Tazsakowski, J. (2021). Measuring the effectiveness of land consolidation: An economic approach based on selected case studies from Poland. *Land Use Policy*, 100, 104888.

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

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 3(2), 376-387, 2021
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.981248](https://doi.org/10.47898/ijeased.981248)**

Antalya İli Kaş İlçesi Örneğinde Alan Kullanım / Arazi Örtüsü Değişim Tespiti

Veli SÜN BÜL¹, Ebru ERSOY TONYALOĞLU^{2*}

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ziraat Fakültesi, Aydın, 09100, Türkiye.

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ziraat Fakültesi, Aydın, 09100, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : ebruersy@gmail.com	Geliş Tarihi / Received Date :	10.06.2021
 https://orcid.org/0000-0003-3594-6368 , V. Sünbül	Revizyon Tarihi / Revision Date :	29.08.2021
 https://orcid.org/0000-0002-2945-3885 , E.E. Tonyaloğlu	Kabul Tarihi / Accepted Date :	04.09.2021
	Yayın Tarihi / Published Date :	15.12.2021
Alıntı / Cite : Tonyaloğlu Ersoy, E., Sünbül, V., (2021). Antalya İli Kaş İlçesi Örneğinde Alan Kullanım / Arazi Örtüsü Değişim Tespiti, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 3(2), 376-387.		

Özet

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin önemli bir turizm ve tarımsal üretim alanı olan Antalya ili Kaş ilçesinde 2000 ve 2020 yılları arasında alan kullanım / arazi örtüsünde (AKAÖ) meydana gelen değişim ve dönüşümlerin tespit edilmesidir. Çalışmada 2000 tarihli Landsat 7 ETM+ ve 2020 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak, ArcGIS 10.5 yazılımında elle sayılaştırma yöntemi ile AKAÖ haritaları elde edilmiştir. AKAÖ değişim tespitinde FRAGSTATS v4.2 yazılımı ile sınıf düzeyinde 5 peyzaj metriği hesaplanmıştır. AKAÖ'nde meydana gelen dönüşümler ise ENVI 5.1 yazılımı Thematic Change Workflow aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, 20 yıllık zaman periyodunda çalışma alanında yapısal alanların kıyılara yakın bölgeler başta olmak üzere yaklaşık 2.5 kat arttığı, sera üretiminin ise çalışma alanında önemli bir ekonomik kaynak olarak kullanılmaya başlandığı tespit edilmiştir. Ayrıca, maden çıkarım sahalarında görülen 4 kat artış ise, orman alanlarında kayıplara neden olurken, bitki örtüsü az yada hiç olmayan alanlardan sera üretim alanlarına ve çıplak yüzeylere dönüşümler yaşanmıştır.

Anahtar Kelimeler: AKAÖ, Değişim, Kaş, Landsat, Peyzaj metrikleri.

Determination of Land Use / Land Cover Change in the Case of Kaş District of Antalya

Abstract

The aim of this study is to determine the changes and transformations in the land use / land cover (LULC) between 2000 and 2020 in Kaş district of Antalya province, which is an important tourism and agricultural region in Turkey.

LULC maps were derived by manual digitization method in ArcGIS 10.5 software using Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI satellite images dated 2000 and 2020, respectively. 5 landscape metrics at the class level of the FRAGSTATS v4.2 software were calculated to detect the change in LULC. The transformations that occurred in the LULC were calculated using the ENVI 5.1 software Thematic Change Workflow tool. As a result, it has been determined that the built-up areas have increased by approximately 2.5 times, especially in the areas close to the coasts, and greenhouse production has started to be used as an important economic resource in the study area during 20-year period. Also, whilst the 4-fold increase in the mining areas caused losses in forest areas, there were transformations from the areas with little or no vegetation to greenhouse production areas and bare surfaces.

Keywords: *LULC, Change, Kaş, Landsat, Landscape metrics.*

1. Giriş

Dünya çapında peyzajlar üzerinde artan antropojenik faaliyet ve baskılar, küresel ekosistemlerin yapıları ve işleyişleri üzerinde birçok değişim ve olumsuz etkiye neden olmaktadır (Lambin ve ark., 2001). Özellikle karasal ekosistemler üzerinde en görünür insan kaynaklı değişimlerden birisinin yerel, bölgesel ve küresel ölçeklerde yaşanabilen ve peyzajları büyük ölçüde etkileyen alan kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) değişimleri olduğu düşünülmektedir (Meyer ve Turner, 1994; Kesgin ve Nurlu, 2009; Atak Kesgin, 2020). Uzun vadede insanlığın gelişiminin de bir sonucu olarak, tüm dünyada zaman içinde arazi yüzeyinin büyük bölümü doğal bitki örtüsünden insanların çeşitli ihtiyaçlarına yönelik farklı alan kullanımlarına dönüştürülmüştür. Arazi örtüsünde yaşanan bu uzun vadeli dönüşüm ve değişimler, yerel ve ekosistemleri etkileyerek, iklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin bozulması, ve biyojeokimyasal ve hidrolojik döngülerin küresel ölçekte dalgalanması gibi çeşitli çevre sorunlarının yaşanmasına neden olmuştur (Ito ve ark., 2004; Atak Kesgin, 2020).

Uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi coğrafi teknikler, bir dizi mekansal ve zamansal ölçekte AKAÖ değişimlerinin belirlenmesi ve izlenmesinde en önemli ve güçlü araçlar arasında değerlendirilmektedir (Kesgin ve Nurlu, 2009; Lu ve ark., 2011). UA teknolojisi yardımıyla geniş alanlara ilişkin uygun maliyetli veriler sağlanabildiği için, uydu verileri birçok ülkede çevresel değişimlerin saptanmasında önemli bir veri kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Liu ve Yang, 2015). Özellikle Uluslararası Jeosfer-Biyosfer Programı (International Geosphere-Biosphere Project/IGBP) ve Uluslararası İnsan Boyutları Programı (International Human Dimensions Programme/IHDP) 1995 yılında AKAÖ değişim planını başlatmasından itibaren, AKAÖ değişimlerinin haritalanması ve izlenmesinde CBS ile multispektral ve multitemporal uzaktan algılanan verilerin kullanımı dünyanın farklı yerlerindeki araştırmalar için ana odak noktası haline gelmiştir (Guan ve ark., 2011; Corner ve ark., 2013). Bununla birlikte AKAÖ deseninin peyzajların işleyiş ve fonksiyonları üzerinde de önemli bir

katkısı olduğu düşünülmektedir (Botequila ve ark., 2006). Dolayısıyla AKAÖ deseni ile bu desenle ilişkili işlevlerin ve süreçlerin analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, her ne kadar UA verileri ve CBS yardımıyla kentsel alanlardaki AKAÖ değişimlerini değerlendirmek için sayısal birçok çalışma gerçekleştirilmiş olsa da, peyzaj ekolojisinde yaygın olarak kullanılan peyzaj metrikleri ile insan kaynaklı faaliyetler sonucu oluşan değişimlerin belirlenmesi ve değerlendirmesi için sayısal bilgilerin elde edilip peyzaj işlevleri ile ilişkilendirilmesi de büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda peyzaj metriklerinin kullanımı tüm dünyada yaygın bir yöntem oluşturmaktadır (McGarigal ve Marks, 1995; Wang ve ark., 2013).

Günümüzde AKAÖ deseninin haritalanması, karakterize edilmesi ve zaman içinde yaşanan değişimlerin tespit edilebilmesine yönelik olarak farklı mekansal ve zamansal çözünürlüklerde veri sağlayan birçok uydu görüntüsü bulunmasına karşın, AKAÖ'deki insan kaynaklı değişimlerin tespiti ve izlenmesi genellikle gelişmekte olan ülkelerde yetersiz düzeydedir. Ancak AKAÖ değişimlerinin tespit edilip izlenebilmesinin tüm ülkelerde, çeşitli doğal ve kültürel kaynakların doğru ve akılcı yönetimi ve kullanımı için gerekli olan insan ve doğa olayları arasındaki ilişkilerin ve etkileşimlerin daha iyi anlaşılması için temel bilgi sağladığı da aşıkardır (Lu ve ark., 2004; Kesgin ve Nurlu, 2009). Her ne kadar ülkemizin çeşitli bölgelerinde AKAÖ değişim analizleri gerçekleştirilmiş olsa da, peyzaj ekolojisi perspektifinden kentsel ve/veya kent çevresindeki yerleşim alanlarındaki AKAÖ değişim ve dönüşümlerinin ayrıntılı değerlendirmesi ve peyzaj işlevleri ile ilişkilendirilmesi hala kısıtlı bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle turizm, yapılaşma ve tarımsal faaliyetlerin etkisi altında olan peyzajlarda değişim ve dönüşüm dinamiklerinin anlaşılması hem insan yaşamı ve doğal çevre açısından önemli olan süreçlerin birbirileri ile ilişkilendirilerek değerlendirilmesi hem de peyzaj planlama kararlarına ışık tutulması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, bu çalışma ile günümüzde önemli bir turizm ve tarımsal üretim alanı olan Antalya ili Kaş ilçesinde 2000 ve 2020 yılları arasında AKAÖ deseninde ve temel peyzaj işlevlerinde meydana gelen değişim ve dönüşümlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini örnek çalışma alanı olan Antalya ili, Kaş ilçesi oluşturmaktadır (174453.07ha). Antalya'nın batısında yer alan Kaş ilçesi önemli bir turizm merkezi ve sera üretim alanı olarak dikkat çekmektedir. Kaş ilçesi, Antalya sahillerinde doğal bir liman çevresinde ve vadi

içinde dar bir topografyada yer almaktadır (Şekil 1). Sahil şeridi uzunluğunun yaklaşık 90km olduğu Kaş ilçesinin kuzeyinde Elmalı, Doğusunda Finike, kuzey-batısında ise Fethiye ilçeleri yer almaktadır (Akman, 2007). Akdeniz ikliminin hakim olduğu ilçede, yağışlar genellikle Ocak ve Şubat aylarında görülürken, kıyı şeridinde en sıcak zaman dilimi Temmuz ve Ağustos ayları olup, yaz boyunca bu alanlarda yağış alınmamaktadır (Akman, 2007). Maki bitki örtüsünün hakim olduğu Kaş ilçesinde, yabani zeytin örtüsü de yaygın bir şekilde görülmektedir. Kaş ilçesi nüfusunun büyük bir bölümü kırsal alanlarda yaşamakta iken, sadece 15'lik bir oranı ilçe merkezinde yaşamaktadır (Akman, 2007).



Şekil 1. Çalışma alanı.

Çalışmada kullanılan temel veriler 28.08.2000 tarihli Landsat 7 ETM+ ve ve 27.08.2020 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntülerinden oluşmaktadır. Landsat uydu görüntüleri Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmalar kurumunun, EarthExplorer ara yüzünden elde edilmiştir (URL-1). Çalışmada AKAÖ sınıflandırmaları ve doğruluk analizleri için ArcGIS 10.5, peyzaj metriklerinin hesaplanması ve yorumlanması için ise FRAGSTATS v4.2 ve Microsoft Excel 2010, ve AKAÖ dönüşümlerinin hesaplanmasında ise ENVI 5.1 yazılımlarından yararlanılmıştır. Ayrıca, sınıflandırmalarda yardımcı veri olarak Google Earth Pro kullanılmıştır.

2.2. Metot

Bu çalışmada 28.08.2000 tarihli Landsat 7 ETM+ ve 27.08.2020 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntülerinin 30m yersel çözünürlüklü Blue (Bant 2), Green (Bant 3), Red (Bant 4), NIR (Bant 5) ile 15m yersel çözünürlüklü Panchromatic (Bant 8) bantları kullanılarak ekran sayısallaştırması ile

AKAÖ haritaları oluşturulmuştur. Öncelikle ArcGIS 10.5 yazılımında 2,3,4 ve 5 bantları birleştirilerek (layer stack) gerçek renkli (true colour) görüntü elde edilmiş, daha sonra 30m yersel çözünürlüklü bu görüntü Bant 8 ile 15m yersel çözünürlükte örneklenecek her iki tarihe ait görüntüden elle sayısallaştırma yöntemi ile AKAÖ haritaları elde edilmiştir. Sayısallaştırma işlemi sırasında Landsat uydu verilerinden çıkarılmayan detaylar için Google Earth Pro'dan yararlanılmıştır. Her iki tarih için çalışma alanında 10 farklı AKAÖ sınıfı tanımlanarak haritalanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada belirlenen 2000 ve 2020 yıllarına ait AKAÖ sınıfları ile toplam alanları (ha)

AKAÖ	Kısaltma	2000 Yılı Alan (ha)	2020 Yılı Alan (ha)
Bitki örtüsü az alanlar	BÖA	45319.34	36131.72
Çıplak yüzey	ÇY	22293.56	25543.46
Liman	L	10.17	23.49
Maden sahası	MS	10.76	41.63
Orman	O	78460.07	75942.54
Sera alanı	SA	7722.52	22671.88
Su yüzeyi	SY	72.50	72.50
Tarım alanı	TA	16572.78	9088.18
Yapısal alan	YA	473.45	1079.42
Yol	Y	3517.92	3834.95
Liman	L	10.17	23.49

ArcGIS 10.5 yazılımında elde edilen AKAÖ haritalarının doğruluk analizleri 1100 nokta üzerinden hata matrisi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Congalton ve Green, 2019). Çalışmada, AKAÖ sınıflarında meydana gelen değişimin saptanmasında FRAGSTATS v4.2 yazılımında sınıf düzeyinde 5 peyzaj metriği hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Çalışmada kullanılan peyzaj metrikleri (Botequila ve ark., 2006)

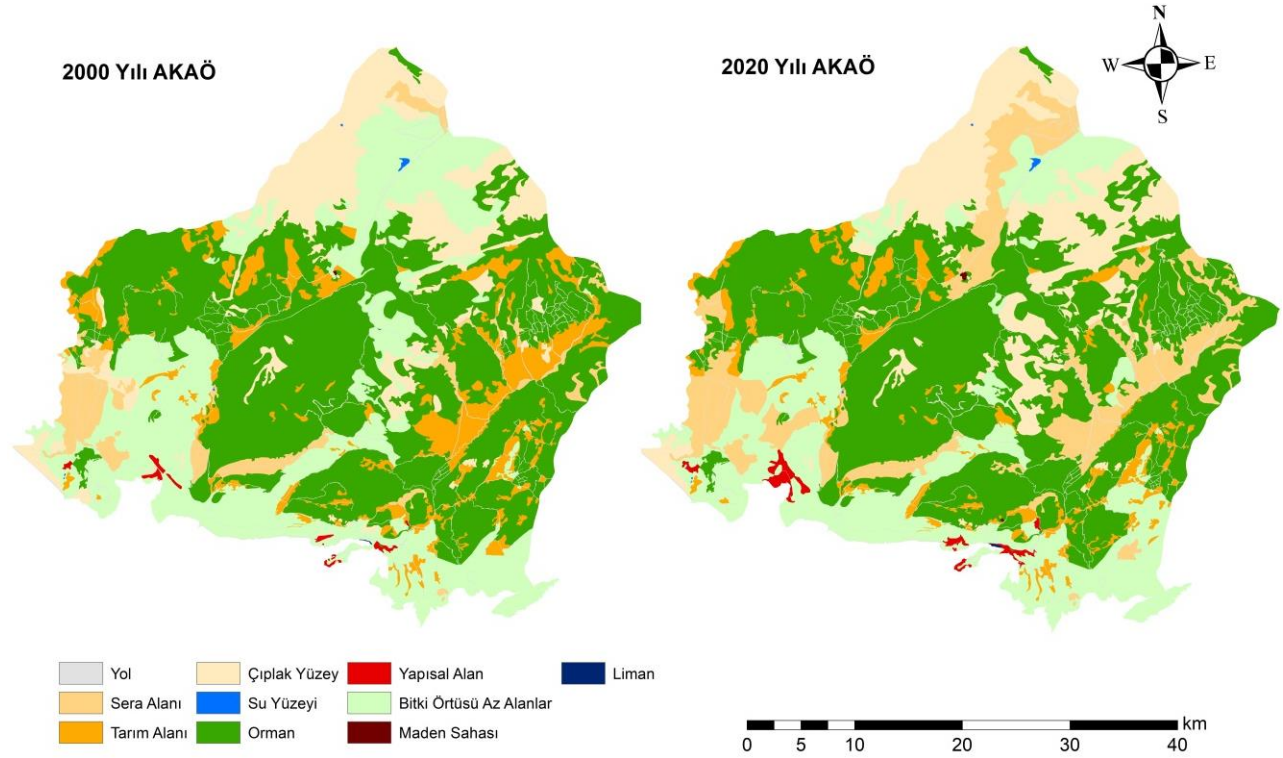
Metrik Adı	Birim	Kısaltma	Kullanım Amacı
Toplam yama alanı	ha	CA	Baskınlık, hakimiyet
Peyzaj yüzdesi	%	PLAND	Baskınlık, hakimiyet
Parça/yama sayısı	-	NP	Parçalanma
Ortalama yama alanı	ha	AREA_MN	NP ile birlikte parçalanma
Öklid en yakın komşu mesafesi	m	ENN_MN	Parçalanma, izolasyon

Elde edilen peyzaj metriklerine ilişkin sonuçlar Microsoft Excel 2010 yazılımına aktarılarak tablolanmış ve karşılaştırmalı olarak AKAÖ'de meydana gelen değişimler değerlendirilmiştir. Ayrıca AKAÖ haritalarında meydana gelen dönüşümün belirlenebilmesi için ENVI 5.1 yazılımı Thematic Change Workflow aracı kullanılmış, sınıflandırma sonrası karşılaştırma tekniği (Post-Classification Technique) uygulanmıştır (Lu ve ark., 2004). Bu yöntemin uygulanması yoluyla

değişimin meydana geldiği alanlarda –den, -e (-from...-to) değişim / dönüşüm bilgisi elde edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Uydu görüntülerinin sınıflandırılması için kullanılan elle sayısallaştırma tekniğinin doğruluğunu sınamak için rasgele 1100 nokta üzerinden hata matrisi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen doğruluk analizi sonuçlarına göre 2000 yılı AKAÖ haritasının toplam doğruluğu %93, kappa değeri 0,90; 2020 yılı AKAÖ haritasının ise toplam doğruluğu %89, kappa değeri ise 0,85 olarak hesaplanmıştır. 2000 ve 2020 yıllarına ait AKAÖ haritaları Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 2000 ve 2020 yıllarına ait AKAÖ haritaları.

Çalışma alanında 2000 ve 2020 yılları arasında 20 yıllık zamanda meydana gelen değişimleri tespit etmek ve bu değişimlerin sebep olduğu yapısal ve işlevsel süreçleri açıklamak amacıyla hesaplanan 5 peyzaj metriğine ilişkin sonuçlar Tablo 3’te, AKAÖ sınıflarında meydana gelen değişim oranları ise Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3. 2000 ve 2020 yılı peyzaj metrikleri sonuçları

AKAÖ Sınıfı	Yıl	CA	PLAND	NP	AREA_MN	ENN_MN
Bitki örtüsü az alanlar	2000	45319.34	25.98	63	719.35	356.11
	2020	36131.72	20.71	61	592.32	299.51
Çıplak Yüzey	2000	22293.56	12.78	64	348.34	514.96
	2020	25543.46	14.64	47	543.48	523.65
Liman	2000	10.17	0.01	1	10.17	N/A
	2020	23.49	0.01	1	23.49	N/A
Maden Sahası	2000	10.76	0.01	1	10.76	N/A
	2020	41.63	0.02	2	20.81	22369.71
Orman	2000	78460.07	44.97	136	576.91	94.14
	2020	75942.54	43.54	158	480.65	96.98
Sera Alanı	2000	7722.52	4.43	46	167.88	497.43
	2020	22671.88	13.00	64	354.25	200.86
Su Yüzeyi	2000	72.50	0.04	5	14.50	5660.85
	2020	72.50	0.04	5	14.50	5660.85
Tarım Alanı	2000	16572.78	9.50	166	99.84	301.29
	2020	9088.18	5.21	142	64.00	409.74
Yapısal Alan	2000	473.45	0.27	11	43.04	1112.57
	2020	1079.42	0.62	8	134.93	1374.20
Yol	2000	3517.92	2.02	23	152.95	363.01
	2020	3834.95	2.20	26	147.50	329.21

Tablo 4. 2000 ve 2020 yılı peyzaj dönüşüm miktarları (%)

Dönüşüm (%)	2000 yılı AKAÖ sınıfları										
	Y	SA	TA	ÇY	SY	O	YA	BÖA	MS	L	
2020 yılı AKAÖ sınıfları	Y	99.96	0	0	0.32	0	0.29	0	0.05	0	0
	SA	0	99.54	48.43	2.78	0	0.74	0	12.72	0	0
	TA	0	0.46	50.28	1.86	0	0.14	0	0.43	0	0
	ÇY	0	0	0.95	90.82	0	0.77	0	10.06	0	0
	SY	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	O	0.04	0.00	0.16	2.66	0	94.89	0	1.93	0	0
	YA	0	0	0.19	0.40	0	0	99.50	1.07	0	10.09
	BÖA	0	0	0	1.16	0	3.17	0.50	73.69	0	4.36
	MS	0	0	0	0.00	0	0.01	0	0.05	100	0
	L	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	85.55
Sınıf toplamı	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Sınıf değişimi	0.04	0.46	49.72	9.18	0.00	5.11	0.50	26.31	0	14.45	

Çalışma alanında hakim AKAÖ tipi her iki tarih için ilçenin doğu-batı yönünde uzanan ve yüksek kesimlerde yer alan orman alanlarından oluşmaktadır. Ormanlar 2000 ve 2020 yıllarında toplam çalışma alanının sırasıyla %44.97 ve %43.54'ünü oluşturmaktadır. Ayrıca 2000 yılında orman olan alanlardan, 2020 yılında başta bitki örtüsü az alanlar olmak üzere, çıplak yüzey, sera alanı, yol, tarım alanı ve maden sahalarına dönüşüm yaşandığı görülmektedir. Bu dönüşümlerle birlikte, 20 yıllık zaman diliminde ormanlarda yaşanan 2517ha'lık alan kaybının yanı sıra, artan parça sayısı ve Öklid en yakın komşu mesafesi ile azalan ortalama yama alanı, orman alanlarında parçalanma ve izolasyonun arttığına işaret etmektedir. Bu sonuç önceki çalışmalarda da

vurgulandığı üzere, ülkemizde orman alanlarında yaşanan kayıp ve parçalanmada tarımsal üretimle birlikte maden sahası ve yol gibi yapay yüzeylerdeki artışın önemli bir etken olduğunu vurgulamaktadır (Nayim ve Uzun, 2018; Yazgan, 2018; Kesgin Atak, 2020; Kurtşan ve Nurlu, 2020).

Çalışma alanında ormanlardan sonra en yaygın AKAÖ bitki örtüsü az alanlardan oluşmaktadır. Bitki örtüsü az alanlar genellikle orman, sera alanı ve yapay yüzeylerin kıyılarında yer almaktadır. 2000 ve 2020 yılları arasında bitki örtüsü az alanlar toplam 9,187.62ha azalmıştır. Azalan parça sayısı, Öklid en yakın komşu mesafesi bitki örtüsü az alanlarda azalan izolasyon ve parçalılığa işaret etmektedir. Her ne kadar ortalama yama alanında düşüş yaşansa da bu durum toplam alandan kayıp ile ilişkilendirilmiştir. 2020 yılında bitki örtüsü az alanların %73.69'unda dönüşüm olmazken, bitki örtüsü az alanların %12.72'si sera alanlarına, %10.06'sı ise çıplak yüzeylere dönüşmüştür. Bu durum az da olsa bitki örtüsü ile kaplı alanlarda ciddi bir kayıp yaşandığını göstermektedir. Ayrıca her ne kadar iyileşme görülen ve ormanlara dönüşen alanlar var olsa da, yapay yüzeyler ile maden sahalarına dönüşümünde bitki örtüsü az alanlarda yaşandığı görülmektedir.

2020 yılında çıplak yüzeyler ile sera alanları toplam çalışma alanının sırasıyla %14.64 ve %13'ünü kaplamaktadır. Çıplak yüzeylerde sadece %1,86'lık bir artış yaşanırken, sera alanları yaklaşık 3 kat artarak çalışma alanında hakimiyet kazanmaya başlamıştır. Diğer yandan artan ortalama yama alanı ve azalan parça sayısı bu AKAÖ tiplerinde azalan izolasyon ve parçalanmaya işaret etmektedir. 2000-2020 yılları arasında mevcut sera alanlarından sadece az miktarda tarım alanlarına dönüşüm yaşanırken, çıplak yüzeylerden özellikle sera, tarım ve orman alanlarına dönüşümler yaşanmıştır. Çalışmanın en önemli bulgularından birisi de tarım alanlarında meydana gelen azalmadır. 2000-2020 yılları arasında tarım alanlarında neredeyse yarı yarıya bir azalma meydana gelmiş, mevcut tarım alanlarının ortalama yama alanları ve yama sayıları da azalmıştır. 2000 yılında mevcut tarım alanlarının sadece %50.28'i 2020 yılında görülürken, %48.43'lük tarım alanı sera üretimine tahsis edilmiştir. Bu durum ekonomik açıdan Kaş ilçesinde artan sera üretiminin önemini vurgulamaktadır (Emekli vd., 2008; Benliay ve Başal, 2010).

Çalışma alanında bulunan yollar ise 2000-2020 yılları arasında 317.03ha artmıştır. Parça sayısı ve ortalama yama alanında çok büyük bir değişim olmamakla birlikte, azalan Öklid en yakın komşu mesafesi 2020 yılında yolların daha bütünleşik ve bağlantılı bir hal aldığını göstermektedir. Yerleşim alanları ile birlikte diğer ticari ve üretime ilişkin kullanımları da içinde barındıran yapısal alanların toplam alanı 2000-2020 yılları arasında yaklaşık 2 kat artarak 473.45ha'dan 1079.42ha'a

yükselmiştir. Parça sayısındaki azalma ve ortalama yama alanındaki artış yapısal alanların çalışma alanı genelinde artışa geçtiğini ve daha az parçalı bir yapı sergilediğine işaret etmektedir. Diğer yandan azalan Öklid en yakın komşu mesafesinde görülen artış ise yapısal alanların çeperlerinde genişlemenin yanı sıra çalışma alanında yeni yapısal alanların da oluşmaya başladığını göstermektedir. Yeni oluşan yapısal alanlar ise bitki örtüsü az alanlardan bu alanlara dönüşüm şeklinde yaşanmıştır.

2000 yılında çalışma alanında benzer toplam alana sahip olan liman ve maden sahası AKAÖ tipleri, 2020 yılında sırasıyla 2 ve 4 kat artış göstermiştir. Her ne kadar bu AKAÖ tipleri çalışma alanı toplam alanı dikkate alındığında çok büyük alansal yayılıma sahip olmasa da, özellikle maaden sahalarında yaşanan yaklaşık 4 kat artış dikkat çekicidir. Maden sahalarına dönüşüm büyük oranda orman ve bitki örtüsü az alanlarda yaşandığı için, gelecek dönemlerde peyzaj üzerinde olumsuz etki yaratabileceği düşünülmektedir. Son olarak su yüzeylerinde ise 20 yıllık dönemde herhangi bir değişim ve dönüşüm yaşanmamıştır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Peyzaj yapısı ve içinde bulundurduğu AKAÖ deseni, peyzajların önemli bir özelliğini oluşturmakta ve peyzaj ekolojisinde temelli birçok çalışma, peyzaj yapısını sayısal verilerle irdeleyerek AKAÖ deseni, temel peyzaj işlevleri ve değişimi arasındaki ilişkileri değerlendirmeyi içermektedir (Uy ve Nakagoshi, 2007). Bu çalışmaların önemli bir bölümünde kentsel alanlarda veya insan etkisinin yoğun olduğu alanlarda gerçekleştirilmiş ve genellikle zaman serisi UA verileri, CBS ve peyzaj metrikleri kullanılarak peyzaj yapısındaki değişikliklerin araştırılmasının önemine vurgu yapılmıştır (Herold ve ark., 2002). Buna ek olarak, peyzaj ve AKAÖ analiz edilip değerlendirilmesi, farklı arazi yönetimi seçeneklerinin potansiyel ekolojik etkilerini belirleyebilmek, sürdürülebilir gelişme için uygun kararların alınabilmesi ve çeşitli yaban türlerinin ekolojik gereksinimleri ile peyzajların mekansal özellikleri arasındaki ilişkileri anlamak için temel bilgiler sağlamaktadır (Bender ve ark., 2003; Kesgin Atak, 2020). Bu çalışmada Türkiye'nin önemli turizm ve tarımsal üretim alanlarından birisi olan Antalya ili, Kaş ilçesinde 2000-2020 yılları arasında meydana gelen değişim ve dönüşümler incelenmiştir. Çalışma alanında görülen en önemli değişim ve dönüşümler kıyı alanlarında yapısal alanlar, sera alanları ve maden sahalarında meydana gelen artışlar ve tarım alanları ve bitki örtüsü az alanlardan kayıplar şeklinde yaşanmıştır. Yerleşim alanları ile birlikte diğer ticari ve üretime ilişkin kullanımları da içinde barındıran yapısal alanlar

daha çok kıyılara yakın bölgelerde artış ve yayılım gösterirken, sera üretiminin çalışma alanında önemli bir ekonomik kaynak olarak kullanılmaya başlandığı tespit edilmiştir.

Tarım alanları genellikle doğal peyzaj elemanları ve biyoçeşitlilik üzerinde olumsuz etkilere sahip önemli bir insan kaynaklı tehdit olarak değerlendirilmektedir (Kerbiriou ve ark., 2018). Buna karşın, temel ekonominin tarıma dayalı olduğu, yoğun tarımsal üretim yapılan alanlarda özellikle tarla sınırlarında yer alan doğal vejetasyon koridorları biyoçeşitliliğin desteklenmesi ve korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Lacoeuilhe ve ark., 2018; Tonyaloğlu Ersoy ve Kesgin Atak, 2019). Bu kapsamda tarım alanlarından sera alanına dönüştürülen yaklaşık 8200ha'lık alanda tarla sınırlarında yer alan doğal vejetasyon koridorlarının da zarar gördüğü öngörülmektedir. Ayrıca toprak ve bitkisel yüzeyin yapay malzemeler ile örtülmüş olması su kaynakları, toprak yapısı ve görsel peyzaj deseninin de olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Benliay ve Başal, 2010). Bu kapsamda Benliay ve Başal (2010) ekonomik ömrünü tamamlamış olan sera alanlarında, yeniden sera üretimine yönelik iyileştirmelerin yapılması yerine gerekli toprak ıslahı çalışmaları ile bahçe üretiminin desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, tarımsal parseller arasında yer alan mevcut bitki örtüsü korunmalı ve gerekli alanlarda doğal vejetasyon örtüsüne ait bitki türleri ile bu alanlar yeniden oluşturulmalıdır (Tonyaloğlu Ersoy ve Kesgin Atak, 2019). Orman ve bitki örtüsü az alanlardan yapay yüzeyler, maden sahası ve sera alanlarına dönüşüm miktarı az olsa da, bu alanlar genellikle yoğun araç trafiği, erozyon, çevre ve gelecekte oluşabilecek hızlı ve yoğun peyzaj değişimi ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Nayim ve Uzun, 2018). Özellikle kentsel yerleşimler çevresinde yer alan doğal / doğala yakın AKAÖ tiplerinin tarımsal kullanımlar ile diğer yapay yüzeylere dönüşmesi bu alanlar üzerindeki baskının artması, toprak verimliliğinin azalması, biyolojik çeşitliliğin zarar görmesi ve uzun vadede iklim değişikliği gibi sorunlara neden olmaktadır (Alberti, 2005). Bu nedenle sürdürülebilirliğin sağlanması ve peyzajın korunması için AKAÖ değişim ve dönüşümlerinin, özellikle de doğal / doğala yakın AKAÖ tiplerinde meydana gelen değişimlerin, sürekli ve düzenli aralıklarla izlenmesi gerekmektedir.

Yazarların Katkısı

Çalışmada her iki yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akman, A. D., (2007). *Turizm Gelişmesinin Yarattığı Doğal ve Kültürel Değişimler: Kaş Örneği*. Doktora Tezi (yayımlanmamış), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Alberti, M. (2005). The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review*, 28(2), 168-192.
- Atak, B. K. (2020). Analysing The Relationships Between Land Use/Land Cover and Urban Land Surface Temperature Using Regression Tree in İzmir. *International Journal of Geography and Geography Education*, (41), 280-291.
- Bender, D. J., Tischendorf, L. and Fahrig, L. (2003). Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes. *Landscape Ecology*, 18(1), 17-39.
- Benliay, A. ve Başal, M. (2009). Peyzaj planı oluşturulması bağlamında Finike-Kumluca kıyı bölgesinin değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 99-107.
- Botequilha Leitão, A., Miller, J., Ahern, J. and McGarigal, K. (2006). *Measuring landscapes*. Island, Washington, DC.
- Congalton, R. G. and Green, K. (2019). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. CRC press.
- Corner, R. J., Dewan, A. M. and Chakma, S. (2014). *Monitoring and prediction of land-use and land-cover (LULC) change. In Dhaka megacity*. Springer, Dordrecht.
- Emekli, N., Büyüктаş, D. ve Büyüктаş, K. (2008). Antalya Yöresinde Seraciliğin Mevcut Durumu ve Yapısal Sorunları. *Derim*, 25(1), 26-39.
- Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T., Hokao, K. (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological Modelling*, 222(20-22), 3761-3772.
- Herold, M., Scepan, J. and Clarke, K.C. (2002). The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and Planning A*, 34(8), 1443-1458.
- Ito, S., Nakayama, R. and Buckley, G. P. (2004). Effects of previous land-use on plant species diversity in semi-natural and plantation forests in a warm-temperate region in southeastern Kyushu, Japan. *Forest Ecology and Management*, 196(2-3), 213-225.
- Kerbiriou, C., Azam, C., Touroult, J., Marmet, J., Julien, J. F. and Pellissier, V. (2018). Common bats are more abundant within Natura 2000 areas. *Biological Conservation*, 217, 66-74.
- Kesgin, B., Nurlu, E. (2009). Land cover changes on the coastal zone of Candarli Bay, Turkey using remotely sensed data. *Environmental Monitoring and Assessment*, 157(1), 89-96.
- Kurtşan, K. ve Nurlu, E. (2018). Tarımsal Peyzaj Değişimi Analizi: İzmir ili Bornova İlçesi Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 81-89.
- Lacoeuilhe, A., Machon, N., Julien, J. F. ve Kerbiriou, C. (2018). The relative effects of local and landscape characteristics of hedgerows on bats. *Diversity*, 10(3), 72.
- Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C. and George, P. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261-269.
- Liu, T. and Yang, X. (2015). Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics. *Applied Geography*, 56, 42-54.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), 2365-2401.
- Lu, D., Moran, E., Hetrick, S. and Li, G. (2011). *Land-use and land-cover change detection. Advances in Environmental Remote Sensing Sensors, Algorithms, and Applications*. CRC Press Taylor & Francis Group, New York.
- McGarigal, K. (1995). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure (Vol. 351)*. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

- Meyer, W. B. and BL Turner, I.I. (Eds.). (1994). *Changes in land use and land cover: a global perspective (Vol. 4)*. Cambridge University Press.
- Nayim, B. N., ve Uzun, F. (2018). Kentsel Gelişimin Peyzaja Etkisinin Değerlendirilmesi, Bartın Kenti Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(3), 443-452.
- Tonyaloğlu, E. E. ve Atak, B. K. (2019). Delta Sistemlerinde Peyzaj Deseni ve Mekansal Bağlantılılığın Analizi, Büyük Menderes Deltası Örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 209-215.
- URL-1: <https://earthexplorer.usgs.gov/>, (Erişim Tarihi: 5 Mart 2021).
- Uy, P. D., Nakagoshi, N. (2007). Analyzing urban green space pattern and eco-network in Hanoi, Vietnam. *Landscape and Ecological Engineering*, 3(2), 143-157.
- Wang, D., Gong, J., Chen, L., Zhang, L., Song, Y., Yue, Y. (2013). Comparative analysis of land use/cover change trajectories and their driving forces in two small watersheds in the western Loess Plateau of China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 241-252.
- Yazgan, A. (2018). İstanbul Kıyı Alanlarında İkinci Konutun Değişim ve Gelişimi. *Megaron*, 13(3).

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

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 3(2), 388-404, 2021
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.964451](https://doi.org/10.47898/ijeased.964451)**

Yapı Sektöründe Baca Gazı Arıtma Atıklarının Araştırılması

Halide BOZKURT ^{1*}, Cahide AYDIN İPEKÇİ ²

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Hendek Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Sakarya, 54300, Türkiye.

² Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kocaeli, 41420, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : halidebozkurt@subu.edu.tr	Geliş Tarihi / Received Date :	07.07.2021
 https://orcid.org/0000-0003-4023-7427 , H. Bozkurt	Revizyon Tarihi / Revision Date :	29.08.2021
 https://orcid.org/0000-0003-3170-4628 , C. Aydın İpekçi	Kabul Tarihi / Accepted Date :	03.10.2021
	Yayın Tarihi / Published Date :	15.12.2021
Alıntı / Cite : Bozkurt, H., Aydın İpekçi, C. (2021). Yapı Sektöründe Baca Gazı Arıtma Atıklarının Araştırılması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 3(2), 388-404.		

Özet

Kentlerdeki nüfus artışı ve sanayileşme enerji tüketimini arttırmaktadır. Enerji ihtiyacını karşılamak için yapılan termik santraller, doğal çevreye zarar veren büyük tesislerdir. Termik santrallerin çevresel etkilerini azaltabilmek için kurulan baca gazı arıtma (Flue Gas Desulphurization-FGD) sistemlerinin kullanımı ile baca gazı arıtma atıkları oluşmaktadır. Bu atıklardan FGD alçı (sentetik alçı) ve uçucu küller birçok ülkede yapı sektöründe yapı malzemesi üretiminde kullanılmaktadır. Atık ürünlerin malzeme üretiminde ham madde olarak kullanılması önemlidir. Bu çalışmada; Türkiye’de kömür yakıtlı termik santrallerdeki baca gazı arıtma sistemlerinde oluşan atıkların yapı sektöründeki kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu kapsamda; baca gazı arıtma atıklarına yönelik literatür araştırması yapılmış ve Türkiye’de baca gazı arıtma sistemi bulunan kömür yakıtlı termik santraller ile görüşme yapılarak oluşan atıkların nasıl değerlendirildiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, FGD alçı atığı alçı levha; uçucu küller ise çimento üretiminde kullanılmaktadır. Baca gazı arıtma atıklarının yapı sektöründe kullanım olanakları termik santrallerin teknik ve teknolojik açıdan gelişmiş olmasına bağlıdır. Bu atıkların yeniden kullanılabilirliğini sağlamak depolama alanlarına gönderilen atık miktarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapı Sektörü, Baca Gazı Arıtma Atıkları, FGD Alçı, Atık Yönetimi.

Investigation of Flue Gas Desulphurization (FGD) Wastes in the Construction Industry

Abstract

Population growth and industrialization in cities increase energy consumption. Thermal power plants built to supply the energy requirement are large facilities that harm the natural environment. Flue Gas Desulphurization (FGD) wastes are generated as a result of FGD systems established to reduce the environmental impacts of thermal power plants. FGD gypsum (synthetic gypsum) and fly ash, which are among these wastes, are used for building materials production in the construction sector in many countries. In this study; the usage possibilities of FGD wastes generated as a result of FGD systems in coal-fired thermal power plants in Turkey have been investigated in the construction sector. In this context; a literature search has been conducted on FGD wastes and it has been tried to determine how the wastes generated by interviewing the coal-fired thermal power plants with FGD system in Turkey are evaluated. As a result; FGD gypsum waste is used in gypsum board production, and fly ash is used in cement production. The usage possibilities of FGD wastes in the construction sector depend on the technical and technological development of thermal power plants. Providing the reusability of these wastes will contribute to reduction of the amount of waste sent to landfills.

Keywords: Construction Industry, Flue Gas Desulphurization Wastes, FGD Gypsum, Waste Management.

1. Giriş

Günümüzde dünya nüfusunun artışı, sanayileşme ve kentsel yapılaşma faaliyetleri enerji tüketiminin hızlı bir şekilde artmasına neden olmaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için ise çeşitli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Bu kaynaklardan biri olan elektrik enerjisi, tüketim payının 2020’de %19,1’e, 2040’ta ise %22,9’a çıkması beklenen ve 2040 yılına kadar en hızlı büyüyen enerji türüdür. 2016 yılı verilerine göre dünyada birincil enerji kaynaklarının tüketiminin %85’ini fosil yakıtlar oluşturmaktadır (TETAŞ, 2018). Dünya çapında enerji üretiminde siyah ve kahverengi kömür gibi ham maddelerin kullanılmasının devam edeceği tahmin edilmektedir (Wright ve Khatib, 2016). 2016-2040 yılları arasında elektrik üretiminde kömürün en önemli kaynaklar arasında olacağı öngörülmektedir. Elektrik üretiminde kömürü yüksek oranda kullanan ülkeler arasında; Güney Afrika Cumhuriyeti (%92,6), Polonya (%83,7), Kazakistan (%81,3), Çin (%74,7), Hindistan (%72,7), Avustralya (%64,6), İsrail (%54,7), Endonezya (%51,2), Çek Cumhuriyeti (%47,9), Almanya (%44,6), ABD (%39,7) ve Japonya (%28,5) sayılabilmektedir (Tamzok, 2017). Türkiye ise 2019 yılında üretilen elektriğin %37,4’i kömürden elde etmiştir (EÜAŞ, 2020). Türkiye’de kömüre dayalı ilk termik santral 1914 yılında Osmanlı Anonim Elektrik Şirketi tarafından İstanbul’da kurulan Silahtarağa Santrali’dir (Tamzok, 2017). Günümüzde ise, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’ne göre kurulu gücü 50 MW ve üzeri olan ‘Büyük Yakma Tesisi’ olarak adlandırılan kamu ve özel sektöre bağlı 30 adet kömür yakıtlı termik santral bulunmaktadır (Enerji Atlası, 2019).

Elektrik enerjisi üretimi için kömür yakıtlı termik santrallerin faaliyetleri sonucu oluşan çeşitli atıklar; hava, su ve toprak kirliliğine neden olan çevresel sorunlara yol açmaktadır. Termik santrallerdeki baca gazları, kül stok sahasındaki küller, kül barajları, kül siloları, kül nakil bant hattı, hidrolik kül atma sistemi, santral sahası, dekapaj sahası, açık kömür işletme sahaları, kömür nakil yolları, kirli atık sular ve termal etki gibi faktörler çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir (Karaca vd., 2009). Fosil yakıtlar, yanma sırasında kükürt dioksit (SO₂), azot oksit (NO_x) ve karbon dioksit (CO₂) gibi hava kirliliğinde önemli bir rol oynayan maddeleri yaymaktadır. Bu maddeler, bitkilerin büyümesini engelleyebilecek, tatlı su alanlarını kirletebilecek ve hatta binaların bozulmasını sağlayan asit yağmurlarının oluşmasına neden olmaktadır (Wright ve Khatib, 2016). Birçok ülke, hava kirliliğinin çevre üzerindeki etkileri ile mücadele etmek için standartlar ve mevzuatlar uygulamaktadır. Bu doğrultuda kömür yakıtlı termik santrallerin gaz emisyonlarını (SO₂, CO₂) azaltabilmek için “baca gazı arıtma (Flue Gas Desulphurization-FGD)” sistemleri geliştirilmiştir. FGD sistemlerinin kurulumunda yatırım maliyeti ve santral performansı önemli bir yere sahiptir (TÜBİTAK, 2013). Tesis tipi ve kükürt giderme işlemi için yapılan kurulum, sistemin verimliliğine etki etmektedir. Kükürt giderme süreci sonucunda oluşan atıkların miktarı ve kalitesi; ham maddelere ve işlemin içeriğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. FGD sistemleri; ıslak sistem, yarı ıslak sistem ve kuru sistem olmak üzere 3’e ayrılmaktadır. Islak sistem; uygulama, işletme ve devamlılık açısından ekonomik olarak yarı ıslak veya kuru sistemlere göre daha pahalıdır. Ancak oluşan atık malzemelerin miktarı ve saflığı açısından en fazla çevre dostu olan sistemdir (Wright ve Khatib, 2016). FGD tesisine sahip termik santrallerin çoğunluğu ABD, Almanya ve Japonya’da bulunmaktadır (Çift, 2008). Dünya genelinde 1990’lı yıllarda 600’ün, 2005 yılında ise 900’ün üzerinde; Türkiye’de ise 1990’lı yıllar sonrasında kamuya bağlı büyük ölçekli termik santrallerde FGD tesisi kurulmaya başlandığı bilinmektedir. (Wright ve Khatib, 2016; Aytaç, 2020). Değişen çevre koşulları ile özel ve kamuya bağlı santrallerin sayısı artmış, FGD tesisi kurulu büyük ölçekli termik santral sayısı 2018 yılında 18, 2020 yılında ise 21’e yükselmiştir (Aytaç, 2018; Aytaç, 2020).

Termik santrallerde FGD sistemlerinin kullanılması sonucunda çeşitli FGD atıkları ortaya çıkmaktadır. Bu atık maddeler inorganik bileşikler olup, genel olarak, SO₂ gazlarını kireçtaşı gibi alkalın emici maddelerle reaksiyona sokarak alçıtaşı (CaSO₂ -2H₂ O) gibi çözünmeyen atıklar oluşturmaktadır (Wright ve Khatib, 2016). Emisyon temizleme işlemi sonucunda ortaya çıkan bu atıklar sentetik ürün olup, “FGD alçı” veya “sentetik” olarak da adlandırılmaktadır. Termik santral atıklarının çeşitli sektörlerde kullanımına yönelik çalışmalar bulunmakta olup, FGD alçının, doğal alçının kullanıldığı tüm alanlarda değerlendirilme özelliklerine sahip olduğu bilinmektedir. Termik

santrallerden kaynaklı çevre sorunlarını önleyebilmek, doğal kaynakları koruyabilmek, depolama sahalarına gönderilen atık miktarını ve ham maddeye olan ihtiyacı azaltabilmek için bu atıkların değerlendirilmesi ve üretim sürecine dahil edilmesi önemli bir konudur.

Bu çalışmada; Türkiye’de kömür yakıtlı termik santrallerde baca gazı arıtma işlemi sonucunda oluşan FGD alçısının yapı sektöründe kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Konu kapsamında literatür araştırması yapılmış ve FGD sistemine sahip termik santrallerden 3 tanesinin tesis yetkilileri ile görüşme yapılarak bu atıkların yapı sektöründe yeniden kullanımına veya geri dönüşümüne yönelik durum tespit edilmeye çalışılmıştır. Termik santral atıklarının değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmaların geliştirilmesinin çevresel ve ekonomik açıdan faydalı olacağı, ayrıca doğal alçıtaşı kaynaklarının korunmasına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Baca Gazı Arıtma Atıkları

FGD atıkları, termik santrallerde baca gazı kükürt giderme sistemindeki emisyon temizleme işlemi sonucunda ortaya çıkan ürünlerdir (Dunster, 2007). Bu ürünler, SO_x gazlarının tutulması ile birlikte kalsiyum sülfid hemihidrat (CaSO₃.0.5H₂O) veya kalsiyum sülfat dihidrat (CaSO₄.2H₂O- alçıtaşı) esaslı çamurdan oluşmaktadır. FGD çamurunun fiziksel özelliklerini; partikül büyüklüğü, nem miktarı, birim hacim ağırlığı ve sıkışabilirliği belirlemekte olup, bu özellikler çamurun işlenmesini, taşınmasını, kurutulmasını ve su kapasitesini etkilemektedir. Dünyadaki FGD atıkları, santralden santrale göre değişiklik göstererek büyük miktarlara ulaşmış durumdadır (Tülek, 2007). FGD ürününün özellikleri kullanılan kömürün cinsine, uçucu kül içeriğine, kullanılan reaktif maddeye ve ürünün oksidasyon miktarına bağlıdır (Yazıcı, 2004). Termik santrallerde elektrik üretmek için kömür kullanılması değişik nitelikte atık malzeme oluşumuna neden olmaktadır. 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği’ne göre; kömür yanması sonucu oluşan atıklar ‘Isıl İşlemden Kaynaklanan Atıklar’ olarak tanımlanmaktadır. Bu atıklar; uçucu kömür külü, cüruf ve kazan tozu, sülfürik asit, dip külü ve baca gazı kükürt giderme işleminden elde edilen kalsiyum bazlı katı atıklar ve çamurlardır (ÇŞB, 2015).

FGD atıkları SO₂ içeriğine göre 4 grupta sınıflandırılabilir (Wright ve Khatib, 2016):

1. Silikatsız ve Zararlı Reaktif Atıklar; çimento bazlı malzemelerde kullanıldığında, mukavemet kaybı gibi, bağlayıcı gelişimi üzerinde zararlı bir etkiye sahip olan ıslak FGD

işlemlerinden elde edilen FGD alçısından oluşmaktadır. Bu malzemelerin bileşimi, normal olarak alçı şeklindeki kalsiyum sülfat olup, SO₂ içeriği yaklaşık %35-50'dir.

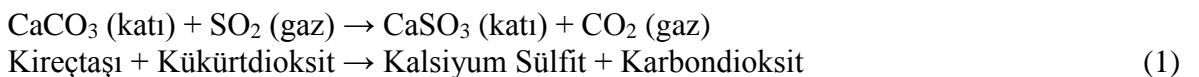
2.Zararsız ve Reaktif Olmayan Atıklar; kuru ve yarı ıslak baca gazı temizliği sonucunda oluşmaktadır. Genel olarak bu malzemeler reaktif olmayan formda kalsiyum sülfat / sülfid içererek SO₂ içeriği yaklaşık %20-30'dur.

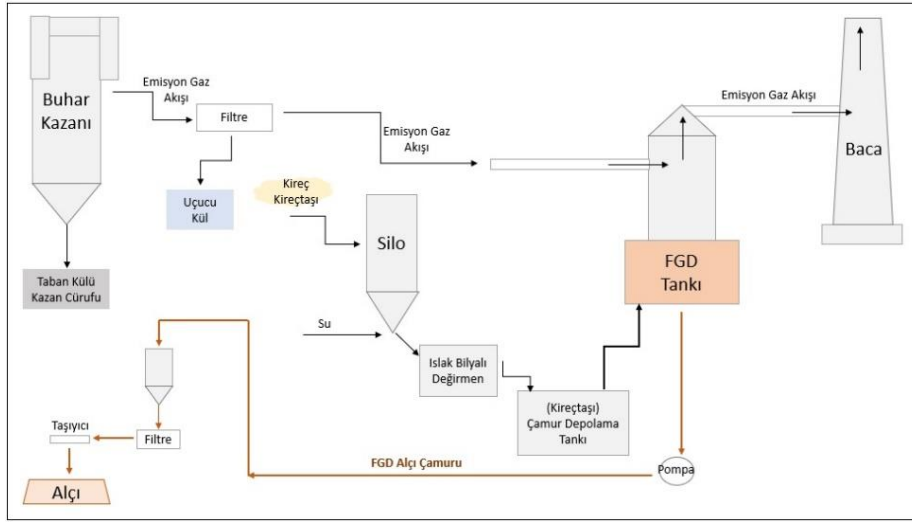
3.Silisli ve Puzonalik Olmayan Aktif Atıklar; genellikle yakma işlemi sonucunda elde edilen taban külleridir. Bu malzemelerin SO₂ içeriği yaklaşık %10-15'tir.

4.Silisli ve Puzolanik Aktif Atıklar; yakma işleminden gelen uçucu küller ile kuru ve yarı ıslak baca gazı temizliği sonucunda oluşmaktadır. Bu malzemelerin SO₂ içeriği yaklaşık %10 veya daha azdır.

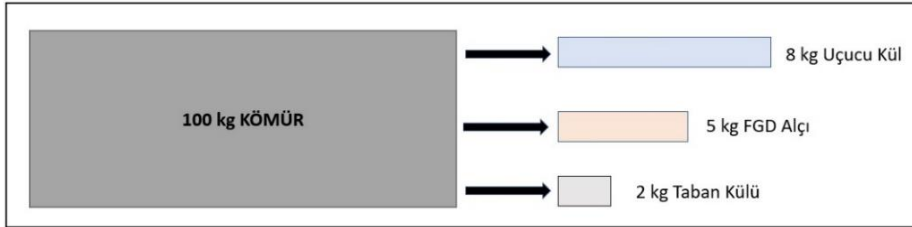
2.1. FGD Alçı

FGD alçı, kömür yakıtlı elektrik üretim istasyonlarında baca gazının ıslak sistem ile kükürtsüzleştirilmesi sonucu oluşan inorganik bir bileşiktir (Tülek, 2007). Islak sistemde ortaya çıkan atık alçı doğal alçıdan %96 daha yüksek saflık oranına sahiptir. Bu sistemde; kireçtaşı, sönmüş kireç gibi alkali bir sorbent haline getirilerek baca gazlarına püskürtülen sönmüş kireç ve uçucu külün bir karışımı kullanılmaktadır. En yaygın yöntem, bir sorbent olarak kireçtaşının kullanılarak kalsiyum bileşiği oluşturmak üzere SO₂ gazlarıyla tepkimeye girmesi ve kalsiyum sülfat (CaSO₄. 2H₂O -alçıtaşı) üretmek için işlem görmesidir (Wright ve Khatib, 2016). Saf alçıtaşı üretmek ve atmosferdeki asit çökmesinin azaltılması için ince öğütülmüş kireç taşı kullanılmaktadır. Bu süreçte, depolama tankında oluşan FGD alçı çamuru filtreleme ve susuzlaştırma işlemleri ile FGD alçı olarak kullanılabilir. Kükürtsüzleştirme sürecinde açığa çıkan CO₂ Denklem 1'de, ıslak arıtma sistemi ile FGD alçı oluşumu şematik olarak Şekil 1'de gösterilmiştir (Dunster, 2007). Baca gazı arıtma çalışmaları sırasında kullanılan kömürün kükürt içeriğine ve miktarına bağlı olarak farklı özelliklerde atık ürünler ortaya çıkmaktadır. Termik santrallerde %1 oranında SO₂ içeren kömür kullanılması, toplam miktarın yaklaşık olarak %5'i oranında FGD alçı ve %10'u oranında kül oluşumuna neden olmaktadır. Bu durumda; %1 oranında sülfür içeren 100 kg kömürün yakılması sonucunda açığa çıkan atık miktarları Şekil 2'de şematik olarak gösterilmiştir. (Coppola ve ark., 1996).





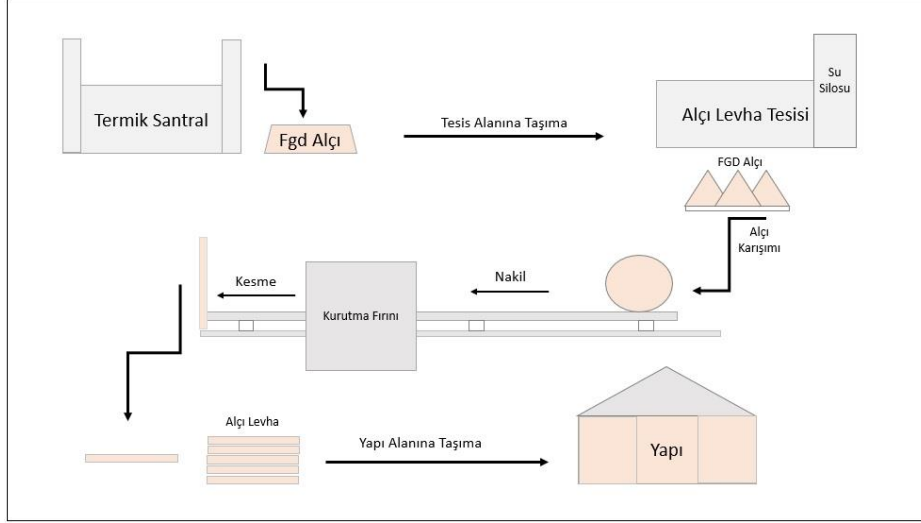
Şekil 1. Islak Arıtma İşlemi ile FGD Alçı Oluşumu



Şekil 2. 100 Kg Kömürün Yakılması ile Oluşan Atık Miktarları

Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek-4’te verilen atık listesine göre FGD alçı, sistemden katı halde çıkıyorsa 10-01-05 kodlu “baca gazı kükürt giderme işleminden (dezülfürasyon) çıkan kalsiyum bazlı katı atıklar”, çamur halinde çıkıyorsa 10 01 07 kodlu “baca gazı kükürt giderme işleminden (dezülfürasyon) çıkan kalsiyum bazlı çamurlar” olarak kodlanmıştır (ÇŞB, 2015). FGD alçının; miktarı, partikül büyüklüğü, saflığı, kimyasal ve fiziksel özellikleri açısından yapı malzemelerinde alternatif ham madde olarak kullanılması mümkündür (Xu ve ark., 2017). FGD alçı; susuzlaştırılarak alçı duvar levhası yapımında veya tarımsal amaçlı zemin ıslahı ve toprak koşullandırma amacıyla, uçucu kül veya şist ile harmanlanarak çimento yapımında, anhidrit zemin şaplarında, bina sıvalarında, yol yapımında ve gübre üretiminde kullanılabilir (Dunster, 2007; ÇŞB, 2016). Diğer FGD atıkları ise, ham madde olarak beton veya duvar bloklarında kullanılabilen geri dönüştürülmüş hafif agrega ve çimento üretimi gibi inşaat sektörü içerisindeki çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Wright ve Khatib, 2016). Şekil 3’te FGD alçının yapıda kullanım süreci şematik olarak gösterilmektedir. Termik santral atığı olan FGD alçı, üretim süreci öncesinde doğal alçı gibi ham madde olarak çıkartılma ve kırma işlemleri uygulanmadan öğütme ve kurutma işlemleri

sonrasında tesis alanına taşınarak yapı malzemesi üretimi için prosese dahil edilmektedir. Üretim süreci sonunda doğal alçı kullanımı ile benzer özellik gösteren ürün olarak yapıda kullanılmaktadır.



Şekil 3. FGD Alçının Yapıda Kullanımı

İngiltere’de 1994 yılından itibaren doğal alçı yerine FGD alçı kullanılmaktadır. FGD alçının alçı levha üretiminde kullanılmasına yönelik talebin artması FGD alçı üreten tesislerin kurulmasına olanak sağlamıştır. İngiltere’deki alçı levha üreticileri, teknik özellikleri karşılayan alternatif ham maddelerin kaynaklarını değerlendirerek FGD alçı kaynaklarının kullanımını arttırmaktadırlar. FGD alçıya ek olarak titanogypsum ve fluorogypsum gibi yan ürün alçıları da oluşmaktadır. İngiltere’deki FGD alçı ve yan ürün alçıların kullanım durumu ve üretim miktarı Tablo 1’de (Dunster, 2007), FGD alçının; malzeme, ekonomik, yasal, çevresel ve organizasyonel açılardan kullanımına yönelik potansiyel faydaları ve potansiyel engelleri Tablo 2’de gösterilmektedir (Dunster, 2007). Çek Cumhuriyeti’nde kalsine alçı üretiminde karbon ayak izi analizine göre ham madde olarak doğal alçı ile FGD alçının yaşam döngüleri boyunca harcadıkları enerji miktarı karşılaştırıldığında, çevresel etki açısından FGD alçı kullanımında doğal alçıya göre %25 daha az enerji harcandığı saptanmıştır (Fort ve Cerný, 2018). Alçı sıvanın üretiminde ham madde olarak doğal alçı yerine FGD alçı kullanımı madencilik faaliyetlerini azaltmaktadır. Baran ve ark. (2021)’nin çalışmasına göre; alçı sıvanın yaşam döngüsü kapsamında ham madde temini, ulaşım ve üretim aşamalarındaki (A1-A3) çevresel etkileri değerlendirildiğinde doğal alçı kullanımının FGD alçı kullanımına oranla iki kat küresel ısınma potansiyeline etki ettiği sonucuna varılmıştır. Alçı malzeme üretiminde geri dönüştürülmüş ürünlerin kullanılması ham maddeye olan ihtiyacı ve oluşan CO₂ miktarını azaltacaktır.

Tablo 1. İngiltere’de Yan Ürün Alçı Kaynakları

Yan Ürün Alçı Tipi	Mevcut Kullanımı	Mevcut Üretim (Milyon Ton / Yıl)
FGD Alçı (Kömür yakıtlı elektrik santrallerinin baca gazlarından kükürt dioksitin uzaklaştırılması)	Tamamına yakın bir bölümü alçıpan veya ilgili ürünlerde	1.4
Titanogypsum (TiO ₂ pigment üretiminden)	Çoğunluğu alçıpan veya arsada	0.48
Fluorogypsum (Hidroflorik asit üretiminden)	Çimento ve zemin şaplarında	0.04

Tablo 2. FGD Alçının Potansiyel Faydaları ve Potansiyel Engelleri

	Potansiyel Faydalar	Potansiyel Engeller
Malzeme	Doğal kaynaklardan daha yüksek saflığa sahiptir	Taşıma ve depolama sorunu mevcuttur. Malzeme için kurutma işleminde enerji gerekmektedir.
Ekonomik	İthal ham maddeden daha ucuzdur	-
Yasal	-	FGD alçı hala atık olarak tanımlanmaktadır.
Çevresel	Yanma kalıntıları geri dönüştürülerek doğal kaynakların korunumu sağlanmaktadır.	Kireç üretimi sürecinde karbon dioksit açığa çıkmaktadır.
Organizasyonel	Yaygın olarak kullanılarak endüstriyel düzenlemeler için yüksek potansiyele sahiptir.	Uzun vadede kömür yakıtı kullanılarak elektrik üretimi belirsizdir. Atık olarak değerlendirilme durumu mevcuttur.

Çin’de 2015 yılı verilerine göre; 80 milyon ton FGD alçı üretilmiştir (Xu ve ark., 2017). Avrupa Kömür Yakma Ürünleri Derneği’nin 2016 yılı verilerine göre, 40,33 milyon ton termik santral atığının 9,91 milyon tonunu FGD alçı oluşturmaktadır (URL-1, 2021). Amerika Kömür Birliği’nin yıllık raporuna göre ABD’de 2016 yılında üretilen 29 milyon ton FGD alçının %54’ü alçıpan, %8’i çimento / beton / asfalt üretiminde kullanılmış ve %43’ü depolama alanlarında bertaraf edilmiştir (Koralegedara ve ark., 2019). Polonya’da 2019 yılında 3,08 milyon ton FGD alçı üretilmiştir (Baran ve ark., 2021). Hindistan’daki termik santrallerden yılda yaklaşık olarak 8 milyon ton FGD alçı atığının üretildiği bilinmektedir (Bakshi ve ark., 2021).

Uluslararası çeşitli akademik çalışmalar incelendiğinde FGD alçının; yangına dayanıklı panel (Li ve ark., 2015), kompozit malzeme (Bakshi ve ark., 2021) ve çevre dostu kalsiyum sülfü alüminat (CSA) çimentolarının (Xu ve ark., 2017) üretiminde ham madde; yapı malzemeleri üretiminde bağlayıcı malzeme (Mymrin ve ark., 2015); portland çimentosunda geciktirici katkı malzemesi (Caillahua ve Moura, 2018), çevresel açıdan daha temiz beton üretiminde (Jiang ve ark., 2018) ve çimentolu macun dolgu malzemesi (Chen ve ark., 2018) olarak kullanım potansiyelinin yüksek, alternatif bir malzeme olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra FGD alçının yapı sektöründe atık ürün olarak değerlendirilmesi, çevresel fayda getireceği (Fort ve Cerný, 2018) ve doğal kaynaklara olan ihtiyacı azaltacağına da bir göstergesidir.

3. Yapı Sektöründe Baca Gazı Arıtma Atıklarının Kullanımı

Türkiye farklı enerji kaynaklarına sahip bir ülke olmasına rağmen, elektrik enerjisinin 2/3'ünü termik santrallerden karşılamaktadır (Avcı, 2015). Türkiye'de elektrik enerjisi üretimi için özellikle kömür yakıtlı termik santrallerin kullanılmasının temel nedeni, kömürün fueloil veya doğalgaz gibi ülkemizde pahalı ya da az miktarda bulunan yakıtlara göre daha ekonomik olmasıdır (Karaca ve ark., 2009). Termik santrallerin bacalarından çıkan kükürt içerikli gazlar havaya karışarak çevre kirliliğine neden olmaktadır. Türkiye'de çevre mevzuatları kapsamında termik santrallerin neden olduğu hava kirliliğini önleyebilmek için yönetmelikler bulunmaktadır. Bunlardan 'Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği' 03.07.2009 tarihli 27277 sayılı Resmi Gazetede ve baca gazları ile ilgili emisyon sınır değerlerinin belirtildiği 'Büyük Yakma Tesisleri Yönetmeliği' ise 08.06.2010 tarihli 27605 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği 20.12.2014 tarihli 29211 sayılı Resmi Gazete ile güncellenmiştir. Söz konusu yönetmeliğin amacı; sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak; insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden korumak; hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermek ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını sağlamaktır (ÇŞB, 2014).

Türkiye'deki kömür yakıtlı termik santrallerindeki baca gazlarının zararlı etkilerini azaltabilmek amacıyla; FGD sistemi 1990'lı yıllar sonrasında kurulmaya başlanmıştır. İlk olarak 1991 yılında Çayırhan Termik Santrali'ne kurulan tesis ile kükürt giderme verimi %98'in üzerinde sağlanmıştır (Yavuzdoğan ve ark., 1997). Bu sistemler; daha sonra 1999 yılında Orhaneli Termik Santrali'ne (Tülek, 2007), 2002 yılında Kemerköy Termik Santrali'ne (Aytaç, 2020), 2004 yılında Afşin Elbistan B Termik Santrali'ne (Özdemir, 2013), 2008 yılında Yeniköy Termik Santrali'ne (Aytaç, 2020) kurulmuş ve faaliyete geçirilmiştir. FGD sisteminin yatırım ve işletme maliyetlerinin düşük olması önem arz etmektedir (Çift, 2008). 2016 yılı verilerine göre; kamu ve özel sektördeki yerli kömür yakıtlı termik santrallerin %48'lik bölümünde kükürt arıtma sistemi bulunmamaktadır. Mevcut durumda, kükürt arıtma sistemi bulunan eski santrallerde ise, sınır emisyon değerlerinin sağlanmasında büyük sorunlar ortaya çıkmakta ve bu sorunlar nedeniyle santrallerde elektrik üretim kapasitesi düşmekte ve büyük maddi kayıplar oluşmaktadır. Türkiye'de kükürt ve azot oksit arıtma sistemlerinin aksine kömür yakıtlı termik santrallerin tamamında toz tutma sistemleri bulunmaktadır (Dikmen, 2017). Baca gazı arıtma sistemi olmayan Seyitömer ve Tunçbilek Termik Santralleri

kapatılmış ve tesislerin çevresel etkilerini azaltabilmek için yapılan iyileştirme çalışmaları ile yeniden faaliyete başlamıştır (URL-2, 2021).

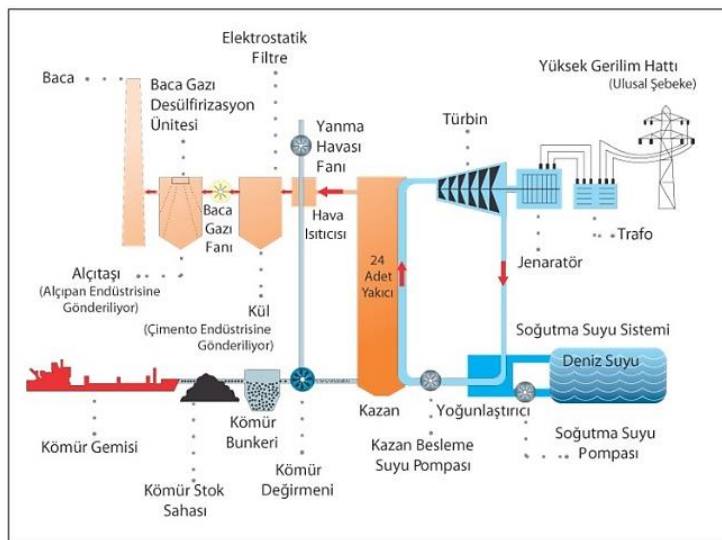
FGD atıkları olarak nitelendirilen; FGD alçı, uçucu kül, taban külleri ve kazan cürufu gibi maddelerin miktarları değişiklik göstermektedir. Ülkemizde kullanılan linyit kömürlerinin %35-40 oranında kül açığa çıkardıkları bilinmekte olup, toplam FGD atık miktarı tam olarak bilinmemektedir. TÜİK tarafından yürütülen 2018 yılı anket çalışmasına göre; kömür yakıtlı 23 termik santralden toplam 23.315.821 ton cüruf ve uçucu kül atığı oluşmuştur (ÇŞB, 2020). Türkiye'deki FGD atıklarının kullanımı ile ilgili olarak Çayırhan, Soma, Orhaneli, Seyit Ömer ve Kangal Termik Santralleri'nde üretilen atıkların deneysel olarak incelendiği çeşitli akademik çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların sonuçlarına göre FGD atıklarının; çeşitli özellikte alçı (Toroğlu vd., 1997), zemin stabilizasyon malzemesi (Özbayoğlu ve Gürel, 1997; Tülek, 2007), duvar ve döşemeler için kompozit kaplama malzemesi (Yıldız ve Yıldız, 2003), %90 oranında atık esaslı tuğla (Yazıcı, 2004; Yüksek ve Kaya, 2017), gözenekli hafif yapı malzemesi (Demir, 2005), taşıyıcı olmayan panel elemanı (Yazıcı, 2005), çimento (Kökipek, 2010) ve yalıtım sıvası (Biçer, 2020) üretiminde ham madde olarak kullanılabilirliği görülmüştür.

Bu çalışmada; Türkiye'de FGD sistemine sahip ve faaliyetine devam eden büyük ölçekli (kurulu gücü 50MW ve üzeri) kömür yakıtlı 21 termik santralden 7 tesis ile iletişime geçilmiş ve geri dönüş sağlayan 3 termik santralin çalışmaları değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında; Orhaneli Termik Santrali (Bursa), İsken Sugözü Termik Santrali (Adana) ve Zetes-Eren Termik Santrali (Zonguldak) yetkilileri ile FGD atıklarının yapı sektöründeki kullanım durumunu tespit etmeye yönelik görüşmeler yapılmıştır.

Orhaneli Termik Santrali, 210 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 26. büyük linyit yakıtlı termik santralidir (Enerji Atlası, 2019). SO₂ parametresi için; yakıt ısı gücü 100 MW ile 300 MW arasında olan tesislerde %75'lik kükürt azaltma sağlanmalıdır (ÇŞB, 2014). Santraldeki FGD sistemi, çevresel etkileri azaltabilmek için tesise sonradan eklenmiştir. FGD sisteminde alçıtaşı susuzlaştırma işleminin maliyetli olması nedeniyle kurulan sistem sadece çevreye zararlı gazların verilmesini önlemektedir (Not-1, 2019). Yazıcı (2004)'nın çalışmasına göre; Orhaneli Termik Santrali'nin tam kapasite çalışması ile yıllık 1,5 milyon ton kömür yakılmakta 360-400 bin ton uçucu kül, 90-100 bin ton taban külü ve yaklaşık 100 bin ton FGD alçı oluşmaktadır. Bursa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Bursa İli 2019 yılı Çevre Durumu Raporu'na göre; Orhaneli Termik Santrali'nde yıllık 1.899.121 kg kömür kullanılmış ve 417.959 kg uçucu kül ile 179.125 kg cüruf oluşmuştur (Bursa İli Çevre Raporu, 2020). Tesiste üretilen FGD atıklarından

uçucu küller TS EN 451 standardını sağlayamadığı için yapı sektöründe kullanılmamakta ve bu atıklar kül barajına veya sulu depolama alanlarında gönderilmektedir. Tesiste oluşan atıkların genel değerlendirmesi kapsamında; kaynak eksikliğinin olması, tesisin bulunduğu bölgedeki altyapı çalışmalarının yetersiz olması ve alıcı firmaların eksikliği gibi nedenlerden kaynaklı olarak mevcut atıklar yeniden kullanılamamakta ve atıkların bertaraf edilmesi için depolama işlemi yapılmaktadır (Not-1, 2019).

İsken Sugözü Termik Santrali, 1308 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 5. büyük ithal kömür yakıtlı termik santralidir (Enerji Atlası, 2019). SO₂ parametresi için; yakıt ısı gücü 500 MW ve üzeri olan tesislerde %94'lük kükürt azaltma sağlanmalıdır (ÇŞB, 2014). Santraldeki FGD sistemi, çevrenin korunması ve geliştirilmesi açısından kullanılmaktadır. Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Adana İli 2019 yılı Çevre Durumu Raporu'na göre; İsken Sugözü Termik Santrali'nde yıllık 2.500.000 ton kömür kullanılmış ve 256.000 ton uçucu kül ile 17.000 ton cüruf oluşmuştur. 2019 yılında santralden çıkan 188.600 ton kül ve cüruf geri kazanılarak yan ürün ve alternatif ham madde olarak lisanslı firmalar tarafından değerlendirilmiştir (Adana İli Çevre Raporu, 2020). Tesisteki uçucu küller TS EN 451 standardı kapsamında değerlendirilirken, alçıtaşı için standart mevcut değildir. Fakat her iki ürün için G Ulusal Teknik Onay Belgesi vardır. Atık alçı taşı ihraç edilmektedir. Tesiste oluşan atıkların genel değerlendirmesi kapsamında; atık ürünlerin yeniden kullanımı mevcuttur. FGD atıkları yapı sektöründe yapı malzemesi üretiminde ham madde ve katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Not-2, 2019). Şekil 4'te Sugözü Termik Santrali'nin akım şeması gösterilmektedir (URL-3 ,2019).



Şekil 4. Sugözü Termik Santrali Akım Şeması

Zetes-Eren Termik Santrali, 2790 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin en büyük ithal kömür yakıtlı termik santralidir (Enerji Atlası, 2019). SO₂ parametresi için; yakıt ısıl gücü 500 MW ve üzeri olan tesislerde %94'lük kükürt azaltma sağlanmalıdır (ÇŞB, 2014). Santraldeki FGD sistemi, teknolojik olarak gelişmiş durumdadır. Tesiste, kömür yakma veriminin çok yüksek olmasını sağlayan süper kritik ve akışkan yataklı kazanlar kullanılmaktadır. Yüksek kaliteli kömür kullanılması sonucunda ortaya çıkan kireç taşı tesis içerisinde işlemden geçirilerek kurutma sistemine dahil edilmektedir (Not-3, 2019). Zonguldak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Zonguldak İli 2019 yılı Çevre Durumu Raporu'na göre; Zetes-Eren Termik Santrali'nde yıllık 6.581.656 ton kömür kullanılmış ve 61.576 ton uçucu kül ile 29.012 ton cüruf oluşmuştur (Zonguldak İli Çevre Raporu, 2020). Tesiste üretilen atıklardan uçucu kül miktarı alçı taşına göre en az 4 kat daha fazladır. Tesiste oluşan atıkların yapı sektöründe değerlendirilebilmesi için TS standardını sağlaması ve Uygunluk Belgesi alması gerekmektedir. FGD alçının kullanımı için belli bir standart bulunmamakta olup, alçının değerlendirilebilmesi için ürünün saflığı, nemi, kristal suyu ve yoğunluğu gibi kriterler göz önüne alınmaktadır. Tesiste oluşan atıkların genel değerlendirmesi kapsamında; baca gazı atıklarının %100 oranında geri dönüşümü/ yeniden kullanımı sağlanmaktadır. Alçıtaşı ve yan ürünler anlaşmalı firma tarafından alınmaktadır. Alıcı firma, ürünlerin beton, tuğla ve dolgu malzemesi olarak kullanımını sağlamak için yurtiçi ve yurtdışında satışını gerçekleştirmektedir. FGD atıklarından özellikle uçucu küller çimento üretiminde, FGD alçı ise alçı levha üretiminde kullanılmaktadır (Not-3, 2019).

Yapılan çalışmalar sonucunda; FGD atıklarının inşaat uygulamalarında yapısal dolgu, yol temel tabakası, taşıyıcı olmayan blok eleman yapımında, alçı-alçı panel üretiminde, beton, harç ve çimento üretiminde kullanılabilir durumu mevcuttur. Termik santrallerdeki kömür yanması sonucu oluşan ürünlerin yapı malzemesi olarak değerlendirme olanakları Şekil 5'te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5. FGD Atıklarının İnşaat Sektöründe Kullanım

4. Sonuç ve Değerlendirme

Enerji ihtiyacını karşılayabilmek amacı ile kurulan kömür yakıtlı termik santrallerde fosil yakıtların yanması sonucu oluşan kül, çözünemeyen bileşikler, sülfür içerikli gazlar gibi atıklar; hava, su ve toprak kirliliğine neden olarak çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Çevresel sorunları azaltabilmek için enerji tesislerinde FGD sistemlerinin kurulması önemli bir adımdır. Bu sistemlerin kullanılması sonucunda ortaya çıkan ürünler, FGD atıkları olarak tanımlanmaktadır. Atık maddelerin yeniden kullanımı veya geri dönüşümüne yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur ve çevresel olumsuzlukları en az seviyeye indiren uygulamalar ön plana çıkmaktadır. FGD ürünlerinin yapı endüstrisinde kullanılması malzeme üretimi açısından fayda sağlamaktadır. Uçucu kül ve doğal alçı ile eş değer özellikler gösteren FGD alçı, FGD sistemindeki en fazla üretim atığı oluşturan ürünlerdir. Bu ürünlerden özellikle alçı üreticileri tarafından talep edilen FGD alçı; endüstriyel olarak alçı levha, alçı blok, zemin şapları, sıva, beton ve çimento üretiminde kullanılabilir.

FDG ürünlerinin kullanımı konusundaki uygulamalar; İngiltere, ABD, Japonya gibi ülkelerde mevcut iken, Türkiye’de ise son dönemlerde yaygınlaşmaktadır. Araştırma kapsamında; Bursa, Adana ve Zonguldak’taki kömür yakıtlı 3 termik santralin baca gazı arıtma çalışmalarına yönelik veriler Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Termik Santrallerdeki Baca Gazı Arıtma Çalışmaları

	Faaliyet Yılı	Yakıt Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Kazan Tipi	Baca Gazı Arıtma Sistemi	Teknik Olanaklar	Baca Gazı Arıtma Atıkları	Baca Gazı Arıtma (FGD) Atıklarının Durumu
Orhaneli Termik Santrali	1992	Linyit	210	Püskürtme Kömür	Mevcut (Tesise sonradan eklenmiş)	Sınırlı	Standarda Uygun Değil	Depolama alanlarına gönderiliyor.
İsken Sugözü Termik Santrali	2004	İthal Kömür	1308	Püskürtme Toz Kömürlü Kazan	Mevcut	Yeterli	Standarda Uygun	Alternatif ham madde olarak yeniden kullanılıyor.
Zetes-Eren Termik Santrali	2010	İthal Kömür	2790	-Akışkan Yataklı Kazan -Süper Kritik Kazan	Mevcut	Yeterli	Standarda Uygun	Alternatif ham madde olarak yeniden kullanılıyor.

Orhaneli, İsken Sugözü ve Zetes-Eren Termik Santrallerinin baca gazı arıtma sistemleri değerlendirildiğinde; tesislerdeki yakıt tipi ve kazan türleri değişiklik göstermektedir. Tesislerin üretim kapasitesi ile kullanılan kömürün kükürt içeriğine ek olarak kazanların teknolojik açıdan gelişmiş olması kömürün yakma verimini arttırarak oluşan atık ürünlerin özelliklerini etkilemektedir. Bu duruma bağlı olarak, Orhaneli Termik Santrali'ndeki baca gazı arıtma atıkları kullanım standartlarını sağlayamadığı için depolama alanlarına gönderilmektedir. Tesisler faaliyetleri açısından incelendiğinde; kurulum yılı eski olan termik santraller ile yeni kurulan termik santrallerin fiziki şartları, teknik ve teknolojik olanakları baca gazı arıtma sisteminin verimli çalışmasına etki eden faktörlerdir. Bu kapsamda, İsken Sugözü ve Zetes Eren Termik Santrallerindeki baca gazı arıtma sistemleri tesis ile birlikte kurulduğu için zararlı gazların çevresel etkilerini azaltmanın yanı sıra FGD atıklarının alternatif ham madde olarak yeniden kullanılabilmesini sağlamaktadır. Genel çerçevede, FGD ürünlerinin kullanım olanakları için; atıkların hangi işlem sonucu oluştuğu, içerisinde zararlı element bulunabilme ihtimali ve gerekli standartlara uygunluğu gibi kriterler göz önüne alınmalıdır. Çalışmada, yeni kurulmuş ve teknolojik açıdan gelişmiş kömür yakıtlı termik santrallerdeki FGD atıklarının kullanım durumunun ve yapı sektörü başta olmak üzere çeşitli alanlarda değerlendirilebilme olanaklarının daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Sonuç olarak; Türkiye'de FGD atıklarını yeni malzeme üretiminde ham madde olarak kullanılmasını sağlamak atık yönetimi uygulamaları açısından olumlu sonuçlar ortaya çıkartacaktır. Ülkemizde FGD atıklarına yönelik hem akademik çalışmaların hem de uygulama faaliyetlerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir. FGD atıkları; fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerine göre değerlendirilmeli ve inşaat uygulamalarındaki kullanım olanakları arttırılmalıdır. Geri kazanılabilen atık ürünlerin malzeme üretim sürecine dahil edilmesi doğal kaynakların ve enerjinin korunumu, depolama alanlarının daha az kullanımı gibi çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliği sağlayacaktır.

Yazarların Katkısı

Çalışmada; her iki yazar eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Teşekkür

Gebze Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Doktora Programında 2018-2019 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Dönemi açılan Sürdürülebilir Yapı Malzemeleri dersi kapsamında yapılan bu çalışmaya değerli katkılarından dolayı Bursa Orhaneli Termik Santrali, Adana İsken Sugözü Termik Santrali ve Zonguldak Zetes-Eren Santrali yetkililerine teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Adana İli Çevre Raporu, (2020). Adana İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. T. C. Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Türkiye. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/adana_-2019_-cdr-20201023092541.pdf, (Erişim Tarihi:10 Mayıs 2021).
- Avcı, S., (2015). *Türkiye’de Termik Santraller ve Çevresel Etkileri*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi, 13, 1-26.
- Aytaç, O., (2018). Kömüre Dayalı Termik Santraller Çevre ve Yeni Projeler. *Türkiye’nin Enerji Görünümü 2018 Oda Raporu*, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın No: MMO/691, 263-278.
- Aytaç, O., (2020). Ülkemizdeki Kömür Yakıtlı Santraller Çevre Mevzuatıyla Uyumlu Mu?. *Türkiye’nin Enerji Görünümü 2020 Oda Raporu*, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın No: MMO/717, 237-254.
- Bakshi, P., Pappu, A., Kumar, M., (2021). Flue Gas Desulphurization (Fgd) Gypsum Waste – Recycling Opportunity. *Journal of the Institution of Engineers (India): Environmental Engineering Division*, 4, 68-73.
- Baran, E., Czernik, S., Hynowski, M., Michalowski, B., Piasecki, M., Tomaszewska, J., Michalak, J., (2021). Quantifying Environmental Burdens of Plasters Based on Natural vs. Flue Gas Desulfurization (FGD) Gypsum, *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su13084298>.
- Biçer, A., (2020). Thermal Properties of Gypsum Plaster with Fly Ash, *International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design*, 2(1),120-133.
- Bursa İli Çevre Raporu, (2020). Bursa İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. T. C. Bursa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Türkiye. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bursa_2019_cevre_durum_raporu-20201217210215.pdf, (Erişim Tarihi:10 Mayıs 2021).
- Caillahua, M.C., Moura, F.J., (2018). Technical Feasibility for Use of Fgd Gypsum as an Additive Setting Time Retarder for Portland Cement. *Journal of Materials Research and Teknology*, 7(2), 190-197.
- Chen, Q., Zhang, Q., Qi, C., Fourie, A., Xiao, C., (2018). Recycling Phosphogypsum and Construction Demolition Waste for Cemented Paste Backfill and its Environmental Impact. *Journal of Cleaner Production*, 186, 418-429.
- Coppola, L., Belz, G., Dinelli, G., Collepari, M., (1996). Prefabricated Building Elements Based on FGD Gypsum and Ashes From Coal-Fired Electric Generating Plant. *Materials and Structures*, 29, 305-311.
- Çift, B.D., (2008). *Linyit Kullanılan Termik Santrallerde Baca Gazı Desülfürizasyon Proseslerinin Ekonomik ve Teknik Analizi*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ÇŞB, (2014). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. 20 Aralık 2014 tarih ve 29211 sayılı Resmî Gazete, Ankara, Türkiye.

- ÇŞB, (2015). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetimi Yönetmeliği. 2 Nisan 2015 tarih ve 29314 sayılı Resmî Gazete, Ankara, Türkiye.
- ÇŞB, (2016). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sektörel Atık Kılavuzları-Termik Santraller. “Endüstriyel Atıkların Sektörel Yönetimi Kapsamında Atık Üretim Faktörlerinin Belirlenmesi ve Sektör Kılavuzlarının Hazırlaması”, Proje Yöneticisi: Prof. Dr. Ülkü Yetiş, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü. https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editedosya/Termik_Santraller_Kilavuzu.pdf (Erişim Tarihi: 19 Mayıs 2021).
- ÇŞB, (2020). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 6. Türkiye Çevre Durum Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tc-dr_2020-rapor-v18-web-20210217135643.pdf, (Erişim Tarihi: 4 Mart 2021).
- Enerji Atlası, (2019). Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller. <https://www.enerjiatlası.com/komur/>, (Erişim Tarihi: 9 Mart 2019).
- EÜAŞ, (2020). 2019 Yılı Elektrik Üretim ve Ticaret Sektörü Raporu. Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Stratejik Planlama Müdürlüğü, Türkiye.
- Demir, İ., (2005). Uçucu Külün Hafif Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanılması. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2005 (1), 21-24.
- Dikmen, Ç., (2017). Türkiye’de termik santraller 2017. TMMOB Makine Mühendisleri Odası (Ed.), Kömür yakıtlı termik santrallerin çevreye olumsuz etkileri ve bu etkilerin bertarafı. (s.263-276), Ankamat Matbaacılık San. Limited Şirketi, Ankara.
- Dunster, A.M., (2007). *Flue Gas Desulphurisation (Fgd) Gypsum in Plasterboard Manufacture. Characterisation of Mineral Wastes, Resources and Processing Technologies – Integrated Waste Management for the Production of Construction Material*, WRT 177 / WR0115. <https://pdf4pro.com/amp/view/plasterboard-fgd-gypsum-smartwaste-99d07.html>, (Erişim Tarihi: 3 Aralık 2018).
- Fort, J., Cerný, R., (2018). Carbon Footprint Analysis of Calcined Gypsum Production in the Czech Republic. *Journal of Cleaner Production*, 177, 795-802.
- Jiang, L., Li, C., Wang, C., Xu, N., Chu, H., (2018). Utilization of Flue Gas Desulfurization Gypsum as an Activation Agent for High-Volume Slag Concrete. *Journal of Cleaner Production*, 205, 589-598.
- Karaca, A., Türkmen, C., Arcaç, S., Haktanır, K., Topçuoğlu, B., Yıldız, H., (2009). Çayırhan Termik Santrali Emisyonlarının Yöre Topraklarının Bazı Ağır Metal ve Kükürt Kapsamlarına Etkilerinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(1), 25-41.
- Koralegedara, N. H., Pinto, P. X., Dionysiou, D. D., Al-Abed, S. R., (2019). Recent Advances in Flue Gas Desulfurization Gypsum Processes and Applications – A Review, *Journal of Environmental Management*. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109572
- Kökipek, B., (2010). *Suni Alçının Çimento Üretiminde Kullanılabilirliği*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Li, J., Zhuang, X., Leiva, C., Cornejo, A., Font, O., Querol, X., Moeno, N., Arenas, C., Fernandez-Pereira, C., (2015). Potential Utilization of FGD Gypsum and Fly Ash From a Chinese Power Plant for Manufacturing Fire-Resistant Panels. *Construction and Building Material*, 95, 910-921.
- Mymrin, V.A., Alekseev, K.P., Nagalli, A., Catai, R.E., Romano, C.A., (2015). Hazardous Phosphor-Gypsum Chemical Waste as a Principal Component in Environmentally Friendly Construction Materials. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3, 2611-2618.
- Not-1, (2019). Bursa- Orhaneli Termik Santrali Görüşme Notları. (19 Mart 2019).
- Not-2, (2019). Adana- İsken Sugözü Termik Santrali Görüşme Notları. (30 Nisan 2019).
- Not-3, (2019). Zonguldak- Zetes Eren Termik Santrali Görüşme Notları. (19 Mart 2019).
- Özbayoğlu, F., Gürel, A., (1997). Çayırhan Termik Santrali Desülfojipslerinin Stabilizasyon Malzemesi Olarak Kullanılması. Alçider (Ed.), *II. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri*. İstanbul, Türkiye. <http://www.alcider.org.tr/docs/kongre2.pdf>, (Erişim Tarihi: 2 Ocak 2019).

- Özdemir, Y., (2013). *Afşin- Elbistan Termik Santrallerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkileri: Mesafe Tabanlı Alçı Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Tamzok, N., (2017). Türkiye’de termik santraller 2017. TMMOB Makine Mühendisleri Odası (Ed.), Yerli kömüre dayalı termik santral potansiyeli, darboğazlar ve çözüm önerileri. (s.135-145). Ankamat Matbaacılık San. Limited Şirketi, Ankara.
- TETAŞ, (2018). 2017 Yılı Sektör Raporu, Türkiye Elektrik ve Ticaret A.Ş. Genel Müdürlüğü. Ankara, Türkiye.
- Toroğlu, İ., Yavuzdoğan, A., Döngel, B., (1997). Sentetik (Kimyasal) Jipslerin Endüstride Kullanımı. *II. Endüstriyel Ham Maddeler Sempozyumu* (s. 171-176). İzmir, Türkiye.
- TÜBİTAK, (2013). *Termik Santral Baca Gazı Arıtma Teknolojilerinde Yerli Tasarım ve İmalat Kapiliyetinin Geliştirilmesi (MİLKAS) [2013/205]*. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu 26. Toplantısı Yeni Kararlar. Ankara, Türkiye. https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/btyk_26_yeni_kararlar.pdf, (Erişim Tarihi: 3 Ocak 2019).
- Tülek, M., (2007). *Kimyasal Atık Alçıların Zemin Stabilizasyonunda Kullanılabilirliğinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- URL-1, (2021). European Coal Combustion Products Association e.V. <http://www.ecoba.com/ecobaccpprod.html> (Erişim Tarihi: 3 Eylül 2021).
- URL-2, (2021). <https://www.haberler.com/seyitomer-ve-tuncbilek-termik-santralleri-uretime-13130806-haberi/>, (Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2021).
- URL-3, (2019). İskan Termik Santrali. <http://www.isken.com.tr/akim-semasi.aspx>, (Erişim Tarihi: 30 Nisan 2019).
- Wright, L., Khatib, J.M., (2016). Sustainability of construction materials. J.M. Khatib (Ed.), Sustainability of desulphurised (FGD) waste in construction. (s.683-715), Woodhead Publishing, UK.
- Xu, L., Wu, K., Li, N., Zhou, X., Wang, P., (2017). Utilization of Flue Gas Desulfurization Gypsum for Producing Calcium Sulfoaluminate Cement, *Journal of Cleaner Production*, 161, 803-811.
- Yavuzdoğan, A., Toroğlu, İ., Döngel, B., (1997). Desülfojipsüm Çamurunun Alçı Üretiminde Kullanımı. Alçider, (Ed.), *II. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri*. İstanbul, Türkiye. <http://www.alcider.org.tr/docs/kongre2.pdf>, (Erişim Tarihi: 2 Ocak 2019).
- Yazıcı, H., (2004). *Termik Santral Atığı Yapay Alçı-Uçucu Kül-Taban Külü Esaslı Yapı Malzemesi Geliştirilmesi*. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yazıcı, H., (2005). Yapay Alçı-Uçucu Kül Esaslı Bağlayıcıların Mekanik Özellikleri. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 65-72.
- Yıldız, T., Yıldız, C., (2003). Soma Termik Santrali Uçucu Kül ve Polipropilen Atıklarının Yeni Bir Malzeme Üretiminde Değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(2), 163-169.
- Yüksek, S., Kaya, S., (2017). Kömür Baca Külü, Kireç ve Jips Ürünlerinden Yapı Malzemesi Yapımı. *APJES Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(3), 58-70.
- Zonguldak İli Çevre Raporu, (2020). Zonguldak İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. T. C. Zonguldak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Türkiye. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2019_zonguldak_cdr-20200914150210.pdf, (Erişim Tarihi:10 Mayıs 2021).




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

ISSN: 2667-8764 , 3(2), 405-424, 2021

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

Derleme Makalesi / Review Article

Doi: [10.47898/ijeased.944635](https://doi.org/10.47898/ijeased.944635)**Doğa ve Teknoloji Kesişiminde Neri Oxman'ın Tasarım Yaklaşımı**Cengiz TAVŞAN^{1a}, Ayşegül ÇELENK^{2*}, Filiz TAVŞAN^{1b}¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Trabzon, 61000, Türkiye.² Gümüşhane Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Gümüşhane, 29000, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : aysegulcelenk@gumushane.edu.tr  https://orcid.org/0000-0001-8903-751X , A. Çelenk  https://orcid.org/0000-0001-5796-6859 , C. Tavşan  https://orcid.org/0000-0001-0674-2844 , F. Tavşan	Geliş Tarihi / Received Date : 29.05.2021 Revizyon Tarihi / Revision Date : 21.06.2021 Kabul Tarihi / Accepted Date : 16.10.2021 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2021
Alıntı / Cite : Tavşan, C., Çelenk, A., Tavşan, F. (2021). Doğa Ve Teknoloji Kesişiminde Neri Oxman'ın Tasarım Yaklaşımı, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 3(2), 405-424.	

Özet

Yaşamın ortaya çıkmasıyla beraber insanoğlunun mimarlık ile doğrudan bir ilişkisi olmuştur. İkel zamanlarda mimarlık ile insan arasındaki bağ, doğa ile sağlanırken; günümüzde teknolojinin gelişmesiyle farklı parametrelerin kesişmesi sonucunda kurulan değişken bir ilişkiye evrimleşmiştir. Bu bağlamda değişken mimarlık rolünü kurgulayan tasarımcı ve mimarlar yeniliklere yol açarak tasarım yaklaşımlarına farklı fikir ve perspektifler katmaktadır. Günümüzde bu farklılaşma özellikle yeni, karmaşık, çoklu düşünce arayışı ile gerçekleştirilirken, mimari ürünlere yansıma şekli ise malzeme, teknik, üretim ve form gibi tüm süreci kapsayacak bir yenileşmeyi işaret eder. Yenileşmenin iki temel yapıtaşı ise doğa ve teknoloji olduğu görülmektedir. İnsanoğlu doğadan hep ilham almıştır ancak günümüz yeni tasarım yaklaşımlarında doğa sadece formsal bir öykünme olarak değil aynı zamanda teknolojinin getirdiği olanaklarla doğayı anlama, öğrenme, iyileştirme ve geliştirmeye yönelik verilere ulaşıp kullanılmasına yöneliktir. Günümüz tasarım yaklaşımlarında, teknoloji ve doğa kesişimi önemli bir konudur. Farklı ölçeklerde, multidisipliner bir ortamda geleceğe yönelik çalışmalara kaynak olma düşüncesiyle araştırma yapan tasarımcı/mimarlardan biri de Neri Oxman'dır. Bu makalede, Neri Oxman'ın araştırma grubu ile ürettiği tasarımları doğa ve teknoloji kesişiminde inceleyerek tasarım yaklaşımını (Biyohesaplama) form, biyoloji, teknoloji üzerinden tartışmak amaçlanmıştır. Nitel araştırma yöntemi olan doküman analizi ile Neri Oxman'ın tasarım araştırma ürünleri ile 2007 yılı sonrası biyoloji ve teknoloji kesişimiyle ürettiği mimari ürünler ele alınmıştır. Biyolojik veriler ile dijital araçlar vasıtasıyla ürettiği çalışmaların malzeme, teknik, üretim ve form süreçlerinin birlikte ilerlediği görülmektedir. Bu bağlamda Neri Oxman'ın tasarım düşüncesi ve üretimleri tasarım ve mimarlık alanlarında geleceğe yönelik yenilikçi bir bakış kazandırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Teknoloji, Biyohesaplama, Gelecek, Neri Oxman, Tasarım.

Neri Oxman's Design Approach at The Intersection of Nature and Technology

Abstract

With the emergence of life, human beings have had a direct relationship with architecture. While the bond between architecture and human beings in primitive times was provided with nature; Today, with the development of technology, a variable established as a result of the intersection of different parameters has evolved into a relationship. In this context, designers and architects who set up the variable architectural role, lead to innovations and add different ideas and perspectives to their design approaches. Nowadays, this differentiation is realized with the search for new, complex and multiple ideas, while the way of reflection on architectural products indicates an innovation that encompasses the whole process such as material, technique, production and form. It is seen that the two basic building blocks of innovation are nature and technology. Mankind has always been inspired by nature, but in today's new design approaches, nature is not only a formal emulation, but also is aimed at reaching and using data for understanding, learning, improving and developing nature with the possibilities brought by technology. In today's design approaches, the intersection of technology and nature is an important issue. Neri Oxman is one of the designers / architects who make research with the idea of being a source for future studies in a multidisciplinary environment at different scales. In this article, it is aimed to discuss the design approach (Bio Computing) through form, biology and technology by examining the designs produced by Neri Oxman's research group at the intersection of nature and technology. With the document analysis, which is a qualitative research method, Neri Oxman's design research products and the architectural products produced by the intersection of biology and technology produced after 2007 were discussed. It is seen that the material, technique, production and form processes of the works produced by biological data and digital tools progress together. In this context, Neri Oxman's design thinking and productions provide an innovative perspective for the future in the fields of design and architecture.

Keywords: *Technology, Biocomputing, Future, Neri Oxman, Design.*

1. Giriş

“21. yüzyılın şehirleri bütünüyle farklı olacaklar. Aslında var bile olmayacaklar. Bu akıl almaz yenilik iletişim alanındaki ilerlemelerle, özellikle transistör ve uydular gerçekleşecek... İnanıyorum ki, organik ve biyolojik evrim sonuna yaklaştı ve artık inorganik ve mekanik evrimin başındayız.” Arthur C. Clarke (1964).

Clarke'nin geleceğe yönelik bu söylemi günümüz teknolojinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır. Zamanın evrimleşmesi ve bunu teknoloji gibi yenilikçi bir güçle yapması doğa gibi diğer bir gücü etkilemektedir. Doğanın yaratma özelliği ve kendi içinde barındırdığı sistem insan yaşamı boyunca ilham kaynağı olmuştur. Doğanın etkin olma hali zaman ilerledikçe değişmiş ve gücünü yitirmiştir. Ancak teknolojinin gelişmesi doğanın ilke ve kaynaklarını anlama ve öğrenmeye yönelik bir araç olarak kullanılmaktadır. Teknoloji ve doğanın bu kesişimi özellikle tasarım alanında 21. Yüzyıl içerisinde farklı bir boyut kazandırmıştır. Eski zamanlarda doğa estetik normlara kaynak olurken günümüz ve geleceğe yönelik çalışmalarda doğa sistemini araştırarak, doğayı iyileştirme ve öğrenmeye yönelik yeni yaklaşımlara destek olmaktadır. Özellikle insan yaşamı boyunca doğanın tahribi ve bu tahribin sonucu olarak ortaya çıkan felaket, kirlilik gibi durumlar bu çalışmaların önemini arttırmaktadır.

Günümüz yenilikçi tasarım yaklaşımları ile çalışmalar yapan Neri Oxman, teknoloji ve biyoloji kesişiminde farklı ölçeklerde ürettiği tasarımları ile multidisipliner bir yöntem geliştiren tasarımcı ve mimardır. Yapmış olduğu çalışmalarda tasarım ve mimarlık alanı haricinde birçok disipline ilham olması ve geleceğe yönelik araştırmaları konu edinmesi yeni bir başlangıca vesile olmuştur. ‘Yaşayan konuyu tasarlamak’, ‘biyolojik yapı’ ve ‘biyolojik simya’ gibi doğa temelli düşünce alt yapısı teknoloji ve bilimi de dahil etmesiyle ‘biyohesaplama’ yaklaşımını ortaya koymaktadır. Özellikle bu anlayış farklı ölçeklerde ve alanlarda çalışma olanağı tanırken, aynı zaman da ortaya koyduğu ‘doğayı koruma, iyileştirme’ ilkesinin de önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada ise, geleceğe yönelik yapılan tasarım araştırmalarının önemini vurgulamak, Oxman’ın ortaya koyduğu yeni tasarım anlayışını tanımlamak ve örnekler üzerinden doğa, teknoloji ve form üzerinden incelemek amaçlanmıştır. Çalışmada, geleceğe dair yeni tasarım yaklaşımları üzerine çalışan Neri Oxman ve Oxman’ın tasarım sürecinin form, malzeme ve teknik gelişmeleri incelenmiş ve farklı yöntemlerle ürettiği ürünlerin doğa ve teknoloji etkileşimindeki yeri örnekler üzerinden irdelemek hedeflenmiştir. Örnekler biyoloji, teknoloji ve form başlıkları altında incelenmiş ve araştırma ve tasarım örnekleri karşılaştırılmıştır. Bu sayede araştırma ve tasarım alanlarının ilişkisi incelenerek biyohesaplama tasarım anlayışının form üzerindeki etkisi esinlenen organizmanın malzeme ve formu nasıl etkilediği ve birbirleri arasındaki ilişki üzerinden değerlendirilmiştir.

1.1. Yüzyıl Mimarlığı ve Doğa İlişkisi

“Doğa, birbirleri ile etkileşim içerisinde olan örgütlerin bütünüdür” diyen Whitehead, doğanın sürekli bir dönüşüm ve gelişim içerisinde olduğunu ifade etmektedir ve bu durumu süreç olarak tanımlamaktadır (Whitehead, 2017). Tarih boyunca da doğa, hep etkileşim ve gelişim içerisinde olmuştur. İnsanlar önce ihtiyaçlarını karşılamak için doğayı malzeme elde etmek için kullanırken daha sonraları ise ilham kaynağı olarak gözlemlemişlerdir. Zamanla gelişen yaşam şartlarına bağlı olarak da doğa sadece ilham kaynağı olarak değil, malzeme, teknik ve form arayışları için de ilgi duyulan alanlardan biridir.

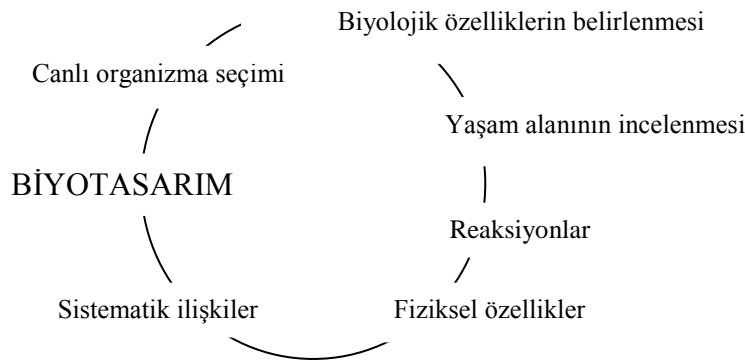
Doğaya ilgi duyan alanlardan biri olan mimarlık geçmişten günümüze doğayı incelemiş ve kullanmıştır. Marx’a göre “Örümcek, dokumacınıninkini andıran bir iş yapar. Arı ise peteğini yaparken birçok mimara parmak ısırtır” ifadesi ile doğanın barındırdığı kaynağın ne kadar etkileyici olduğunu vurgulamaktadır (Marx, 2015). Doğanın sunduğu imkanlar sayesinde birçok çalışma alanı

ortaya çıkmıştır. Bu imkanlardan tasarımcı ve mimarlar da faydalanarak tasarımlar geliştirmiştir. Tasarımlar; doğadan öykünme, esinlenme, taklit etme ve benzetme gibi yaklaşımlarla doğayı ele alınmış ve uygulanış biçimine göre değişmektedir (Çelenk, 2020).

Zamanla teknolojinin etkisinin artması mimari alanı da etkileyerek yeni arayışlara yönlendirmiştir. Bu yeni arayışlar doğa temelli düşünce çerçevesi içerisinde dijital çağın entegrasyonu ile yenilikçi yaklaşımlar olarak ele alınmaktadır. Yenilikçi yaklaşımların yeni bir şey üretme haricinde geleceğe yönelik gelişmeler için de önem arz etmektedir. Dünyada yaşanan salgın, kirlilik, tahribat gibi olumsuzluklar sonucunda doğa dengesinin bozulması ve kaynak tüketimi gün geçtikçe doğanın önemini arttırmaktadır. Berkebile ve McLennan'ın (2004) geleceğe yönelik söylemlerinde; özellikle 19. yüzyılda popüler olan makineleşmeyi eleştirerek geleceğin çevremizdeki doğanın sunduğu güzelliklerle oluşacağını ve ilham kaynağı olarak geleceği şekillendireceğini ifade etmektedir. Bu sayede makineleşmenin popülerliğinin azaldığı belirterek doğanın gelecekteki önemini vurgulamaktadır.

Doğa ile ilgili çalışmalarda birçok kavram ortaya çıkmıştır. Özellikle doğayı yapısal oluşumu ile taklit etme 1990'lı yıllarla beraber tasarımcı ve mimarlar tarafından sıklıkla kullanılmıştır. Bu kavram; “doğadaki yapılaşmalardan ve oluşumlardan öğrenilmiş/ esinlenilmiş/ modellenmiş/ uyarlanmış ya da uygulanmış” tasarımlar “biyomimesis” kavramıyla tanımlanmış ve doğa temelli diğer çalışmalara da ilham olmuştur (Benyus, 1997; Selçuk, Sorguç, 2007). Tarihsel süreç içerisinde doğadan esinlenme ile daha çok form arayışına cevap aranmıştır. Doğadaki formları taklit ederek mimari forma dönüştürülmesi sınırlı bir yaklaşım sağlarken endüstri dönemi ve sonrasında teknolojinin gelişmesi mimarlık alanında da yeni bir boyut kazandırmıştır. Doğanın mimaride yer ediniminin farklı kesitlerde ortaya çıkması “biyonik” kavramı ve yaklaşımını doğurmuştur. Kavram olarak “biyonik (bionic)”; bios (doğa ve yaşam) ile technic (teknik) kelimelerinin kesişimi ile oluşmuştur (Sugar, Leczovics and Horkai, 2017). Doğadaki organizmaların mekanizma ve işlevlerini araştırarak doğal formların farklı ölçeklerde mimariye dönüştürülmesi üzerine bir yaklaşım olan biyonik mimarlık (bionic architecture), disiplinler arası bir alandır. Doğayı gözlemleyerek doğal teknik ve malzeme kullanarak oluşturulan antik sütun, vernaküler mimari ve Calatrava'nın doğadan esinlenerek oluşturmuş olduğu strüktürel kurgular bu kavramın çerçevesi içerisinde (Vorobyeva, 2018). Formun analoji yöntemi kullanılarak oluşturulması ancak doğal organizmalara ait tekniğin geliştirilmesi bu kavram için önemli bir noktadır. Tekniğin geleneksel yöntemden evrimleşmesi ise teknoloji sayesinde gerçekleşmiştir. Teknoloji ile beraber sadece doğadan formun bir taklit edinimi değil aynı zamanda sağlamlık gibi teknik çözümler gerektiren bir

arayışa da yönlendirmiştir. Günümüzde ise doğayı ele alış biçimi daha farklı bir noktaya gelmiştir. Teknolojinin farklı alanlar için çalışma konuları oluşturması ve disiplinler ilişkisinin de gelişmesiyle doğayı taklit etme değil, doğayı öğrenip anlamaya doğru bir değişim geçirdiği görülür. Doğada var olan bitki ya da hayvan gibi bir gruplaşma haricinde daha çok canlı organizmalar olarak ele alınan doğada, canlı davranışlarını, fizyolojik, biyolojik gibi özelliklerini de incelemektedir. Doğanın ilkelerini öğrenmek ve ona bağlı olarak doğayı iyileştirerek kullanım önem kazanmıştır. Bu durum tasarım alanlarını da teknoloji yardımıyla geliştirmiş ve yenilikçi yaklaşımlar için kaynak olmuştur. 21. Yüzyıl yeniliklerine biyolojik süreçleri tasarıma entegre ederek gelişen bir anlayış ortaya konmuştur. William Myers, “Bio Design: Nature, Science, Creativity” kitabında, biyomimikri kavramının “biyotasarım” olarak tekrar ele almıştır. Doğayı sadece taklit ederek değil aynı zamanda öğrenerek geliştirmenin daha faydalı olacağını savunmuştur. Biyotasarım; alg, bakteri, hayvan ve bitki canlı ve cansız organizmaları materyal olarak ele almaktadır. Böylece sadece bir tasarım ürünü ortaya koymak yerine doğaya faydalı yapı malzemeleri, enerji kaynağı, kirliliğe karşı çözüm üretebilen bir sistem oluşturarak multidisipliner bir çalışma oluşturmaktadır. Biyotasarım yönteminde, biyolojik özelliklerin (yaşam ortamı, reaksiyon şekli, sistematik ilişkiler, fiziksel özellikleri) tanımlanması (Khanzadeh, 2019) dijital tasarım (üç boyutlu analiz ve çizim programları) ve üretim (3d printer, robotik kollar) araçları sayesinde gerçekleştirilmektedir. Canlı organizmaların hücresel anlamda incelenmesi, davranışlarının takibi ve yer aldığı çevresel koşulların organizma üzerindeki etkisi ve tepkisi dikkate alınarak günümüz tasarım, teknoloji ve doğa ilişkisini ortaya koymaktadır.



Şekil 1. Biyotasarım Aşamaları (Khanzadeh, 2019)

Doğayı ve teknolojiyi ele alarak tasarımlar yapan biri olan Neri Oxman; doğal dünyanın sınırlamalarını “yeni başlangıçlar olarak kabul edilen sınırlar” olarak düşünür ve “kırmızı meşe ağacının ulaşabileceği yalnızca belirli bir yükseklik vardır çünkü sıvıları pompalayabileceğiniz

yüksekliğin bir sınırı vardır, ancak baktığımız teknolojiler doğayı artırabilir. Bence makine ve organizma nihayetinde entegre olabilir ve onları zıt olarak görmeyen bir dünya oluşturabilir” ifadeleri ile bu durumu açıklar (URL 1). Burada Oxman; doğadan ilham alarak tasarlanan tasarım ilkelerini kullanarak ve yeni tasarım teknolojileriyle, doğal ve biyolojik çevre arasında köprü kurmayı amaçlamıştır.

Doğadaki sistemlerin belirli bir amacı vardır ve çeşitli işlevler gerçekleştirir. Doğada yer alan biyolojik sistemler, mekansal organizasyon, malzeme, yapısalılık gibi birçok tasarıma model olmaktadır (Duro-Royoa, ve ark, 2015). Bu modeller, mühendislik, kimyasal, fiziksel, genetik veya geometrik olan tasarım şemasının sentetik sistemlere çevirisi ile hem biyolojik modellerin karmaşıklıklarını yakalayan hem de çok ölçekli tasarım ilkelerini buna uyarlayan karmaşık oluşumlardır. Bu karmaşık oluşumların tasarıma aktarımdaki en önemli araç ise teknolojinin getirdiği dijital sistemlerdir. Bu nedenle geleneksel tasarım yaklaşımlarındaki sınırlı form, malzeme ve teknik çözümlerinin yerini teknoloji ve doğa temelli kompleks ve yeni yaklaşımlar almıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Neri Oxman’ın biyoloji ve teknoloji kesişimi olarak ele aldığı tasarım yaklaşımını (Biyohesaplama) nitel araştırma yöntemi olan doküman analiz yöntemi kullanılarak incelemek ve farklı ölçeklerdeki örnekleri biyoloji, teknoloji ve form üzerinden irdelemek amaçlanmıştır. Örneklem grubu, tasarımcının web sitesinde yayımlanmış olduğu ‘projects’ kısmında yer alan örneklerden seçilmiştir. Bu örneklemin seçilme nedeni; tasarımcı grubun esinlendikleri organizmadan biyo-dijital bir üretim yaparak yeni malzeme ve form ilişkisinde farklı tasarım süreçlerini yeniden ele almış olmasıdır. Araştırma kapsamını çizmek amacıyla 21. Yüzyıl mimarlığı ve doğa ilişkisi ve teknolojinin bu ilişki üzerindeki etkisi konu olarak ele alınmıştır.

3. Teknoloji ve Biyoloji Kesişiminde Neri Oxman

Steve Jobs; 21. yüzyılın en büyük yeniliklerinin biyoloji ve teknoloji biliminin kesişiminde olacağını ifade etmektedir (Myers, W., 2012:224). 21. yüzyıl teknolojisinin; geleceğe yönelik çalışmalar için önemli bir araç olduğu bilinmektedir. teknolojiye yönelik yapılan araştırmalarda yeni bir dijital yaklaşımın getirdiği olanakları birçok gelişmeye imkan tanıyacağı ve bu imkan doğrultusunda araştırma alanlarının da genişlediği görülmektedir. Mimarlık alanı; günümüz

çalışmalarında teknolojinin getirdiği olanakları kullanarak diğer disiplinler ile etkileşim halindedir. Bu etkileşim sonucunda mimari ile diğer disiplinlerin dijital araçlar vasıtasıyla kesişimi farklı fikirlerin doğuşuna yol açarak geleceğe yönelik yeni bir dünyanın kapılarını bizlere açacağı inanılmaktadır (Çelenk, 2020). Bilgisayar teknolojilerinin tasarımcıya sunduğu olanaklar ve sayısal ortamın form üretmede verdiği özgürlük, bir diğer deyişle siber malzemenin tasarımı şekillendirmesi, tasarımın fiziksel malzemeye aktarımında farklı paradigmaları da ortaya çıkarak kompleks bir süreç tanımlamaktadır (Sorguç ve Memişçioğlu, 2020). Dijital teknolojiler üzerine çalışan Kolerevich, bu teknolojilerin özellikle son dönemlerde mimari pratiğini değiştirdiğini ve böylece farklı bir yaklaşımın oluştuğunu belirtmektedir (Yiğit, H., 2011). Böylece mimari farklı bir boyut kazanarak yeni arayışlar içerisinde gelişmeye devam etmektedir.

Teknolojinin getirdiği birçok yenilikler bakış açısını genişletmektedir ve böylece farklı disiplinler için çalışma kesiti oluşturmaktadır. Bunlardan biri de doğa üzerine yapılan araştırma alanlarıdır. Doğa ve doğal yapılar, organik ve inorganik birimler üzerinden karmaşık bir sisteme sahiptir. Bu canlı sistemler her zaman tasarımcılara ilham olmuştur. Doğa ve teknoloji üzerine çalışan tasarımcı ve mimarlardan biri de Neri Oxman'dır.

Oxman, doğayı tüketmekten onu güçlendirme, yapılı çevreyi tasarlama ve inşa etme türüne köklü bir değişim çağrısında bulunarak yenilikçi bir yaklaşım önermektedir. Önerdiği yaklaşım multidisipliner bir kesişimi olan ve daha önce imkânsız gözükten tasarım yöntemleri üretmektedir. Bu durumu oluştururken ise doğadan ilham alarak oluşturmaktadır. Akademik çalışmalarını yürüttüğü Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nün Medya Laboratuvarı'nda da ilham aldığını doğayı hesaplamalı tasarım, mimari, deniz bilimi, mühendislik, fizik ve biyoloji gibi farklı disiplinleri bir araya getirerek yenilikçi bir tasarım pratiği ortaya koyarak gerçekleştirmektedir. Bu çalışma pratiğinde farklı ölçeklerde çalışarak dijital form bulma yöntemleri ile doğadan elde edilen verileri dijital üretim ve tasarlama araçları vasıtasıyla geliştirmektedir.

Oxman; "Dijital teknolojiler yalnızca resmi hedeflerimize hizmet edemez ve hizmet etmemelidir" diyor. Periyodik tabloyu genoma bağlamak için artık malzemelerin kimyasal ve fiziksel özelliklerini hesaplayabiliriz. Moleküler biyologlar artık DNA kodunun parçalarını örneğin tasarımcılarla paylaşabilirler. Yalnızca metaforik değil aynı zamanda açık bir ortak dil yaratır. Bu yeteneğe daha önce hiç sahip olmadık. " ifadeleriyle de yeni bir süreci tanımladıklarını vurgulamaktadır (URL 1).

Bu bağlamda ekibi ile gerçekleştirdiği 'materyal ekolojisi' yaklaşımı ise inşa edilmiş, büyümüş ve güçlendirilmiş arasındaki ilişkileri araştıran, bilgilendiren ve ifade eden bir tasarım

felsefesi, araştırma alanı ve bilimsel yaklaşımdır (URL 2). Daha önce imkânsız görünen tasarım yaklaşımlarını araştıran, malzeme, ekoloji ilişkisinin tasarım ve mimarlıktaki etkisi üzerine yaptığı modeller ile de bu yaklaşımı geliştiren bir süreç ortaya koymuştur. Geleceğe yönelik olan çalışmalara imkân veren yaklaşımlar üzerine çalışan Oxman, uzay çalışmalarından iklim değişikliği gibi alanlarda doğayı kullanarak, geliştirerek ve ilham alarak çalışma perspektifini geliştirmektedir.

Oxman ve ekibi tarafından geliştirilen yenilikler, mikroorganizmaların "fabrikaları" ve temel biyolojik özelliklerinde stratejik olarak artırılmış malzemeleri taklit edecek şekilde tasarlanabileceği yeni bir "biyolojik simya" çağını mümkün kıldığı görülmektedir. Bu teknolojiler, neredeyse her biyokütlenin giyilebilir giysilerin üretiminden bina yapımına kadar çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere biyomalzemelere dönüştürülebildiği tasarım ve üretim için radikal bir yeni yaklaşım sunarak yenilikçi yaklaşımlara örnek olmaktadır.

Bu bağlamda doğanın sadece malzeme sağlamadığı aynı zamanda o malzemenin nerede ve nasıl kullanılacağı hakkında da bilgi verdiği görülmektedir (Kallegias ve Erdine, 2015:513).

4. Neri Oxman ve Tasarım Yaklaşımı

Mimari tasarım tarihinin uzun yörüngesinde, eserlerin tasarımı ve üretimi şekil ve madde arasında artan bir ayrımla karakterize edilmiştir. Materyal ve formun, bir yapım geleneğine organik olarak iç içe geçtiği zanaatın aksine, modern tasarım ve üretim, tarihsel olarak bu entegrasyondan uzaklaştığında, ya da yokluğunda, form yapımının kaynaklarından bağımsız bir süreç olarak bölümlendirilmesine doğru gelişmiştir (Sennett, 2013).

“İnanıyorum ki, yakın gelecekte binalarımızı ve evlerimizi üç boyutlu olarak basacağız.” Neri Oxman, 2020 (URL-14).

Neri Oxman’ın tasarımlarından Monocoque, Raycounting, Cartesian Wax, Vespers I, Vespers II, Vespers III malzeme, form ve teknik üzerine yapılan araştırma ürünleri ve Aguahoja, Silk Pavilion I, Silk Pavilion II, Living Mushtari ve Gemini isimli çalışmaları ele alınmıştır.

Monocoque; yüzeyi heterojen malzeme ve form dağılımıyla oluşan bir tasarımdır. Tasarım, bir yumurta kabuğuna benzer şekilde nesnenin dış cildi olarak desteklenmektedir. Dijital tasarım süreciyle, kaplama unsurlarını gerilime ve basınca dayanıklı olarak geliştirilmiştir. Bu süreçte kullanılan yenilikçi 3B baskı teknolojisi, tasarımcıların birden çok malzemedan yapılmış parçaları ve montajları tek bir yapı oluşmasına imkân doğurur. Her bir boşluk, formu oluşturan bir doku meydana getirmiştir.



Şekil 2. Monocoque Yüzeyi ve Formu (URL-3)

Raycounting; yüzeylerin eğimli oluşu ve farklı ışık-gölge etkisiyle tasarım oluşmaktadır. 3D model yazılımlarının analizi ile geometri oluşturulmuş, daha sonra da derinlik kazandırmak amacıyla da farklı perspektifler tasarımı biçimlendirmiştir. Böylece ışığın yönünü ve yoğunluğunu gölgelendirmeler ile kaydederek şeffaf bir yüzey geliştirilmiştir.



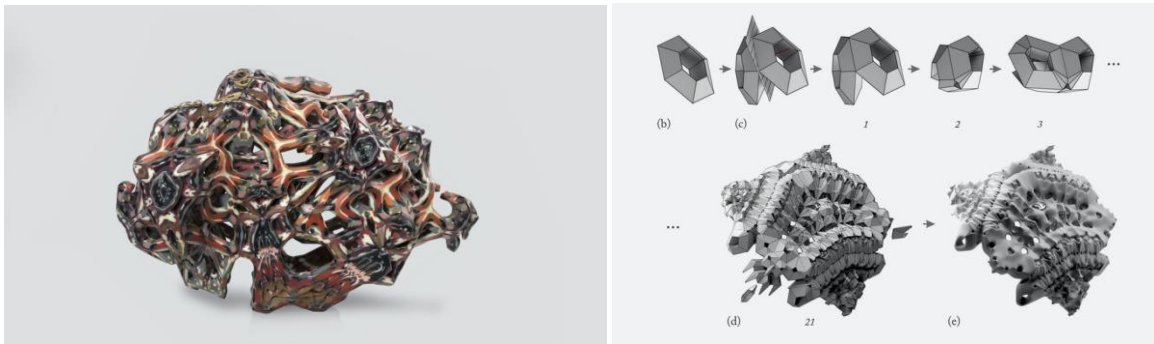
Şekil 3. Raycounting Kıvrımlı Formu (URL-4)

Cartesian Wax; çok işlevli ve çok malzemeli yapısal bir yüzeydir. Descartes'in Kartezyen Balmumu tezinden esinlenerek geliştirilmiştir. Descartes'a göre, balmumunun özü, balmumunun fiziksel biçimindeki çeşitli değişikliklerden sağ kurtulan bir üründür. İşlevine göre kalınlığı değişerek fonksiyon kazandırır. Tek bir ayarlanabilir kalıptan dökümle beraber yüksek sıcaklıkta dövülerek sertleştirilmiş bir süreç geliştirilmiştir. Farklı varyasyonlar denenerek ölçek değişikliğindeki fiziksel özellikleri incelenmiştir.



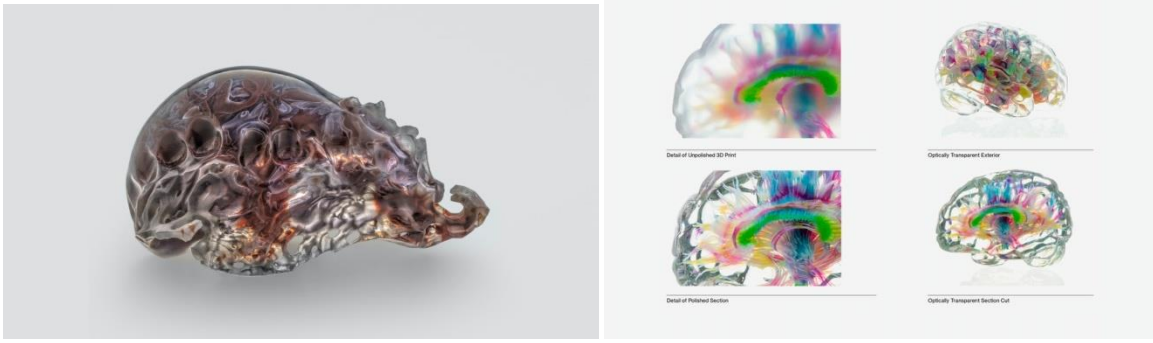
Şekil 4. Cartesian Wax (URL-5)

Vespers I; yaşamı ölüm merceğinden inceleyerek bir araştırma konusu oluşturulmuştur. Antik maskelerden esinlenerek, bölgeler ve çağlar boyunca dini uygulamalarda yaygın olarak bulunan beş renk kombinasyonunu kullanmış ve bizmut, gümüş ve altın gibi doğal minerallerle maskeler geliştirilmiştir. Antik Mısır'dan etkilenerek maskelerin renkleri belirli bir parametrik dil oluşturur. Yaşamın oluşumunu yansıtarak yaşam-ölüm sürecini farklı eğimli ağ sistemi uygulayarak hücresel bir algoritmik bir yüzey tasarlayarak; evrimleşir. Bu süreç katmanlı bir üretimi tanımlar.



Şekil 5. Vespers I ve Tasarım Alternatifleri (URL-6)

Vespers II; Antik yaşamdan etkilenerek ölüm maskesi geleneğini yansıtmak istenen tasarımda, ölen kişinin ruhunu güçlendirerek kötülüklerden korunduğuna inanılmaktaydı. Ruhun yeni bir yaşama ilham verileceği düşünülerek ruhun nefes olma hali ele alınmaktadır. Tasarımı oluşturmak için heterojen bir süreç izlenmiştir. Bu karmaşık ve farklı detaylar içeren tasarımda 3D baskılar kullanılmış, maskenin parçalarında farklı renk entegrasyonu ile tasarım şekillendirilmiştir. Geleneğin çağdaş yorumu ile maske bir başkalaşım yaşayarak ölümden yeniden yaşama geçişi temsil etmektedir.



Şekil 6. Vespers II (URL-7)

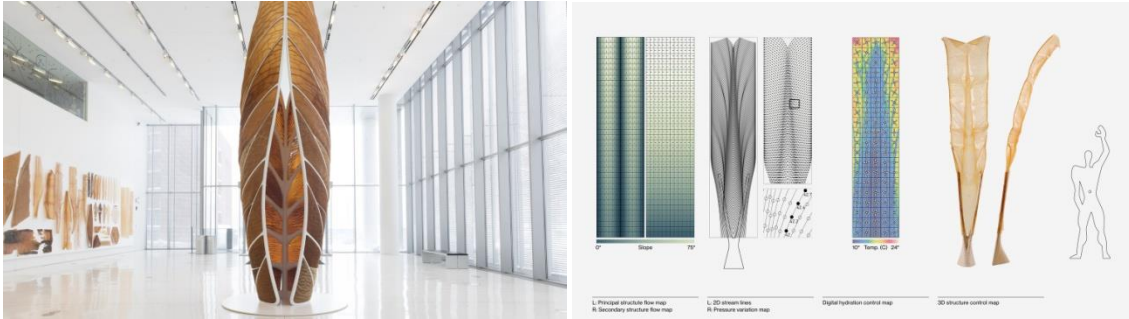
Vespers III; mikroorganizmaların kullanıldığı ve yeni yaşamı destekleyen bir tasarımıdır. Bu maskeler ilki gibi ruhsal etkiyi hem de ikinci tasarımdaki biyolojik sürecin kesişimiyle oluşturulmuştur. Canlı organizmalardan 3D araçlarla analiz yaparak biyolojik malzeme araştırılması yapılmıştır. Bu nedenle, hesaplamalı ve dijital üretim araçları, maske içinde bulunan mikroorganizmaların büyümesini ve ifadesini yönlendirmek için özelleştirilmiştir. Dijital araçların desteği ile yaşayan bir organizma ile bir maske üretimi gerçekleştirilmiştir. Tasarım, nöro-vasküleri temsil eden damarlardan gerçek biyolojik kavanozlara geçiş yaparak yeni bir yaşam döngüsüne işaret etmektedir.



Şekil 7. Vespers III (URL-8)

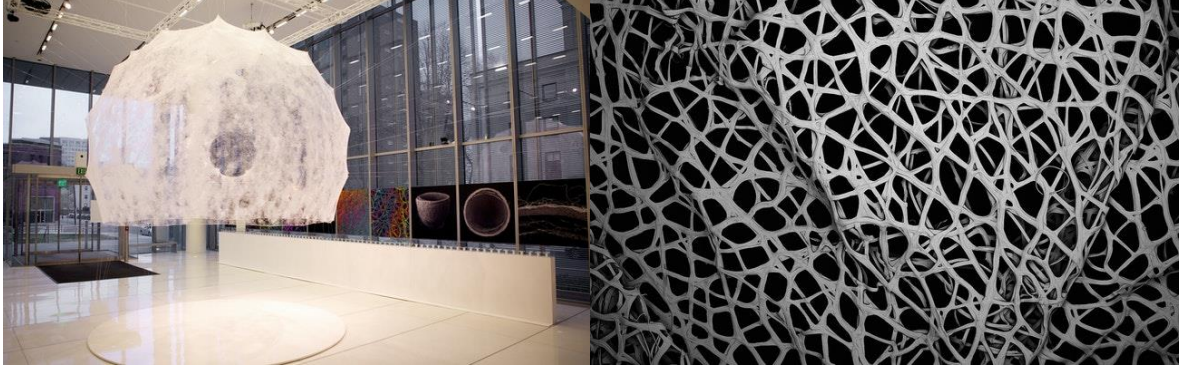
Neri Oxman'ın farklı ölçeklerdeki çalışmaları, planladığı diğer çalışmaları desteklemektedir. Özellikle yeni malzeme üzerine yaptığı araştırmalarda, küçük ölçeklerdeki üretimleri, malzemenin farklı ortamlardaki davranışını incelemek ve geliştirmek için uyguladığı bir yol olduğu söylenebilir. Bu küçük ölçekli çalışmaları daha çok araştırma odaklıyken bazı çalışmaları ise canlı organizmaların fiziksel davranışlarını keşfetmek ve bu davranışları ile dijital araçlar vasıtasıyla yepyeni bir tasarım süreci tanımaya yönelik olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan biri Aguahoja 2019, suyun harici gücü tarafından geliştirilmiştir.

Aguahoja; denizden elde edilen ve toprakta çürüme yerine yeniden kullanılarak yeni bir malzeme dokusundan üretilen bir tasarımdır. Bu tasarımda çevresel kirliliğin yarattığı olumsuzluklar ve dönüşebilen malzemelerin önemi vurgulanmaktadır. Doğadaki organik yapıların diğer yapay malzemelere göre daha verimli olduğu ve bu malzemelerin çevresel bir zararı olmaması tasarımdaki önemli noktalardan biridir. Selüloz, kitin ve pektin gibi doğadan elde edilen malzemelerin laboratuvar ortamında geliştirilmesi tasarım süreci içerisindeki malzeme, form ve tekniğin kesişimini gerektirmektedir. Ayrıca bu malzemeler buldukları doğal çevrenin kazandırdığı özellikleri yani dayanıklılıkları, sürdürülebilirlikleri ve uyarlanabilirlikleri ile yenilikçi düşüncüyü de beslemektedir. Aguahoja, mekanik, optik, koku alma ve hatta tat özellikleri ile ayarlanabilir özellikler sergileyen biyopolimer kompozitlerin oluşturulması yoluyla toksik atık döngüsünü bozan plastiğe alternatif bir malzeme sunmaktadır. Yaprak formlardan oluşan pavilyon, zamanla kaplandığı malzemenin değişmesiyle kabuk yüzeyinde dönüştüğü görülmektedir. Bu durum yapının oluşturulduğu yapı malzemesinin dönüştürülerek oluşturulması ve tekrar kullanımına yönelik bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Dijital araçlarla tasarlanan ve oluşturulan Aguahoja, büyüme ve ayrışma yoluyla, organizmaların sürecinin somutlandırılmış hali olarak forma yansımaktadır.



Şekil 8. Aguahoja ve formun kademeleri (URL-9)

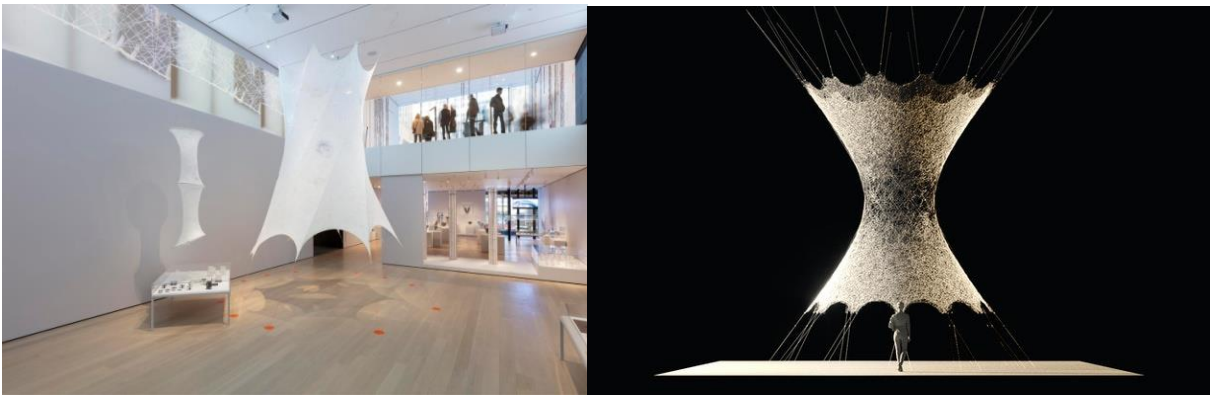
Silk Pavilion I; doğal kaynakları tüketmeden yeni malzeme üreterek sürdürülebilir bir yaklaşımla oluşturulmuştur. Biyoloji ve teknolojinin ortak çalışmasıyla geleceğe yönelik çalışmalar için farklı bir adım atılmasına destek olan Silk Pavilion I projesi, canlı ipek böceklerinden bir yapı tasarımının nasıl süreçlerden geçtiğini araştırmaktadır. İpekböceğinin davranışı, izlediği yolu ve ördüğü ipek ipi ile de hem malzeme hem de tasarım sürecine yönelik ciddi bilgiler vermektedir. Dijital araçlarla oluşturulmuş olan yapısal iskelete ipek böcekleri yerleştirilerek farklı yoğunlukların oluşması için izlenen ışık ve ısıdaki değişimler formun oluşumunda etkili olmuştur.



Şekil 9. Silk Pavilion I (URL-10)

Çalışma, ipekböceğinin eğirme davranışı, malzeme ve yapısal karakterizasyonu, hesaplamalı simülasyon ve Pavyon'un tam ölçekli inşası için tasarlanan fabrikasyon stratejileri hakkında temel araştırmanın bir incelemesini sunmaktadır. Biyolojik üretimi içeren büyük ölçekli fiber tabanlı dijital fabrikasyon için potansiyel uygulamalara referans olmaktadır (Oxman, 2014).

Silk Pavilion II; Silk Pavilion I'in farklı bir varyasyonudur. İpek böceklerinin ışık ve ısı yoğunluğuna göre 10 günlük zaman dilimindeki hareketlerini incelemek ve ipek böceğini öldürmeden ipek ipini elde etmek için pavilion dijital araçlarla oluşturulmuş ve teknoloji ve biyoloji kesişiminin bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Silk Pavilion II'de ipek böceğinin başkalaşım sürecinin tamamını kapsayarak kimyasal reaksiyonların malzemenin oluşturmasına izin vermektedir.



Şekil 10. Silk Pavilion II (URL-11)

Living Mushtari; iki mikroorganizma olan mikroalgler veya siyanobakteriler gibi fotosentetik bir mikrop ve ekme mayası bakterisinin simbiyotik ilişkisi sonucunda güneş ışığını kullanarak dönüştüren giyilebilir bir cihazdır. Üretken bir algoritmik sistemle tasarlanan bu tasarım,

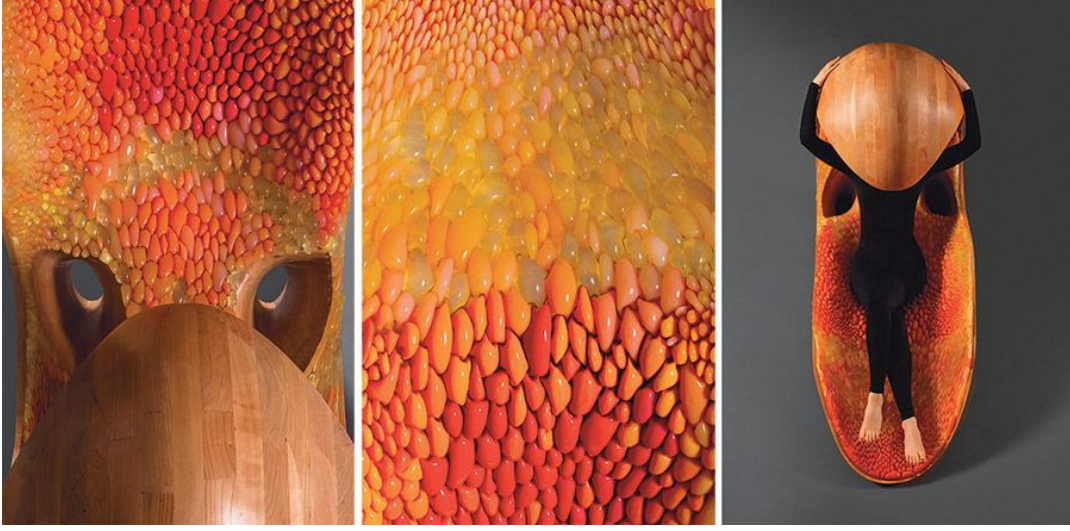
parçalarındaki dokunun heterojen dağılımıyla fiziksel özelliklere göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Sentetik, şeffaf ve renk değiştiren Living Mushtari, 3d yazıcılarla oluşturulmuştur.



Şekil 11. Living Mushtari (URL-12)

Dijital büyüme için gelişmiş hesaplamalı tasarım stratejilerini çoklu malzeme ile birleştirerek 3d baskılarla çok işlevli mekansal-zamansal değişim ile tasarıma "nefes alma" ve "yaşama" özelliği katarak çevresel etkileşime girebilen giyilebilir cihazların oluşturulmaktadır (Bader, ve ark.,2016).

Gemini; tasarım çıkış noktası astrolojideki bir hikâyeye dayanmaktadır. Tasarım sürecinde farklı ikilemleri barındırarak karşıtların bir araya gelmesiyle farklılaşmaktadır; sonik ve güneş ortamları, doğal ve sentetik malzemeler, sert ve yumuşak duyumlar, ayrıca eksiltici ve eklemeli üretim. Sessiz, korunaklı bir ortam oluşturmayı amaçlayan Oxman; şezlongu karmaşık ve hücresel bir iç kabuğu olan rahme benzetmektedir. Oluşturulan yüzey dokusundaki farklı malzeme ve ölçülerin oluşturduğu geometrinin korunaklı bir akustik ortam oluşturduğu düşünülmektedir. Dijital araçlarla tasarlanan ve üretilen Gemini; dijital malzemeler yardımıyla sesi emerek fonksiyonel bir özellik kazanmaktadır.



Şekil 12. Gemini (URL-13)

Geleceğe yönelik araştırmalar, iyileştirmeye odaklanarak mikro ve nano ölçeklerde malzeme karmaşıklığından esinlenerek yüksek çözünürlüklü kompozit malzeme üretmek için doğal malzeme yapıları geliştirmeye yönelik olacaktır (Oxman, 2015). Oxman'ın biyoloji temelli dijital üretimleri sadece canlı sistemleri tasarım uygulamasına dahil etmek ile ilgili değil, aynı zamanda canlı sistemlerdeki hücrelerin işleyiş ve davranış şeklini bir bütün olarak değerlendirerek tasarlamakla ilgilidir.

Oxman'ın ele aldığı biyotasarım; biyoloji temelli bir tasarım yaklaşımıdır. Teknolojinin gelişmesiyle tasarımda karmaşık oluşumların algılanmasına yardımcı, doğa destekli bir anlayış benimsenmiştir. Teknoloji ile beraber dijital üretim ve tasarım araçlarının dahil olması hesaplamalı tasarımın oluşmasına, zamanla doğa ile teknoloji ilişkisinin artmasını sağlamıştır. Bu durum "biyohesaplama" alt kavramı ile multidisipliner bir araştırma ortamı geliştirmiştir. Biyohesaplama; biyoloji ve teknoloji kesişiminde malzemeyi, tekniği ve formu etkileyen bir yaklaşımdır. Doğadan ilham alınan organizmanın biyolojik özelliklerinin kullanıldığı ve elde edilen verilerin dijital ortamlarda analiz edilerek hesaplamalı tasarım süreciyle geliştiği bir alan oluşturmaktadır. Bu bağlamda Oxman'ın araştırma alanlarını etkileyen ve tasarım düşüncesini oluşturan bu yaklaşım; doğayı teknoloji kullanarak geliştirmeyi hedeflemektedir. Örneklerde görüldüğü üzere form oluşumunda biyolojik esinlenme haricinde yine o biyolojiden elde edilen malzeme ve yapısal özelliklerin önemi vurgulanmaktadır. Araştırma örneklerinin biyolojik verileri kullanma şekilleri tasarlanan diğer üretimler için referans olmaktadır. Bu bağlamda araştırma ve tasarım grubunun birbirlerini besleyerek tasarım süreçlerini geliştirmeleri geleceğe yönelik araştırma alanları için yol göstermektedir. Multidisipliner bir çalışma alanının gerekliliği de Oxman'ın üretimlerinde net bir şekilde görülmektedir.

Biyotasarım aşamalarından olan: canlı organizma seçimi, biyolojik ve fiziksel özelliklerin tanımlanması, reaksiyonları “biyoloji” başlığı içerisinde, hesaplamalı yaklaşım olarak “teknoloji” başlığında elde edilen tasarımların üretim yöntemi incelenerek bu iki başlık sonucunda kazanılan form ve özellik nitelikleri irdelenmektedir. Araştırma örnekleri, bu sürecin gelişmesindeki adımlarını ortaya koyarken ikinci bölümde ise, önceden elde edilmiş verilerden tasarım örnekleri geliştirilerek fonksiyonel bir ürün elde edildiği görülmektedir.

Oxman’ın araştırma ve tasarım örneklerinde elde edilen ilişki biyohesaplama yaklaşımı ile form üzerinden okunmaya çalışılmaktadır. Canlı organizmaların biyolojik ve fiziksel özellikleri, yaşam alanlarında kurdukları ilişki ve verdikleri reaksiyonlar sonucu form, malzeme ve kazandırılan özellikler (kir tutmama, enerji dönüşümü gibi) araştırma tabanını oluşturmaktadır. Böylece tasarım ürünleri için bir referans olmakta ve biyohesaplama yaklaşımı ile alternatif öneriler sunmaktadır.

Aşağıdaki tabloda araştırma örnekleri; Monocoque, Raycounting, Cartesian Wax, Vespers I, Vespers II, Vespers III malzeme ve özellikler üzerine bir çalışma sunarken, tasarım örnekleri Aguahoja, Silk Pavilion I, Silk Pavilion II, Living Mushtari, Gemini ise malzeme ve özelliklerin biyolojik referanslarla forma etkisini yansıtmaktadır.

Araştırma organizması olarak kullanılan yumurta kabuğu, deri, balmumu özü, mineraller, nöro-vesküler ağlar üzerinden malzeme ve özellik geliştirilerek tasarıma davranış niteliği kazandırma amacı taşımaktadır. Tasarım örneklerinde yer alan deniz kabukları, ipek böceği, alg ve bakteriler, rahim gibi organizmalar için araştırma örnekleri veri özelliği taşımaktadır. Böylece biyohesaplama sürecinde araştırma ve tasarım adımlarının beraber geliştirildiği ve değişebilir özelliklerle yeniden ele alınabileceği görülmektedir. Biyolojik süreçlerin hesaplamalı tasarım ile malzeme ve teknik haricinde organizma davranışlarının da tasarıma kazandırılarak yenilikçi bir kazanım elde edilmektedir. Bu durum, farklı ortam ve durumlarda değişken ve alternatif tasarımların geliştirilme imkanının olduğunu göstermektedir. Doğada yer alan organizmaların davranışlarının anlaşılması ve araştırma konusu olarak sadece taklit etme değil aynı zamanda o organizmayı tasarıma entegre amacı taşıması, fiziksel özellik olarak tasarım formu üzerinde net bir şekilde okunmaktadır.

Tablo 1. Neri Oxman'ın Tasarım Üretimlerinin Biyoloji, Teknoloji ve Form İlişkisi (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)

	Biyoloji (Organizma)	Teknoloji (Üretim)	Özellik
Monocoque	Yumurta Kabuğu	3D Yazılım 3D Baskı	Heterojen Yüzey Malzeme
			Form
			Hüresellik
Raycounting	Deri	3D Yazılım 3D Baskı	Şeffaflık Derinlik Işık Gölge
			Form
			Eğrilik
Cartesian Wax	Balmumu Özü Deri	3D Yazılım 3D Baskı	Kalınlık değişimi İşlev
			Form
			Dokusal yüzey
Vespers I	Mikro Organizma Doğal Minareller	3D Yazılım 3D Baskı	Karmaşık Renk
			Form
			Hüresellik
Vespers II	Başkalaşım Nefes Alma	3D Yazılım 3D Baskı	Heterojen Renk
			Form
			Sürekli
Vespers III	Nöro-vasküler	3D Yazılım 3D Baskı	Büyüme Yönlenme
			Form
			Damarlaşma

Araştırma Örnekleri

	Biyoloji (Organizma)	Teknoloji (Üretim)	Özellik
Aguahoja	Deniz Kabukları	3D Yazılım 3D Baskı	Büyüme Heterojen Malzeme
			Form
			Hüresellik
Silk Pavilion I	İpek Böceği	CNC Biyolojik Yazıcı 3D Haritalama	Işık Isı Dayanım Başkalaşım
			Form
			Ağ
Silk Pavilion II	İpek Böceği	3D Yazılım 3D Baskı Canlı üretim	Işık Isı Dayanım Başkalaşım
			Form
			Eğrilik
Living Mushtari	Mikro Organizma Algler Bakteri	3D Yazılım 3D Baskı	Heterojen Değişken Renk
			Form
			Damarlaşma
Gemini	Rahim	Stratasys'in Connex3 teknolojisi CNC	Dayanım Karmaşık Akustik
			Form
			Dokusal Yüzey

Biyoloji, teknoloji kesişimde tasarım düşüncesini etkileyerek formu oluşturan yaklaşım; “**Biyohesaplama**” olarak ifade edilmektedir.

5.Sonuç ve Öneriler

Neri Oxman; farklı disiplinlerden aldığı eğitimle beraber farklı tasarım düşüncesi geliştirerek doğayı kullanım şeklinde özgün bir yöntem geliştirmiştir. Multidisipliner çalışma alanında farklı ölçeklerde çalışarak deneyimlediği dijital süreçleri, biyoloji ve teknoloji kesişiminde kademe kademe ilerlediği görülmektedir. Bu kademelerdeki formların gelişimleri, malzemeye bağlı olarak etkilendikleri ve geliştirdikleri organizmaların davranışlarına göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bu bağlamda çalışmalarında özellikle en etkili olduğu parametre; organizma, organizmanın davranışı, organizmadan elde edilen dönüşebilir malzeme ve formların özellikleridir. Formun malzemenin özelliklerine göre heterojen bir dağılımla oluştuğu ve farklı bölgelerde farklı davranış gösterdiği örneklem bağlamındaki incelemelerde dikkat çekmektedir. Tasarımın kendi içindeki sistemindeki parçalanma, tasarım bütününe yansımamaktadır. Bu durum ise Oxman'ın tasarım düşüncesinin temelinde yer alan “yaşayan şeyler oyulmazlar, büyürler, farklılaşırlar ancak yine de bütündürler” ifadesinde de görülmektedir. Bu bağlamda tasarım düşüncesini oluşturan biyo hesaplama yaklaşımı, tasarım çıktılarında form, malzeme, teknik, üretim gibi tüm süreci kapsayan bir anlayış olduğu görülmektedir.

Monocoque, Raycounting, Cartesian Wax, Vespers I, Vespers II, Vespers III daha çok düşünce alt yapısı ve fiziksel verilerle araştırma alanlarını genişleterek malzeme ve form ilişkisi açısından destekleyici çalışmalardır. Bu araştırmalar geleceğe yönelik gelişimleri destekleyici, farklı projeler için bir zemin hazırlayan ufuk açıcı bir bakış kazandırmak için geliştirilen alandır. Ancak Aguahoja, Silk Pavilion I, Silk Pavilion II, Living Mushtari ve Gemini gibi çalışmalar ise, biyoloji ve teknolojinin tasarım sürecinden üretim sürecine kadar olan kesişiminin somut örnekleridir. Komplekstir ancak sınırsız araştırma ve geliştirme konularını içinde barındırarak bir hikâye ortaya koymaktadır. Bilimsel alt yapının tasarımla bütünleştiği bu çalışmalar, farklı ölçeklerde ve farklı problemlere yönelik çözümler üretmektedir. Ortak özellikleri ise yaşayan bir organizmanın davranış süreci içerisindeki üretken olma durumunu kapsamaktadır. Bu nedenle biyolojik sürecin dijital araç ve birikimle beraber ortak çalıştığı ve tasarımın sürekli kendi içindeki evrimleşmesinin devam ettiği bir birikim geliştirir. Bu durum diğer tasarım yaklaşımlarından farklılaşarak kendine özgü bir yapı kazandırır.

Neri Oxman'ın tasarım yaklaşımındaki hikayesel bir başlangıcın belirli bir bilimsel veriye dayandığını görmekteyiz. Bu veri, tasarımda hem form, hem de malzeme olarak geliştirilmektedir. Oxman'ın tasarımlarında doğadan sadece ilham almak değil aynı zamanda oluşturduğu bakış

açısıyla da doğadan bir mesaj verdiği görülmektedir. Deniz kabuklularının çürümesi yerine onu yenilebilir bir malzemeye dönüştürmesi ve kirliliği önlemeye çalışması, aynı şekilde ipek böceklerini öldürerek elde edilen malzemenin onların davranışlarını geliştirerek de elde edilebileceğini vurgulayarak doğayı iyileştirme yönündeki adımlarını görmekteyiz. Bu anlamda da tasarım yaklaşımındaki doğanın ve organizmaların yerinin ne kadar önemli olduğu ve doğanın sadece ilham olarak değil aynı zamanda öğrenilmesi gerektiğini yansıtmaktadır.

Biyoloji ve teknoloji kesişimiyle tasarım süreçlerini tanımlayan Oxman, gerek doğayı kullanım biçimi, verdiği mesajı, gerekse ürettiği bilimsel verilerle tasarımlara yansıtması yönünden önemli bir tasarımcıdır. Uzaydan, iklim değişikliğine kadar farklı problemlere çözümü, doğayı dijital araçlarla araştırarak bulmaya çalışmaktadır. Bu araştırmaların geleceğe yönelik mimari ve tasarım disiplinlerine yeni bakış kazandıracağı görülmektedir. 21. Yüzyılda araştırma alanlarındaki bu multidisipliner bakış açısı; doğa merkezli ve teknolojiyi araç olarak kullanan bir yaklaşım olarak önem kazanmaktadır. Bu bağlamda ortaya koyduğu biyo hesaplama yaklaşım, biyoloji ve teknoloji kesişiminin bir ürünü ve yenilikçi tasarım düşüncesinin temeli olması sebebiyle araştırma alanlarına ilham olmaktadır.

Yazarların Katkısı

Çalışmada her yazar eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Bader,C., Patrick,W. P., Kolb,D., Hays,S. G., Keating,S., Sharma,S., Dikovsky,D., Belocon,B., Weaver, J.C., Silver,P, A., and Oxman N., (2016). Grown, Printed, and Biologically Augmented: An Additively Manufactured Microfluidic Wearable, Functionally Templated for Synthetic Microbes. *3D Printing And Additive Manufacturing*, Volume 3, Number 2, 2016, Mary Ann Liebert, Inc.
- Benyus, J., (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. William Morrow Company Inc. NewYork.
- Berkebile, B., McLennan, J., (2004). *The Living Building: Biomimicry in Architecture, Integrating Technology with Nature. BioInspire*
- Clarke, A. C., (1964). *Opening speech of the General Motors Pavilion World Fair*. New York.

- Çelenk, A., (2020). *21. Yüzyıl Mimarlığında Biyo-Dijital Tasarımla Form Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Duro-Royoa, J, Zolotovskiy K., Mogas-Soldevila L., Varshney, S., Oxman, N., Boyce, M. C., Ortiz, C., (2015). MetaMesh: A hierarchical computational model for design and fabrication of biomimetic armored surfaces. *Computer-Aided Design* 60, 14-27.
- Kallegias, A., ve Erdine, E., (2015). Design by Nature: Concrete Infiltrations. *Generative Design - Applied - Volume 2 - eCAADe* 33, 513-520
- Khanzadeh M, (2019). Bio Design Method; Learning Nature In Line With Technology, *Journal of Environmental and Natural Studies*, Volume, 1, Issue 1, Pages, 11-18
- Marx, K., (2015). *Kapital*. İstanbul: Yordam Kitapevi.
- Myers, W., (2012). *BioDesign: Nature Science Creativity*. MoMa, New York, USA.
- Oxman, N., Royo, J., Soldevila, L.M., (2015). Flow-Based Fabrication: An Integrated Computational Workflow for Design and Digital Additive Manufacturing of Multifunctional Heterogeneously Structured Objects. *Computer-Aided Design Journal*, Elsevier 2015 Special Issue on Geometric and Physical Modeling for Additive Manufacturing.
- Oxman, N., Laucks, J., Kayser, M., Duro-Royo, J., Gonzales-Urbe C., (2014). Silk Pavilion: A Case Study in Fiber-based Digital Fabrication. *FABRICATE Conference Proceedings, Fabio Gramazio, Matthias Kohler, Silke Lan enber (eds.) ta Verla*, 248-255.
- Sennet, R., (2013). *Zanaatkar* (2.Basım). İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Sorguç, A. Ve Memişçiöğlü, M., (2020). Mimarlıkta Fabrikasyon Teknolojileri ve Endüstri/Mimarlık 4.0. *dosya 45, Gelecek, Teknoloji ve Mimarlık*, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi
- Sugár, V., Leczovics, P. and, Horkai, A., (2017). Bionics in architecture. *Ybl Journal of Built Environment Vol. 5 Issue 1*.
- URL-1: <https://www.surfacemag.com/articles/neri-oxman-material-ecology/> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-2: <https://oxman.com/> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-3: <https://oxman.com/projects/monocoque> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-4: <https://oxman.com/projects/raycounting> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-5: <https://oxman.com/projects/cartesian-wax> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-6: <https://oxman.com/projects/vespers-i> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-7: <https://oxman.com/projects/vespers-ii> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-8: <https://oxman.com/projects/vespers-iii> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-9: <https://oxman.com/projects/aguahoja> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-10: <https://oxman.com/projects/silk-pavilion-i> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-11: <https://oxman.com/projects/co-fabrication-systems> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-12: <https://www.media.mit.edu/projects/living-mushtari/overview/> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-13: <https://www.media.mit.edu/projects/gemini/overview/> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- URL-14: <https://www.domusweb.it/en/biographies/neri-oxman.html> (Erişim Tarihi: 29.06.2021)
- Vorobyeva, O, I., (2018). Bionic architecture: back to the origins and a step forward. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 451 012145.
- Whitehead, A., N., (2017). *Doğa Kavramı*. İstanbul: Alfa Yayıncılık.
- Yedekçi, G., (2015). *Doğayla Tasarlamak: Biyomimikri ve Geleceğin Mimarlığı*. İstanbul: Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi.

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


Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 3(2), 425-441, 2021
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.999450](https://doi.org/10.47898/ijeased.999450)**

Binaların Pencere/Duvar Oranı ve Yönlenme Parametrelerinin Güneş Enerjisi Kazancına Etkisi

Gonca ÖZER YAMAN *

Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 12000, Bingöl, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : gozer@bingol.edu.tr  https://orcid.org/0000-0002-0156-3994 , G. Özer Yaman	Geliş Tarihi / Received Date :	22.09.2021
	Revizyon Tarihi / Revision Date :	17.10.2021
	Kabul Tarihi / Accepted Date :	24.10.2021
	Yayın Tarihi / Published Date :	15.12.2021
Alıntı / Cite : Özer Yaman, G. (2021). Binaların Pencere/Duvar Oranı ve Yönlenme Parametrelerinin Güneş Enerjisi Kazancına Etkisi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 3(2), 425-441.		

Özet

Binalarda enerjinin büyük bir bölümü ısınma ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Isıtma enerjisi ihtiyacını etkileyen faktörler arasında binaları çevreleyen kabuk özellikleri ve binaların yönlenme özellikleri gösterilebilir. Bina kabuğu opak ve saydam (pencere ve duvar) yüzeylerden oluşmaktadır. Bu yüzeylere gelen güneş ışınlarından faydalanılarak binaların ısıtma enerjisi ihtiyacında azalmalar sağlanabilmektedir. Aynı zamanda binaların bulunduğu bölgenin çevre koşullarına göre yönlenme özellikleri de güneş enerjisi kazancında etkili olmaktadır. Bundan dolayı bu çalışma ile binaların pencere/ duvar oranları ve yönlenme özellikleri ile güneş enerjisi kazancı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, farklı yönlenme ve pencere/duvar oranlarına sahip alternatifler için güneş enerjisi kazançları hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken TSE 825 de yer alan hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo ve grafiklerle karşılaştırmalar yapılarak ortaya konmuştur. Bu çalışma ile tasarım aşamasında binaların yönlenme ve pencere/duvar oranlarına göre güneş enerjisi kazançları dikkate alınarak çözümler üretmeye yardımcı olabilecek bir çerçeve ortaya konması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Binalarda güneş enerjisi kazancı, Pasif bina tasarımı, Enerji etkin bina, Güneş mimarlığı.

The Effect of Buildings' Window/Wall Ratio and Orientation Parameters on Solar Energy Gain

Abstract

Most of the energy in buildings is used for heating energy needs. Among the factors affecting the heating energy need are the building shell properties and the orientation characteristics of the buildings. The building shell consists of opaque and transparent (window and wall) surfaces. By making use of the sun's rays coming to these surfaces, the heating energy needs of the buildings can be reduced. At the same time, the orientation of the buildings according to the environmental conditions of the region is also effective in solar energy gain. Therefore, in this study, the relationship between the window/wall ratios (WWR), orientation properties and solar energy gain of the buildings was investigated. Within the scope of the study, solar energy gains were calculated for alternatives with different orientation and WWR. While making the calculations, the calculation method in TSE 825 was used. The obtained results were presented by making comparisons with tables and graphics. With this study, it is aimed to present a framework that can help produce optimum solutions by considering the solar energy gains according to the orientation and WWR of the buildings during the design phase.

Keywords: *Solar energy gain in buildings, Passive building design, Energy efficient building, Solar architecture.*

1. Giriş

Günümüzde; enerji ihtiyacının artması, fosil kökenli enerji kaynaklarının azalması küresel ısınmaya bağlı ortaya çıkan çevre sorunları gibi birçok etken binalarda da enerjinin verimli kullanılmasını zorunluluk haline getirmiştir (Yıldız, Göksal Özbalta ve Durmuş Arsan, 2011). Bundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren planlama anlayışları önem kazanmaktadır (Wang, Cao ve Meng, 2019). Yaşam alanlarını oluşturan binaların enerji ihtiyacı oldukça fazladır. Binalarda enerji tüketiminin azaltılması veya binaların enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması için yapılan çalışmalar büyük öneme sahiptir. Türkiye’de bina sektörü toplam enerji tüketiminin %40’ını oluşturmaktadır. Türkiye’deki binalar incelendiğinde, enerji korunumu bakımından yetersiz olduğu, binalarda fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanım oranının çok yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda, yapılaşmadaki artış ve mekânlardaki konfor gereksiniminin değişmesi, binalarda enerji tüketimini arttırmaktadır (Sayın ve Koç, 2011). Bu sebeple binalar planlanırken enerji etkin mimarlık anlayışının göz önünde bulundurulması her geçen gün daha da önemli hale gelmektedir. Binalarda Enerji tüketimi; farklı çevresel koşullarına göre değişim gösterir (Koyun ve Koç, 2017). Enerji etkin mimarlık anlayışında; binaların yerleşimi, kütle özellikleri, yapı kabuğu ve mekân organizasyonları gibi birçok parametre tasarım aşamasında analiz edilerek enerji kazanımı sağlanabilmektedir (Keskin ve Engin, 2019). Tasarım aşamasında çevresel verileri tasarıma dâhil etmek, yapım sürecinde yerel malzemeleri kullanmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak, kullanım aşamasında da enerjiyi

verimli kullanmak enerji etkin yapı tasarım yaklaşımının temelini oluşturmaktadır (Van ve Anne, 2019) Yenilenebilir enerji kaynaklarının başında güneş enerjisi gelmektedir. Dünyanın en büyük ısı ve ışık kaynağı olan güneş tükenmeyen bir enerji kaynağıdır. Yapılı çevrelerin güneş ile olan ilişkisi farklı dönemlerde mühendisleri ve mimarları ilgilendiren önemli bir konu olmuştur (Canan ve Kürüm Varolgüneş, 2017). Güneş enerjisinin yapılarda kullanımı çevre kirliliğinin azalmasını sağlamanın yanında binaların enerji verimin de arttıracaktır. Binalarda güneş enerjisinden verimli bir biçimde yararlanmak enerji etkin yapı tasarımının önemli bir basamağını oluşturmaktadır. Binalarda güneş enerjisi kazançlarının büyük bir bölümü saydam yüzeylerden gelen güneş ışınımları yoluyla elde edilebilmektedir. Bunun yanında güneş ışınları farklı yönlerde farklı ışınım şiddetine sahiptir. Güneşin hareketleri dikkate alınarak farklı yönlere göre farklı güneş enerjisi kazancı sağlanabilir (Li, Zhong, Yu ve Zhai, 2020). Bundan dolayı binaların saydam yüzeylerinin yönlenme özellikleri ve pencere duvar oranları ile güneş enerjisi arasındaki ilişki dikkate alınarak tasarımların yapılması yoluyla enerji etkin bina tasarımına büyük oranda katkı sağlanmış olacaktır. Binalarda güneş enerjisi kazancı ve pencere duvar oranı ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bektaş ve Aksoy (2005) tarafından yapılan çalışmada, soğuk iklim bölgesinde bulunan konutlarda pencere özellikleri ve binaların yönlenmeleri ile ısıtma enerjisi ihtiyacı arasındaki ilişkiyi inceleyerek ısıtma enerjisi tasarrufu sağlanabileceği ortaya konmuştur. Feng ve diğerleri (2017) sıfır enerjili binaların tasarımında pencere duvar oranının optimizasyonu için Shenyang şehrinde bir referans bina üzerinden çalışmalar yapmışlardır. Chi ve diğerleri (2020) Çin'de bulunan geleneksel binaların yönlenmeye bağlı optimum pencere/duvar oranlarını araştırmışlardır. Phillips ve diğerleri (2020) ABD ofis binalarında pencere-duvar oranının sürdürülebilir değerlendirmesini yapmışlardır.

Bu araştırmalar ışığında Türkiye'deki çevresel koşullar dikkate alınarak binaların yönlenme özelliklerinin ve cephelerdeki pencere duvar oranının güneş enerjisi kazancı ile ilişkisinin ortaya konduğu bir çalışmaya ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma Türkiye' de çevresel koşullar dikkate alınarak tasarlanacak olan binalarda güneş enerjisi kazançlarının göz önünde bulundurulmasında referans alınabilecek bir çalışma ortaya koymaktır. Çalışmada bina saydam yüzeylerinden yönlenme ve pencere/duvar oranına göre güneş enerjisinden kazançlar hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında Türkiye'nin çevresel koşulları göz önünde bulundurularak binalarda bina yönlenmeleri alternatifleri oluşturulmuştur. Bunlar binaların opak yüzeylerinin kuzeye, güneye ve ara yön olan doğu/batı yönlerine yönlendirilmiş alternatifler olarak belirlenmiştir. İkinci parametre olarak bina pencere/duvar oranları belirlenmiştir. Bunlar oranlar ise

%10, %20, %30, %40, %50, %60, %70, %80, %90, %100 olmak üzere on alternatif oluşturulmuştur. Oluşturulan bu parametre özelliklerine göre güneş enerjisinden elde edilebilecek ısı kazançlarını hesaplayabilmek için TSE 825’de yer alan ‘Binaların aylık ortalama güneş enerjisi kazancı hesabı’ yöntemi kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucu elde edilen veriler doğrultusunda binaların güneş enerjisi kazançları ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için karşılaştırılmıştır. Isıtma enerjisi ihtiyacı duyulan dönemlerde hangi yöndeki pencere oranlarında nasıl kazançlar elde edileceği ortaya konmuştur.

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde öncelikle güneş enerjisi kazancını bulabilmek için kullanılan hesaplama yönteminden bahsedilmektedir, daha sonra parametreler ve oluşturulan değişkenlerin sınırları ortaya konmaktadır.

2.1. Hesaplama Yöntemi

Çalışmada hesaplama yöntemi olarak TSE 825’ de yer alan binaların aylık ortalama güneş enerjisi kazancı hesabı kullanılmıştır (Formül 1). Bu yöntem ile pencerelerden doğrudan sağlanan güneş ışımasını hesaplanabilmektedir (TSE 825, 2013).

$$\phi_{\text{say}} = \sum r_{i,\text{ay}} \times g_{i,\text{ay}} \times I_{i,\text{ay}} \times A_i \quad (1)$$

Burada;

ϕ_{say} : Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları (W)

$r_{i,\text{ay}}$: ‘i’ yönündeki saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgeleme faktörü,

$g_{i,\text{ay}}$: ‘i’ yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü

$I_{i,\text{ay}}$: ‘i’ yönündeki dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışımasını şiddeti (W/m²)

A_i : ‘i’ yönündeki toplam pencere alanı.

Türkiye’nin iklim koşullarına sahip yerleşim alanlarında planlanacak olan binalarda aylık ortalama güneş enerjisi kazancı bu formül ile hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalar yapılırken Ayrık (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde dikkate alınacak Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü ($r_{i,\text{ay}}$) değerleri, yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü ise renksiz tek cam için olan değerler kullanılmıştır. $I_{i,\text{ay}}$ değerleri hesaplamada kullanılırken TSE 825 Ek-C’ de bulunan ‘Bütün derece gün bölgeleri için

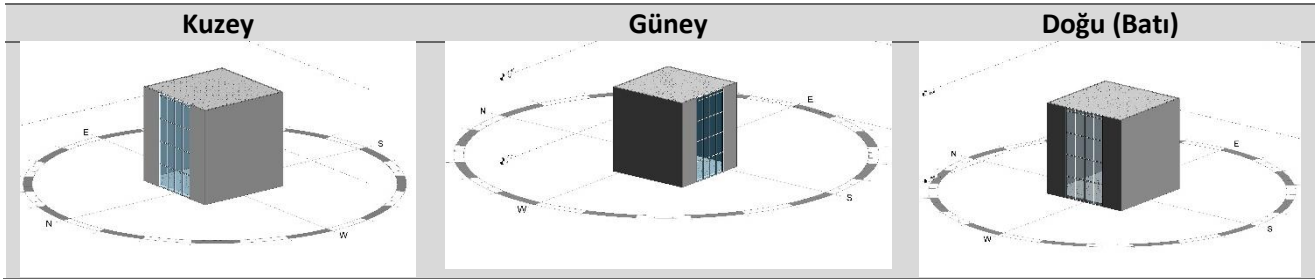
hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti değerleri [W/m^2]’ verileri dikkate alınmıştır. Bu hesaplama yöntemi kullanılarak öncelikle aylık güneş enerjisi kazançları hesaplanmış daha sonra ilkbahar, yaz, sonbahar, kış mevsimleri için kazançlar ve daha sonra yıllık toplam kazançlar ortaya konmuştur.

2.2. Parametreler

Çalışmada hesapların yapılabileceği referans bir bina oluşturulmuş, bu bina sınırlarında parametreler değiştirilerek alternatifler oluşturulmuştur. Bu alternatiflerin her biri için hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmada dikkate alınan parametreler;

- Yönlenme,
- Bina cephesinin pencere/duvar oranları olarak belirlenmiştir.

Binaların tasarlanacağı alanlarda çevresel faktörlerin etkisinin kontrol altında tutulabilmesi bakımından yönlenme özellikleri önemli bir faktördür. Çalışmada binaların yönlenmeleri ele alınırken saydam yüzeylerin yönlenme özellikleri dikkate alınmıştır. Binaların Saydam yüzeylerinin 3 temel yönlenme durumu olduğu kabulüne dayanarak çalışmanın çerçevesi oluşturulmuştur (Şekil 1). Görseller Autodesk-Revit programında hazırlanmıştır.



Şekil 1. Bina Yönlenme Özellikleri şematik gösterim

Şekil 1’ de de görüldüğü gibi bu bina yönlenme alternatifleri;

- Kuzeye yönlendirilmiş bina saydam yüzeyleri,
- Güneye yönlendirilmiş bina saydam yüzeyleri,
- Doğu (batı)’ya yönlendirilmiş bina saydam yüzeyleri

olmak üzere üç temel yönlenme alternatifini göz önünde bulundurulmuştur. Bu üç temel yöndeki güneş ışınım şiddetleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

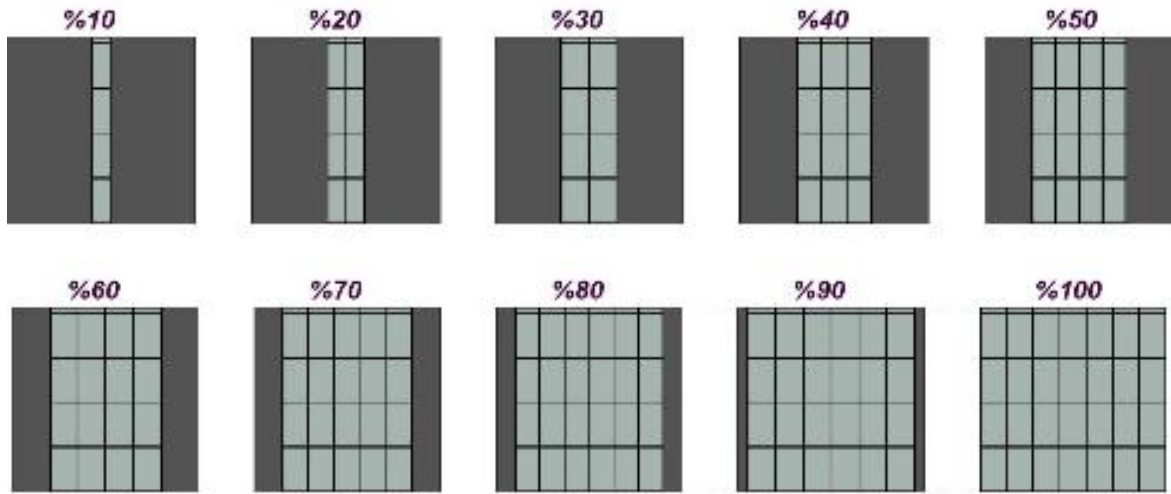
Yönlenme özelliklerine göre binalarda güneş ışınım şiddeti farklılık göstermektedir. Buda binalar için güneş enerjisinden elde edilebilecek kazançları doğrudan etkilemektedir. Türkiye’nin

iklim özellikleri dikkate alındığında Bu temel yönlerde hesaplamalarda kullanılacak aylık güneş ışınım şiddetleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Hesaplamalarda kullanılacak ortalama aylık güneş ışınım şiddeti değerleri (TSE 825, 2013)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İgüney	72	84	87	90	92	95	93	93	89	82	67	64
İkuzey	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
İbatı/doğu	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

Bina kabuğu opak ve saydam yüzeylerden oluşmaktadır. Bu yüzeylerin oranı değiştikçe iç mekânlara ulaşan güneş enerjisi miktarı da değişmektedir. Çalışma kapsamında pencere/duvar oranı olarak literatürdeki çalışmalara konu olmuştur. Bu oran; pencere alanının tüm cephe yüzey alanına oranıdır. Hesaplamalarda dikkate alınan pencere/duvar (opak/saydam yüzey) oranlarının şematik olarak gösterimi aşağıdaki şekilde yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Bina Pencere/Duvar Oranları Şematik Gösterimi

Hesaplamalar yapılırken binaların pencere oranlarının tüm yüzeye oranı dikkate alınmıştır. Bu oranlar; %10, %20, %30, %40, %50, %60, %70, %80, %90 ve %100 olduğu kabulleri ile değişkenler oluşturulmuştur.

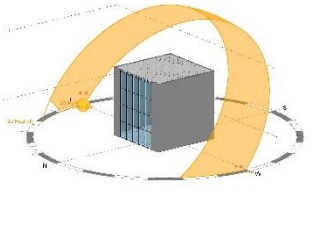
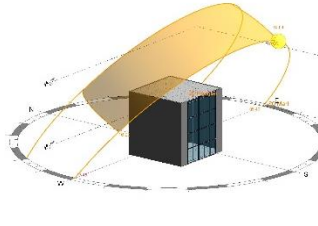
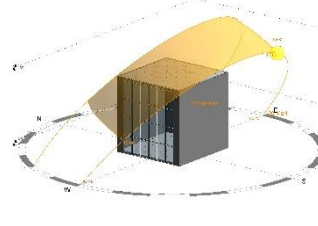
3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde materyal ve metot bölümünde sınırları belirlenen parametreler ve yöntemler kullanılarak yapılmış olan hesaplamalar sonucu elde edilen verilere yer verilmektedir. Bu veriler ilk olarak mevsimlere göre analiz edilmiştir. Daha sonra yıllık kazançlar değerlendirilmiştir.

3.1. Mevsimlere göre Kazançlar

Aşağıdaki tabloda oluşturulan bina alternatiflerinin ilkbahar mevsiminde, kuzey, güney, doğu (batı) yönlerine yönlendirilmiş farklı oranlarda saydam yüzey alternatiflerine göre güneşlenme durumu görülmektedir. Yine bu bina alternatiflerinin saydam yüzey yönlenme özelliklerine göre ilkbahar mevsiminde güneş enerjisi kazancı değerleri yer almaktadır (Çizelge 2).

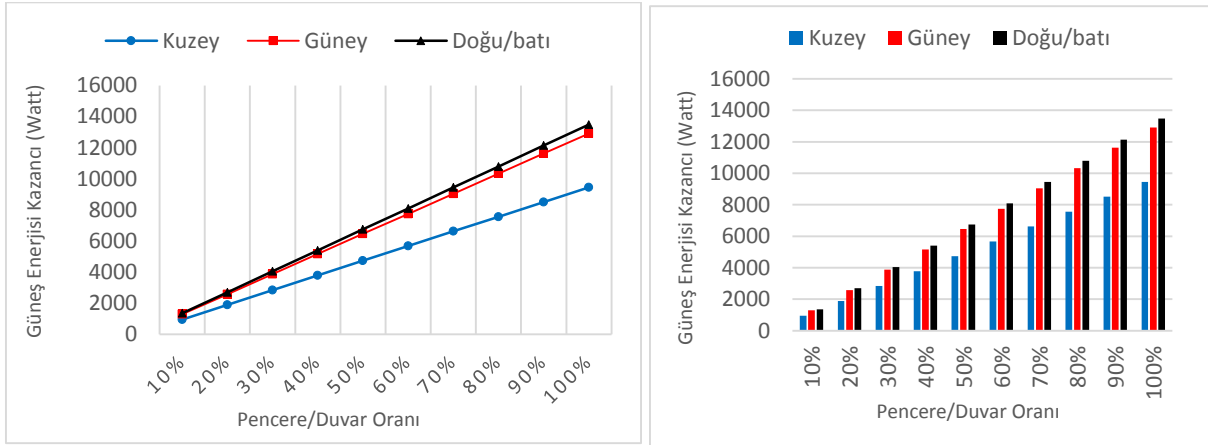
Çizelge 2. İlkbahar Mevsimi için Güneş enerjisi kazançları

		İlkbahar											
Yön	Güneşlenme	Kuzey				Güney				Doğu (Batı)			
													
Kazanç	%10	945,6	%60	5673,6	%10	1291,2	%60	7747,2	%10	1348,8	%60	8092,8	
	%20	1891,2	%70	6619,2	%20	2582,4	%70	9038,4	%20	2697,6	%70	9441,6	
	%30	2836,8	%80	7564,8	%30	3873,6	%80	10329,6	%30	4046,4	%80	10790,4	
	%40	3782,4	%90	8510,4	%40	5164,8	%90	11620,8	%40	5395,2	%90	12139,2	
	%50	4728	%100	9456	%50	6456	%100	12912	%50	6744	%100	13488	

Tabloda yer alan bilgilere bakıldığında, ilkbahar mevsiminde en yüksek kazanç tüm yönler için açıklık oranı en yüksek olduğu %100 pencere/duvar oranında görülmektedir. Tabloda bulunan şekillerden de görüldüğü gibi güneş ışınları kuzey yöne yönlendirilmiş pencerelere direk ulaşmamaktadır. Bundan dolayı en düşük enerji kazancı 945,6 Watt ile %10 pencere/duvar oranı olan kuzeye yönlendirilmiş pencere alternatifidir olduğu görülmektedir. Bu alternatifler içerisinde en

yüksek kazanç 13488 Watt ile %100 pencere/duvar oranı ile pencerenin doğu (batı) yöne yönlendirilmiş pencere alternatifinde görünmektedir. Hesaplanmış olan bu değerler dikkate alınarak aşağıdaki karşılaştırma grafikleri oluşturulmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. İlkbahar Mevsimi Güneş Enerjisi Kazançlarının Karşılaştırma Grafiği.



Grafiklere bakıldığında; ilkbahar mevsimi için kazançlar kuzey, güney, doğu (batı) yönleri için açıklık oranı arttıkça güneş enerjisinden elde edilebilecek ısı kazançlarının arttığı görülmektedir. Kuzey yöne yönlendirilmiş pencerelerden elde edilebilecek kazançlar düşüktür. Doğu (batı) yöne yönlendirilmiş pencerelerde en yüksek kazançlar sağlanmaktadır. Güneş ışınları ilkbahar mevsiminde dik açı ile geldiğinden dolayı güney yönlerdeki açıklıklardan elde edilebilecek güneş enerjisi kazancı oranları doğu (batı) yönüne yönlendirilmiş pencere alternatiflerine göre daha düşüktür. Fakat kuzey yöne güneş ışınları hiç ulaşamadığı için güney yönde kazançlar kuzey yönden daha fazladır.

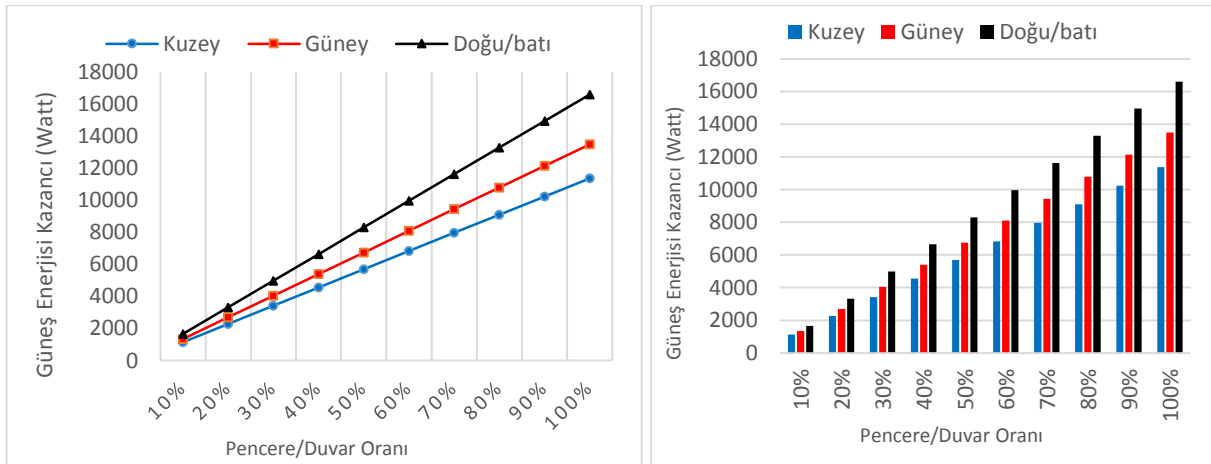
Aşağıdaki tabloda oluşturulan bina alternatiflerinin yaz mevsiminde, kuzey, güney, doğu (batı) yönlerine yönlendirilmiş farklı oranlarda saydam yüzey alternatiflerine göre güneşlenme durumu görülmektedir. Bu bina alternatiflerinin saydam yüzey yönlenme özelliklerine göre yaz mevsiminde güneş enerjisi kazancı değerleri yer almaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Yaz Mevsimi için Güneş Enerjisi Kazançları

		Yaz										
Yön	Güneşlenme	Kuzey			Güney			Doğu (Batı)				
		Kazanç	%10	1137,6	%60	6825,6	%10	1348,8	%60	8092,8	%10	1660,8
%20	2275,2		%70	7963,2	%20	2697,6	%70	9441,6	%20	3321,6	%70	11625,6
%30	3412,8		%80	9100,8	%30	4046,4	%80	10790,4	%30	4982,4	%80	13286,4
%40	4550,4		%90	10238,4	%40	5395,2	%90	12139,2	%40	6643,2	%90	14947,2
%50	5688		%100	11376	%50	6744	%100	13488	%50	8304	%100	16608

Tabloda yer alan bilgilere bakıldığında, yaz mevsiminde en yüksek kazanç tüm yönler için açıklık oranı en yüksek olduğu %100 pencere/duvar oranında görülmektedir. Tabloda bulunan şekillerden de görüldüğü gibi güneş ışınları kuzey yöne yönlendirilmiş pencerelere direk ulaşmamaktadır. Bundan dolayı en düşük enerji kazancı 1137,6 Watt ile %10 pencere/duvar oranı olan kuzeye yönlendirilmiş pencere alternatifidir. Bu alternatifler içerisinde en yüksek kazanç 16608 Watt ile %100 pencere/duvar oranı ile pencerenin doğu (batı) yöne yönlendirilmiş pencere alternatifinde görülmektedir. Hesaplanmış olan bu değerler dikkate alınarak aşağıdaki karşılaştırma grafikleri oluşturulmuştur (Çizelge 5).

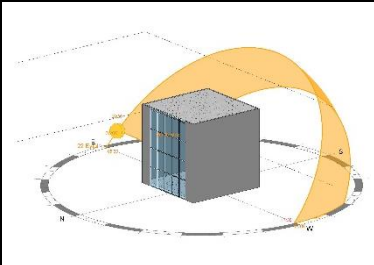
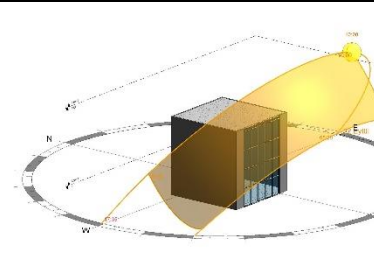
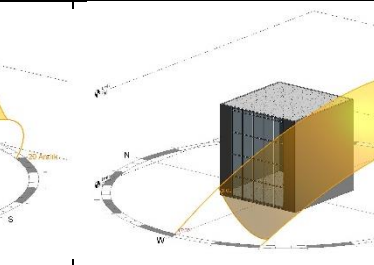
Çizelge 5. Yaz Mevsimi Güneş Enerjisi Kazançlarının Karşılaştırma Grafiği



Grafiklere bakıldığında yaz mevsimi için kazançlar; kuzey, güney, doğu (batı) yönleri için pencere oranı arttıkça güneş enerjisinden elde edilebilecek ısı kazançlarının da arttığı görülmektedir. Kuzey yöne yönlendirilmiş pencerelerden elde edilebilecek kazançlar düşüktür. Doğu (batı) yöne yönlendirilmiş pencerelerden en yüksek kazançlar sağlanmaktadır. Güneş ışınları yaz mevsiminde dik açı ile geldiğinden dolayı güney yönlerdeki pencerelerden elde edilebilecek güneş enerjisi kazancı oranları doğu (batı) yönüne yönlendirilmiş pencerelere göre daha düşüktür. Fakat kuzey yöne güneş ışınları hiç ulaşamadığı için güney yönde kazançlar kuzey yönden daha fazladır.

Aşağıdaki tabloda oluşturulan bina alternatiflerinin sonbahar mevsiminde, kuzey, güney, doğu (batı) yönlerine yönlendirilmiş farklı oranlarda saydam yüzey alternatiflerine göre güneşlenme durumu görülmektedir. Yine bu bina alternatiflerinin saydam yüzey yönlenme oranlarına göre sonbahar mevsiminde güneş enerjisi kazancı değerleri yer almaktadır (Çizelge 6).

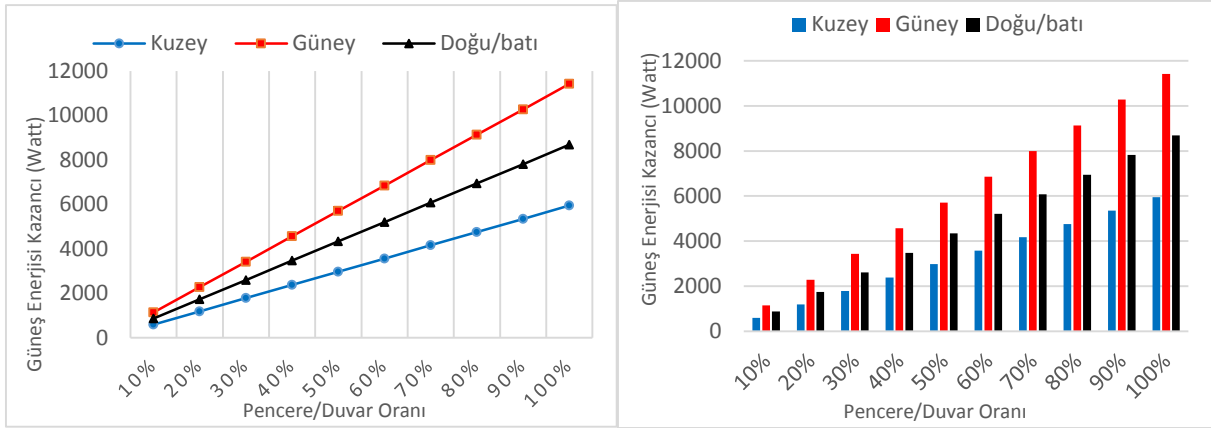
Çizelge 6. Sonbahar Mevsimi için Güneş Enerjisi Kazançları

Sonbahar												
Yön	Kuzey			Güney			Doğu/Batı					
Güneşlenme												
Kazanç	%10	595,2	%60	3571,2	%10	1142,4	%60	6854,4	%10	868,8	%60	5212,8
	%20	1190,4	%70	4166,4	%20	2284,8	%70	7996,8	%20	1737,6	%70	6081,6
	%30	1785,6	%80	4761,6	%30	3427,2	%80	9139,2	%30	2606,4	%80	6950,4
	%40	2380,8	%90	5356,8	%40	4569,6	%90	10281,6	%40	3475,2	%90	7819,2
	%50	2976	%100	5952	%50	5712	%100	11424	%50	4344	%100	8688

Tabloda yer alan bilgilere bakıldığında, sonbahar mevsiminde en yüksek kazanç tüm yönler için açıklık oranı en yüksek olduğu %100 pencere/duvar oranında görülmektedir. Tabloda bulunan şekillerden de görüldüğü gibi güneş ışınları kuzey yöne yönlendirilmiş pencerelere direk ulaşmamaktadır. Bundan dolayı en düşük enerji kazancı 595,2 Watt ile %10 pencere/duvar oranı olan kuzeye yönlendirilmiş pencere alternatifidir. Bu alternatifler içerisinde en yüksek kazanç 11424 Watt ile %100 pencere/duvar oranı ile pencerenin güney yöne yönlendirilmiş

pencere alternatifinde görünmektedir. Hesaplanmış olan bu değerler dikkate alınarak aşağıdaki karşılaştırma grafikleri oluşturulmuştur (Çizelge 7).

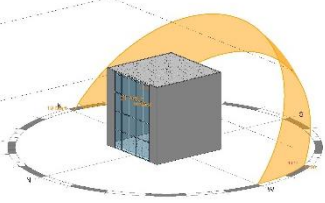
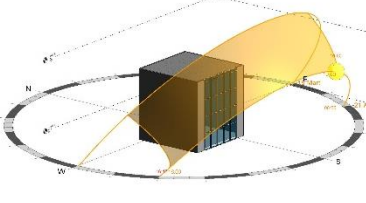
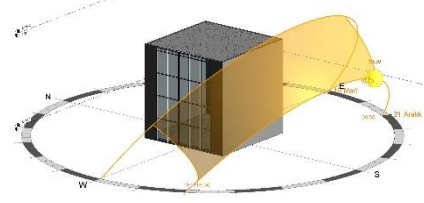
Çizelge 7. Sonbahar Mevsimi Güneş Enerjisi Kazançlarının Karşılaştırma Grafiği



Grafiklere bakıldığında sonbahar mevsimi için kazançlar; kuzey, güney, doğu (batı) yönleri için pencere oranı arttıkça güneş enerjisinden elde edilebilecek ısı kazançlarının da arttığı görülmektedir. En düşük kazançlar kuzey yöne yönlendirilmiş pencere alternatiflerindedir. Güney yöne yönlendirilmiş pencerelerden en yüksek kazançlar sağlanmaktadır. Güneş ışınları sonbahar mevsiminde yatay açı ile geldiğinden dolayı güney yönlerdeki pencerelerden elde edilebilecek güneş enerjisi kazancı oranları doğu (batı) yönüne yönlendirilmiş pencerelere göre daha yüksektir. Fakat kuzey yöne güneş ışınları hiç ulaşmadığı için Doğu (batı) yönünde pencerelerden sağlanan kazançlar kuzey yönden daha fazladır.

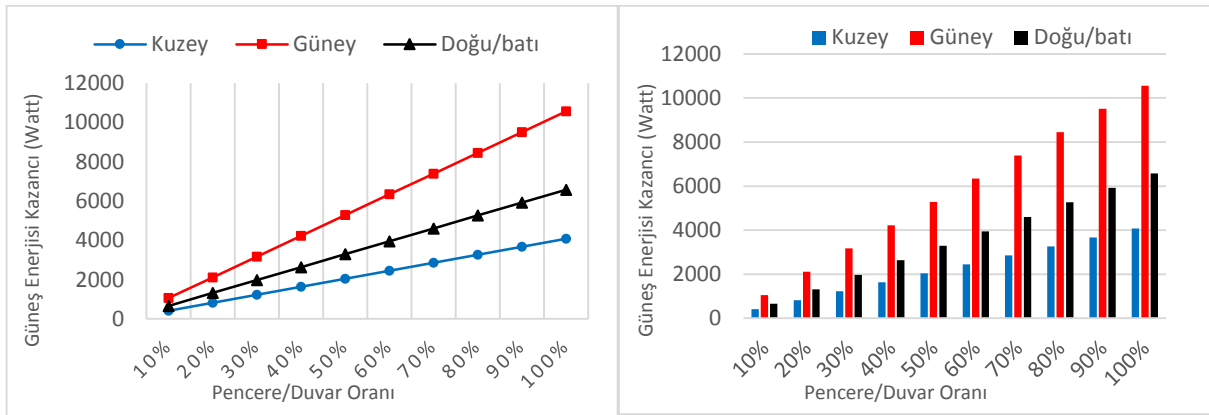
Aşağıdaki tabloda oluşturulan bina alternatiflerinin kış mevsiminde, kuzey, güney, doğu/batı yönlerine yönlendirilmiş farklı oranlarda pencere alternatiflerine göre güneşlenme özellikleri görülmektedir. Yine bu bina alternatiflerinin yönlenme özelliklerine göre kış mevsiminde güneş enerjisi kazancı değerleri yer almaktadır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Kış Mevsimi için Güneş Enerjisi Kazançları

Kış												
Yön	Kuzey			Güney			Doğu/Batı					
Kış												
Kazanç	%10	408	%60	2448	%10	1056	%60	6336	%10	657,6	%60	3945,6
	%20	816	%70	2856	%20	2112	%70	7392	%20	1315,2	%70	4603,2
	%30	1224	%80	3264	%30	3168	%80	8448	%30	1972,8	%80	5260,8
	%40	1632	%90	3672	%40	4224	%90	9504	%40	2630,4	%90	5918,4
	%50	2040	%100	4080	%50	5280	%100	10560	%50	3288	%100	6576

Tabloda yer alan bilgilere bakıldığında, kış mevsiminde en yüksek kazanç tüm yönler için açıklık oranı en yüksek olduğu %100 pencere/duvar oranında görülmektedir. Tabloda bulunan şekillerden de görüldüğü gibi güneş ışınları kuzey yöne yönlendirilmiş pencerelere direk ulaşmamaktadır. Bundan dolayı en düşük enerji kazancı 408 Watt ile %10 pencere/duvar oranı olan kuzeye yönlendirilmiş pencere alternatifi olduğu görülmektedir. Bu alternatifler içerisinde en yüksek kazanç 10560 Watt ile %100 pencere/duvar oranı ile pencerenin güney yöne yönlendirilmiş pencere alternatifinde görülmektedir. Hesaplanmış olan bu değerler dikkate alınarak aşağıdaki karşılaştırma grafikleri oluşturulmuştur (Çizelge 9).

Çizelge 9. Kış Mevsimi Güneş Enerjisi Kazançlarının Karşılaştırma Grafiği



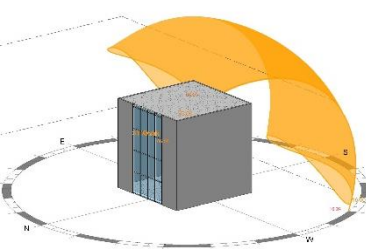
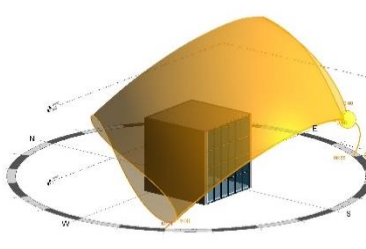
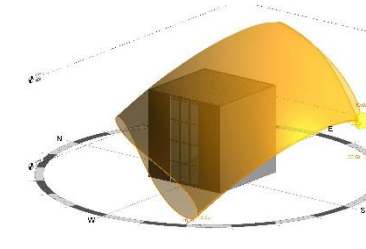
Grafiklere bakıldığında kış mevsimi için kazançlar; kuzey, güney, doğu (batı) yönleri için pencere oranı arttıkça güneş enerjisinden elde edilebilecek ısı kazançlarının da arttığı

görülmektedir. En düşük kazançlar kuzey yöne yönlendirilmiş pencere alternatiflerindedir. Güney yöne yönlendirilmiş pencerelerden en yüksek kazançlar sağlanmaktadır. Güneş ışınları kış mevsiminde yatay açı ile geldiğinden dolayı güney yönlerdeki pencerelerden elde edilebilecek güneş enerjisi kazancı oranları doğu (batı) yönüne yönlendirilmiş pencerelere göre daha yüksektir. Fakat kuzey yöne güneş ışınları hiç ulaşamadığı için doğu (batı) yönünde pencerelerden sağlanan kazançlar kuzey yönden daha fazladır.

3.2. Tüm Yıl Boyunca Kazanç

Aşağıdaki tabloda oluşturulan bina alternatiflerinin tüm yıl boyunca, kuzey, güney, doğu/batı yönlerine yönlendirilmiş farklı oranlarda saydam yüzey alternatiflerine göre güneşlenme özellikleri görülmektedir. Yine bu bina alternatiflerinin pencere yönlenme özelliklerine göre tüm yıl boyunca güneş enerjisi kazancı değerleri yer almaktadır (Çizelge 10).

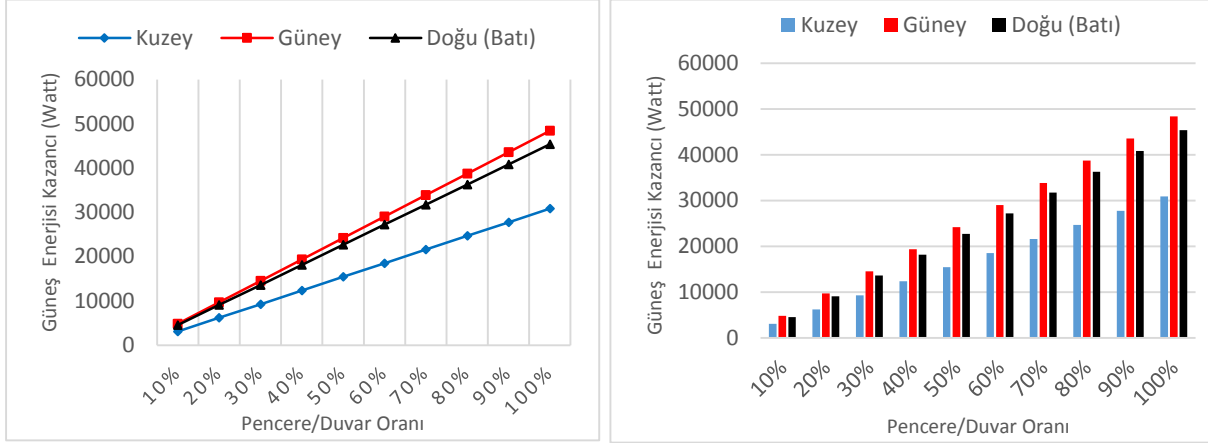
Çizelge 10. Tüm Yıl için Güneş Enerjisi Kazançları

Tüm Yıl												
Yön	Kuzey			Güney			Doğu (Batı)					
Kış												
Kazanç	%10	3086,4	%60	18518,4	%10	4838,4	%60	29030,4	%10	4536	%60	27216
	%20	6172,8	%70	21604,8	%20	9676,8	%70	33868,8	%20	9072	%70	31752
	%30	9259,2	%80	24691,2	%30	14515,2	%80	38707,2	%30	13608	%80	36288
	%40	12345,6	%90	27777,6	%40	19353,6	%90	43545,6	%40	18144	%90	40824
	%50	15432	%100	30864	%50	24192	%100	48384	%50	22680	%100	45360

Tabloda yer alan bilgilere bakıldığında, bir yıl boyunca güneşten sağlanan en yüksek kazanç tüm yönler için açıklık oranı en yüksek olduğu %100 pencere/duvar oranında görülmektedir. Tabloda bulunan şekillerden de görüldüğü gibi güneş ışınları kuzey yöne yönlendirilmiş pencerelere direk ulaşmamaktadır. Bundan dolayı en düşük enerji kazancı 3086,4 Watt ile %10 pencere/duvar oranı olan kuzeye yönlendirilmiş pencere alternatifleri olduğu görülmektedir. Bu alternatifler içerisinde en yüksek kazanç 48384 Watt ile %100 pencere/duvar oranı ile pencerenin güney yöne

yönlendirilmiş pencere alternatifinde görünmektedir. Bu değerler dikkate alınarak aşağıdaki karşılaştırma grafikleri oluşturulmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 11. Kış Mevsimi Güneş Enerjisi Kazançlarının Karşılaştırma Grafiği



Grafiklere bakıldığında bir yıl boyunca güneş enerjisi kazançları; kuzey, güney, doğu (batı) yönleri için pencere oranı arttıkça güneşten elde edilebilecek ısı kazançlarının da arttığı görülmektedir. En düşük kazançlar kuzey yöne yönlendirilmiş pencere alternatiflerindedir. Güney yöne yönlendirilmiş pencerelerden en yüksek kazançlar sağlanmaktadır. Güney yöne yönlendirilmiş pencerelerden elde edilen kazançlar ara yön olan doğu(batı) yönünden daha fazladır. Kuzey yönlerdeki pencerelerden elde edilebilecek güneş enerjisi kazancı oranları doğu (batı) yönüne yönlendirilmiş pencere alternatiflerine göre daha azdır.

3. Sonuç ve Öneriler

Enerji kaynaklarının tükenmesi ve çevre kirliliği gibi problemler göz önünde bulundurulduğunda binaların enerji etkin tasarlanması gerekliliğinin önemi açıktır. Enerji etkin tasarım yapılırken öncelikle yenilebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Güneş enerjisi tükenmeyen bir enerji kaynağıdır ve yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Soğuk iklim koşullarında güneş enerjisinden yararlanılarak ısıtma enerjisi ihtiyaçlarında azalmalar sağlanabilecektir. Çalışmada binalarda güneş enerjisinden sağlanabilecek ısı kazançları incelenmiştir. Bu kapsamda binaların yönlenme ve pencere/duvar oranları parametreleri dikkate alınarak oluşturulan bina alternatiflerinin; mevsimlere göre ve tüm yıl olmak üzere güneş enerjisi kazançları hesaplanmıştır. Yönlenme ve Pencere/duvar oranı parametrelerine göz önünde bulundurulmuş yapılar hesaplanmıştır ve değerlendirilmeler sonucunda elde edilen

verilere göre; pencerelerin kuzey, güney, doğu (batı) yönlerine yönlendirilmiş olan binaların tamamında pencere/duvar oranı arttıkça güneş enerjisi kazancı da artmaktadır. Bina pencere yüzeylerinden güneş enerjisi kazancı sağlanabileceği gibi ısı kayıpları da meydana gelmektedir. Isıtma enerjisi ihtiyacının yüksek olduğu iklim koşullarına sahip bölgelerde tasarlanacak olan binalarda pencere özellikleri de gözden geçirilerek ısı kayıplarının azaltılması yolları aranmalıdır. Bu yolla soğuk iklim koşullarında ısıtma dönemlerinde pencere yüzey oranı arttıkça güneşten elde edilen ısı kazancıda aynı oranda artacaktır. Soğutma dönemlerinde yani hava sıcaklıklarının yüksek olduğu dönemlerde ise yine güneşten sağlanan sıcaklıklar mekânlarda aşırı ısınmalara yol açacaktır. Bu durum termal konfor bakımından konforsuz mekânlar oluşmasına sebep olacaktır. Bu dönemlerde de güneş kırıcı elemanlar gibi güneş kontrolünün sağlanabileceği sistemler ile çözümler üretilerek konforsuz mekânların ortaya çıkmasının önüne geçilebilir. Binaların kuzey yönüne yönlendirilmiş pencere alternatifleri için güneş enerjisi kazançları tüm yıl boyunca diğer yönlerden düşüktür. Bu durum için kuzey yöne yönlendirilen pencerelerin bulunduğu mekânlarda ısıtma enerjisi ihtiyacı düşük olan veya sıcak havalarda kullanılan mekânlar planlanarak önlem alınabilir. Kuzey yöne yönlendirilmiş pencerelerin olduğu mekânlar sıcak mevsimlerde konforlu mekânlar olmaktadır fakat soğuk mevsimlerde güneşten çok çok düşük oranda faydalanabildikleri için bu mevsimlerde çok büyük oranda ısıtma enerjisine ihtiyaç duyulacaktır. İlkbahar ve yaz mevsimlerinde ısıtma enerjisine sonbahar ve kış mevsimine göre daha az ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle yaz mevsiminde ısıtma enerjisi konforsuz mekânların oluşmasına yol açabilir. Bundan dolayı soğutma dönemlerinde (hava sıcaklığının yüksek olduğu mevsimlerde) mekânlarda güneş enerjisi kazancının yüksek olması beklenmez. Güneş ilkbahar ve yaz mevsimlerinde Türkiye’ de bulunan alanlara dik açı ile gelmektedir. Güney yöne gelen güneş ışınları oranı doğu (batı) yönüne gelen ışıklardan daha azdır. Bundan dolayı doğu (batı) yönüne yönlendirilmiş pencere alternatiflerinin olduğu binalarda soğutma dönemlerinde sıcaklıklar güney yöne göre daha yüksek olacaktır. Sonbahar ve kış mevsiminde ise güneş ışınları daha eğik açı ile gelmektedir. Bu şartlarda güney yöne yönlendirilmiş bina alternatiflerinde güneş enerjisinden elde edilen kazançlar en yüksek oranlara sahiptir. Bu durum güney yöne yönlendirilmiş pencerelerin bulunduğu mekânlarda ısıtma enerjisi ihtiyacında önemli ölçüde azalmalar sağlayacaktır. Binaların soğutma döneminde enerji kazançlarının doğu (batı) yönünden az olması ve ısıtma dönemlerinde en yüksek kazanç oranlarına sahip olması sebebiyle güney yöne yönlendirilmiş pencere alternatiflerinin tercih edilmesi bu açıdan doğru olacaktır.

Elde edilen bu verilere ilave olarak binalarda ısıtma enerjisi her zaman gerekli olmayabilir. Konfor koşulları bakımından binaların soğutulması gereken (yaz ayları gibi) dönemlerde güneş enerjisi kazanç olmayacaktır. Aksine konfor koşulları dışında bir durum oluşmasına sebep olacaktır. Bundan dolayı soğutma enerjisi göz önünde bulundurularak yapılacak çalışmalara da ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte binaların enerji kazançlarına etki edebilecek pek çok tasarım parametresinden söz edilebilir. Bu çalışmada yönlenme ve pencere/duvar oranı parametreleri dikkate alınarak güneş enerjisi kazançları çalışılmıştır. Diğer tasarım parametreleri sabit kabul edilmiştir. Bu çalışmadan yola çıkılarak yapılacak olan çalışmalarda farklı tasarım parametrelerin de etkisi araştırılabilecektir.

Yazarların Katkısı

Çalışma tek yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma tek yazar tarafından hazırlanmıştır. Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makalede ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

Kaynaklar

- Bektaş, B. ve Aksoy, U. T. (2005). Soğuk İklimlerdeki Binalarda Pencere Sistemlerinin Enerji Performansı. Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(17), 499-508.
- Canan, F. ve Kürüm Varolgüneş, F. (2017). Mimarlığı Güneşle Buluşturmak. Yapı(430), 48-52.
- Chi, F., Wang, Y., Wang, R., Li, G. ve Peng, C. (2020). An investigation of optimal window-to-wall ratio based on changes in building orientations for traditional dwellings. Solar Energy(195), 64-81.
- Feng, G., Chi, D., Xu, X., Dou, B., Sun, Y. ve Fu, Y. (2017). Study on the Influence of Window-wall Ratio on the Energy Consumption of Nearly Zero Energy Buildings. Procedia Engineering(205), 730-737.
- Keskin, K. ve Engin, N. (2019). Toplu Konutlardaki Yerleşim Kararlarının Enerji Etkin Mimarlıktaki Rolü. Mimarlık ve Yaşam Dergisi (Journal of Architecture and Life), 1(4), 69-78. doi:10.26835/my.529411
- Koyun, T. ve Koç, E. (2017). Bir Binanın Değişken Cam ve Dış Duvar Tiplerine Göre Pencere/Duvar Alanı Oranlarının Bina Isı Kayıplarına Etkisi. Mühendis ve Makina, 58(688), 2.

- Li, H., Zhong, K., Yu, J. ve Zhai, Z. J. (2020). Solar energy absorption effect of buildings in hot summer and cold winter climate zone, China. *Solar Energy*(198), 519-528.
- Phillips, R., Luke, T., Fannon, D. ve Eckelman, M. (2020). Triple bottom line sustainability assessment of window-to-wall ratio in US office buildings. *Building and Environment*(182).
- Sayın, S. ve Koç, İ. (2011). Güneş Enerjisinden Aktif Olarak Yararlanmada Kullanılan Fotovoltaik (Pv) Sistemler ve Yapılarda Kullanım Biçimleri. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26(3), 89-106.
- TSE 825. (2013). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. Ankara.
- Van, P. ve Anne, M. (2019). Public trust in energy suppliers' communicated motives for investing in wind power. *Journal of Environmental Psychology*, 61, 115-124.
- Wang, Y., Cao, Y. ve Meng, X. (2019). Energy efficiency of industrial buildings. *Indoor and Built Environment*, 1-5.
- Yıldız, Y., Göksal Özbaltı, T. ve Durmuş Arsan, Z. (2011). Farklı Cam Türleri ve Yönlere Göre Pencere/Duvar Alanı Oranının Bina Enerji Performansına Etkisi: Eğitim Binası, İzmir. *MEGARON*, 6(1), 30-38.



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 yayınlanabilir, düzeltildikten sonra tekrar görmek isterim, istediğim düzeltmelerin kontrolünü derginin uzman bilimsel ekibi tarafından yapılması uygundur veya yayınlanamaz 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 vermektten 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 yayımlanan eseri gerçek olmayan verilere dayandırarak düzenlemek veya değiştirmek, bunları rapor etmek veya yayımlamak, 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 (Aralık 2021)

ISSN: 2667-8764

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

Sayı / Issue: 2

Cilt / Volume: 3

Aralık / December 2021

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

ALKAN, T., DURDURAN, S.S., OKKA, C. T.; Arazi Topplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimsel Analizi: Konya/Akören/Çatören Mahallesi Örneği / <i>Variational Analysis of Parcel Shapes in Land Consolidation Projects: The Case of Konya/Akören/Çatören District</i>	365 -375
SÜNBÜL, V., ERSOY TONYALOĞLU, E.; Antalya İli Kaş İlçesi Örneğinde Alan Kullanım / Arazi Örtüsü Değişim Tespiti / <i>Determination of Land Use / Land Cover Change in the Case of Kaş District of Antalya</i>	376-387
BOZKURT, H., AYDIN İPEKÇİ, C.; Yapı Sektöründe Baca Gazı Arıtma Atıklarının Araştırılması / <i>Investigation of Flue Gas Desulphurization (FGD) Wastes in the Construction Industry</i>	388-404
TAVŞAN, C., ÇELENK, A., TAVŞAN, F.; Doğa ve Teknoloji Kesişiminde Neri Oxman'ın Tasarım Yaklaşımı / <i>Neri Oxman's Design Approach at The Intersection of Nature and Technology</i>	405-424
ÖZER YAMAN, G.; Binaların Pencere/Duvar Oranı ve Yönlenme Parametrelerinin Güneş Enerjisi Kazancına Etkisi / <i>The Effect of Buildings' Window/Wall Ratio and Orientation Parameters on Solar Energy Gain</i>	425-441