11th INTERNATIONAL MAY 19 INNOVATIVE SCIENTIFIC APPROACHES CONGRESS

19-20 May 2024, Samsun / TÜRKİYE

THE PROCEEDINGS BOOK



EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Sinem KUTLU HORVATH

ISBN: 978-625-8254-51-8

https://www.19mayis.org/

11th INTERNATIONAL MAY 19 INNOVATIVE SCIENTIFIC APPROACHES CONGRESS

19-20 May 2024, Samsun / TÜRKİYE

THE PROCEEDINGS BOOK

EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Sinem KUTLU HORVATH

All rights of this book belong to IKSAD. Without permission can't be duplicate or copied.
Authors are responsible both ethically and juridically
IKSAD Publications – 2024 ©
Issued: 05.06.2024
ISBN: 978-625-8254-51-8

Bu Kitabın Tüm Hakları IKSAD Yayınevi'ne aittir.
Yazarlar etik ve hukuki olarak eserlerden sorumludurlar.
IKSAD Yayınevi – 2024 ©
Yayın Tarihi: 05.06.2024
ISBN: 978-625-8254-51-8

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

11th INTERNATIONAL MAY 19 INNOVATIVE SCIENTIFIC APPROACHES CONGRESS

DATE and PLACE

19-20 May 2024, Samsun / TÜRKİYE

ORGANIZING BOARD

Prof. Dr. Necati DEMİR
Assoc. Prof. Dr. Ayşe ERKMEN
Assoc. Prof. Dr. Bülent BAYRAKTAR
Dr. Burcu TEMEL
Süleyman Çağlar KARACA
Samira ONTUNÇ

COORDINATOR

Gönül EDEŞLER
Neslihan BALCI

NUMBER of ACCEPTED PAPERS - 92
NUMBER of REJECTED PAPERS - 20

PARTICIPANTS COUNTRY

Türkiye-79, Algeria-3, Azerbaijan-3, Georgia-1, TRNC-1, Morocco-1, Nigeria-2, Pakistan-1, Romania-1

CONTENTS

AUTHORS	PRESENTATION TITLE	NO
Ahmet ÖZBAY Özgür BALABAN	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN EMOTIONAL INTELLIGENCE AND SEXUAL SATISFACTION IN LATE ADOLASCENT WHO ARE UNIVERSITY STUDENT	1-2
Yurdagül TURAN	AN INVESTIGATION OF THE SECONDARY TRAUMATIC STRESS LEVELS AND COPING WITH STRESS OF ADOLESCENTS USING SOCIAL MEDIA	3-4
Gökhan ATAŞ Raşit ZENGİN	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TGA-TAA (GUESS-OBSERVATION-EXPLAIN-DISCUSSION-EXPLAIN) SUPPORTED SCIENCE TEACHING ON STUDENTS' CRITICAL THINKING, ATTITUDES AND MOTIVATION	5-6
Aslı TÜRKMENLİ Nurdan KALAYCI	COMPARING AND EVALUATING THE CONTENT DIMENSIONS OF SECONDARY VISUAL ARTS EDUCATION CURRICULUM (1998-2009-2018)	7-8
Elif YILMAZ	HÜSEYİN YURTTAŞ AND HIS CONTRIBUTIONS TO CHILDREN'S LITERATURE: THE EXAMPLE OF THE BLUE BALL BOOK	9-15
Mahir KAVUN	A REVIEW OF THESES PREPARED ON TECHNOLOGY IN THE DEPARTMENT OF TURKISH EDUCATION	16-23
Mahir KAVUN	TOPICS AND THEMES IN POEMS IN PRIMARY SCHOOL TURKISH TEXTBOOKS	24-34
Fatih BAHADIR Emine GÜNERİ ÖZDEMİR	THEMATIC ANALYSIS OF STUDIES ON MODEL, MODELING AND MENTAL MODEL	35-42
Aydın SELLİOĞ	THE EFFECT OF SOCIAL AND FINANCIAL LEADERSHIP TRAINING PROGRAMME ON STUDENTS' SOCIAL ENTERPRISES	43-53

Asil DERİN KILIÇ Adnan KÜÇÜKOĞLU	CURRICULUM LEADERSHIP IN HIGHER EDUCATION: A SCALE DEVELOPMENT RESEARCH	54-56
Asil DERİN KILIÇ Adnan KÜÇÜKOĞLU	CURRICULUM COMPETENCE IN HIGHER EDUCATION: A SCALE DEVELOPMENT RESEARCH	57-59
Asil DERİN KILIÇ Adnan KÜÇÜKOĞLU	CURRICULUM AGILITY AS A PROACTIVE STRATEGY IN TODAY'S VUCA WORLD: A TRADITIONAL REVIEW	60-62
Asil DERİN KILIÇ Adnan KÜÇÜKOĞLU	CURRICULUM COMPETENCE, LEADERSHIP, FLEXIBILITY AND AGILITY IN HIGHER EDUCATION: A STRUCTURAL EQUATION MODELING	63-65
Özge YILDIZ Neşe IŞIK TERTEMİZ	INVESTIGATION OF PROBLEM POSING ACTIVITIES IN PRIMARY SCHOOL MATHEMATICS TEXTBOOKS	66-67
Keziban ALTUN ERDOĞDU	ARE PEOPLE WHO CONSUME RELATIONAL GOODS HAPPY IN TURKEY? AN EMPIRICAL STUDY	68-69
Mert ÖNCEL	ACCOUNTING OF PROVISION FOR EMPLOYEE TERMINATION INDEMNITIES: COMPARISON IN TERMS OF FRS for SMEs, TAS AND MSUGT	70-82
Sinem KUTLU HORVATH	AN INNOVATIVE APPROACH IN MODERN MAINSTREAM ECONOMICS: CRITICAL REALISM	83-84
Osman İNAN Sema KONYALI	ANALYSIS OF AGRICULTURAL SUBSIDIES OF IPARD PROGRAMME IN TERMS OF RURAL DEVELOPMENT IN TEKİRDAĞ PROVINCE	85-102
İ. Ebru YAZICIOĞLU Ayça GÖKYER	PRODUCT PROPERTY ACCOUNTING IN THE SOFTWARE ACCOUNTS SYSTEM COVER: EXAMPS OF COMPARATION IN THE PLASTIC INJECTIONS INDUSTRY A CALCULATION	103-117

Mehmet Ali ŞAHBAZOĞLU Metin SAĞLAM	A LOOK AT MONEY, VIRTUAL MONEY AND CRYPTOCURRENCIES IN TERMS OF THEIR SIMILARITIES, DIFFERENCES AND QUALITIES	118-119
Sefa ÇOBAN	ANALYZING THE RELATIONSHIP BETWEEN TAX AMNESTIES AND TAX REVENUES	120-129
Erdi YAZICI	ANALYZING THE EFFECTS OF FINANCIAL CRIMES ON THE ECONOMY	130-137
Mehmet Alper NİSARİ Emir ÖZEREN	PIERRE BOURDIEU AND TOURIST GAZE IN TOURISM RESEARCH	138-139
Sakine SİNCER	BRIDGING CAPABILITIES AND SUSTAINABILITY: EXPLORING THE NEXUS THROUGH AMARTYA SEN'S CAPABILITY APPROACH	140-148
Muhammad FAISAL	SPREADS AND HAPPENSTANCES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMATIC REVIEW OF CURRENT TENDENCIES AND CONTEMPLATIONS	149
Irina-Ana DROBOT	ATTRACTION TO OLD OBJECTS	150-160
Kemal ÇAPOĞLU İbrahim KOÇ	WOMEN'S NARRATIVE IN FEMALE GOTHIC AND TART NOIR: A COMPARATIVE ANALYSIS	161
Ajayi, Olayemi T. Oyewunmi, Taiwo	CREATIVITY UNLEASHED: LONGITUDINAL STUDY ON THE INFLUENCE OF ART EDUCATION PROGRAMS ON ENTREPRENEURIAL THINKING AND INNOVATION IN YOUNG ADULTS	162-163
Abdelkarim BOUA	PRIME RINGS AND BANACH ALGEBRAS WITH GENERALIZED (A, B)-DERIVATIONS	164
FETTOUCH Houari	LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS AND LOGARITHMIC DERIVATIVE	165

Kubra Nur AKPINAR Onur AKAR Umit Kemalettin TERZI Okan OZGONENEL	LONG TERM WIND SPEED FORECASTING BASED ON ARIMA TIME SERIES MODEL	166-173
Murat HACI Onur AKAR Umit Kemalettin TERZI	EVALUATION OF HIGH INRUSH CURRENTS OCCURRING DURING FIRST OPERATION IN SPEED COOKING AND HYBRID MICROWAVE OVENS	174-182
Mohammed HACHEMAOUI Bouhadjar BOUKOUSSA Adel MOKHTAR	PRODUCING COMPOSITE MATERIALS COMPRISING METAL NANOPARTICLES AND ACTIVATED CARBON FOR THE CATALYTIC ELIMINATION OF ORGANIC POLLUTANTS	183
Fatima HABECHE Bouhadjar BOUKOUSSA Fadila BENALI Adel MOKHTAR Mohammed HACHEMAOUI	THE USE OF INNOVATIVE MESOPOROUS MATERIALS OF THE MCM-41 TYPE, DOPED WITH AgNPs and CuO, FOR THE TREATMENT OF TOXIC POLLUTANTS	184
Anyasi, Raymond Oriebe Eze, Nnamdi Callistus Agbo, Desmond Chiagozie Ifechukwu, Paul Emeka	IAA AND ITS ENHANCING GROWTH PARAMETERS IN TOBACCO	185-192
Aslıhan KURT-KIZILDOĞAN Çiğdem OTUR Sezer OKAY Sedef TUNCA-GEDİK	RNA-SEQ ANALYSIS OF STREPTOMYCES CLAVULIGERUS LACKING TUNRS TWO-COMPONENT SYSTEM	193-195
Mehmet BAKIRCI Yasser Abbas Ali AL-SUDANI	DESIGN OPTIMIZATION BY TORQUE RESULTS: NEW DARRIEUS TURBINE DESIGNS WITH ADDED SECOND BLADES	196-218
Mehmet BAKIRCI Ali Yousuf Salih ZIKRI	THERMODYNAMIC ANALYSIS OF SOLAR OCEAN THERMAL ENERGY CONVERSION SYSTEM	219-240
Mehmet Selim YAVUZ	“KARANLIK KEFENİN İÇİNDE [IN THE DARK SHROUD]”: A READING OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BLACK METAL MUSIC AND RELIGION THROUGH LYRICS	241-254
Didem DEMİRALP	POETICS& ARISTOTLE’S CONCEPT OF CHARACTER	255-260

Hülya ERGENE	ON ROUNDINGS AND SOME EXAMPLES IN UZBEK TURKISH	261-262
Mustafa Samet KUMANLI	TURKISH DICTIONARY AND KUBBEALTI DICTIONARY IN TERMS OF CROSS REFERENCE	263-270
Pınar SEVGİLİ	COMPARATIVE STUDY OF THE USE OF IDIOMS IN MERT ARIK AND ŞERMİN YAŞAR'S CHILDREN'S BOOKS	271-272
Nanuli KAÇARAVA Ketevan LORTKIPANIDZE	ANALYSIS ON A MIGRATION NOVEL	273-274
Mustafa GÜNEŞ İbrahim ÇAYIROĞLU	QUALITY CONTROL AND DEFECT DETECTION IN SCREWS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED IMAGE PROCESSING METHOD	275-285
Fakı BİNBOĞA Ali ÇINAR	STRUCTURAL ADDITIONAL DESIGNS ON SEMI TRAILERS AND ANALYSIS OF THEIR AERODYNAMIC EFFECTS	286-287
Fatih ONGÜL	IMPACT OF COPPER-DOPED VANADIUM PENTOXIDE ON THE PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE OF PEROVSKITE SOLAR CELLS	288
Tevfik ÇETİNTAŞ Güngör YILDIRIM	AUTOMATIC LIVER TUMOR SEGMENTATION FROM COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES WITH DEEP LEARNING TECHNIQUES	289-300
Perihan AKSU	HISTORICAL DEVELOPMENT OF NANOMAGNETISM AND INVESTIGATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF MAGNETIC THIN FILMS	301-302
Tolga ÇİT Derya YILMAZ Tuğba ÇAVİŞ Emre ALP Hale AYDIN	A SOFTWARE TOOL DEVELOPED FOR AUTOMATIC DIAGNOSIS OF PES PLANUS	303-311
Gülbahar AVCI F. Betül YILMAZ GÜLER Ş. Hakan ATAPEK	INVESTIGATION OF FAILURE INDUCED BY STRESS CORROSION CRACKING IN CuZn30 BASED BULLET CASE	312-317

Musa DÖNMEZ Mehmet Onur GENÇ İsmail KAMIŞ	EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON IMPROVEMENT OF PASSIVE SUSPENSION INPUT PARAMETER IN VARIOUS ROAD TYPE	318-321
Abbasova Mayisa Mammad	AZERBAIJAN ON THE GREAT SILK ROAD - HISTORY AND PERSPECTIVES	322
Samet DİNÇER Fatma GÜNDÜZ	DISASTER MANAGEMENT POLICY IN THE FIRST PERIOD OF THE REPUBLIC: THE EXAMPLE OF THE LADİK EARTHQUAKE OF 1943	323-324
Semra KOÇLU	REPUBLICAN PERIOD TOURISM POLICY	325-326
Ali AKSOY	BEFORE AND AFTER SALAUDDIN EYYUBI'S CONQUEST OF JERUSALEM, SOCIAL LIFE AND MULTICULTURAL LIFE IN JERUSALEM	327-339
Nebahat KAYAER	ACTIVE PERSONALITY PRINCIPLE IN TURKISH CRIMINAL LAW	340-341
Cemal GÜNER Ceren ORAK	REINFORCING PROPERTIES OF NATURAL FIBRES IN RUBBER COMPOUNDS	342-349
Melda GÜLER Yunus Emre ŞIMŞEK	CHARACTERISTICS AND PERFORMANCES OF HEAVY METAL AND DYE REMOVAL CAPACITIES OF MACROALGAE FROM INDUSTRIAL WASTEWATER	350-359
Harun AYDIN Yunus Emre ŞIMŞEK	UTILIZATION OF BIOCHARS FROM MACROALGAE FOR HEAVY METAL REMOVAL	360-371
Murat DEMİR Cansu AYDOĞAN Berkay ŞERAN Ceyda HEMEN	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SILVER-BASED METAL COMPLEXES AND INVESTIGATION OF THEIR SURFACE-ACTIVE PROPERTIES	372-373
Beranur DİBLİ Ghassan H. MATAR Müberra ANDAC	SYNTHESIS OF BIOPOLYMER CONTAINING CHITOSAN/VANILLIN FILMS AND THEIR FOOD PACKAGING APPLICATIONS	374-375

İbrahim PALAZ Müberra ANDAC	GAS CHROMATOGRAPHY IN FORENSIC DRUG ANALYSIS	376-377
Ömer YENİ Ayşe KULEYİN	NUTRIENT RECOVERY IN THE FORM OF AMMONIUM SULFATE FROM SAMSUN METROPOLITAN LANDFİLL LEACHATE	378-379
Ömer YENİ Ayşe KULEYİN	OBTAINING FERTILIZER IN THE FORM OF MAGNESIUM AMMONIUM PHOSPHATE FROM LEACHATE AND PLANT APPLICATIONS	380-381
Hasan Arda ÇİÇEK Sebahat K. OZMAN-SULLIVAN	HOUSE DUST MITES IN TÜRKİYE	382-383
Sümeyra AKIN Meltem BULUT Ünal ZEYBEKOĞLU	THE EFFECT OF DIFENACOUM RODENTICIDE ON THE GROWTH OF CALLIPHORA VICINA (DIPTERA: CALLIPHORIDAE)	384-392
Döne ATILGAN Munise Handan GÜNEŞ	AWARENESS OF TEACHER CANDIDATES ON GLOBAL CLIMATE CHANGE	393-418
Tugba YALCINKAYA Elif ERCAN Ahmet CARHAN	ADVANCEMENTS IN DNA EXTRACTION METHODS: A COMPARATIVE ANALYSIS	419-427
Önder ÇALIŞKAN Murat TAŞ Nilüfer TAŞ	INNOVATIVE SUSTAINABLE BUILDING PRODUCTION WITH THREE-DIMENSIONAL PRINTER TECHNOLOGY	428-437
Hilal ÇIKRIKLAR Murat TAŞ Nilüfer TAŞ	INNOVATIVE APPROACHES IMPACTING 21ST CENTURY HOSPITAL ARCHITECTURE IN TURKEY	438-439
Elif ERYÜZ Onur ŞAHİN	COST COMPARISON OF RIGID AND FLEXIBLE ROAD DESIGNS	440-451
Elif ERYÜZ Onur ŞAHİN	USE OF FLEXIBLE SUPERSTRUCTURE MATERIALS IN ALTERNATIVE APPLICATION AREAS	452-456
Oksana Məmmədova	THE PLANNING STRUCTURE OF SHUSHA CASTLE GATES OF AZERBAIJAN DEFENSE ARCHITECTURE	457-464

Ehsan Daneshyar	EDIBLE GARDEN VERSUS DECORATIVE LANDSCAPE: A STUDY OF LANDSCAPE USAGE IN CYPRIOT RESIDENTIAL BUILDINGS AND CONTEMPORARY APARTMENT BUILDINGS IN KYRENIA DISTRICT, NORTH CYPRUS	465
Funda KOÇER Alperen DEDE	TULIP MOTIF IN TURKISH TILE ART AND TULIP DESIGNS OF MEHMET KOÇER	466-467
Ahmet Hamdi ZAFER Barış KENKER	19TH CENTURY ROMANTIC PERIOD COMPOSER: JULES ÉMILE FRÉDÉRIC MASSENET	468-469
Serhat TOPTAŞ	THE EFFECT OF CONFLICT PHENOMENA IN NARRATIVES ON THE AUDIENCE	470-471
Ömer AYDIN Muammer FEVZIOĞLU BOZKURT	SEMIOTIC ANALYSIS OF THE SOCIAL ONTOLOGY OF PHOTOREALIST PRACTICES	472-473
Yeliz BOLAT Ecem Sena ÖZTÜRK Merve NUR KAYA Şeyma NUR YAYLA	EXAMINING THE VIEWS OF STUDENTS AND TEACHERS ON REDESIGNED TRADITIONAL CHILDREN'S GAMES	474-475
Mirvari Rəhimova	THE INFLUENCE OF THE PSYCHOLOGICAL CLIMATE IN THE FAMILY ON PARENT-CHILD RELATIONS	476-480
Eda KARACAN Rahşan BALAMİR BEKTAŞ Yankı KÜMBETLİOĞLU	EXAMINING BODY PRESENTATION IN SOCIAL MEDIA USE ACCORDING TO GENDER AND AGE FACTORS	481-482
Yusuf Umut BATI Mert SEZER Enes AKYÜZ Mushap KURU Ali Haydar KIRMIZIGÜL	EVALUATION OF PHYSICAL EXAMINATION, HEMATOLOGY AND BIOCHEMICAL PARAMETER FINDINGS IN HEALTHY NEONATAL CALVES OF SIMMENTAL BREED ACCORDING TO SEX	483-489
Mert SEZER Yusuf Umut BATI Enes AKYÜZ Mushap KURU	COMPARISON OF VITAL AND HEMATOLOGICAL FINDINGS ACCORDING TO GENDER IN NEONATAL CALVES WITH SEPSIS	490-496

Ahmet Eren HEZER	HEMANGIOSARCOMA CASE IN A 13-YEAR-OLD GERMAN SHEPHERD DOG	497-510
Sibel GÖKÇE	A NOTE ON EXISTENTIALIST TRADITION AND EXISTENTIAL PSYCHOTHERAPY	511-514
Mücahit AKER Lütfü BEKAR	IS SPONTANEOUS CORONARY ARTERY DISSECTION TRULY SPONTANEOUS?	515-517
Berkay AYGÜN Ahmet KAR	EVALUATION OF FACTORS ASSOCIATED WITH POSTPARTUM DEPRESSION: THE CASE OF A PRIVATE HOSPITAL	518-526
Orhan DELİCE Zülbiye DEMİR BARBAK Fatma Aybiçe KARACA İrem ÇOBANOĞLU	A CASE OF SHAKEN BABY SYNDROME	527-528
Murat GENÇ	1. EVALUATION OF PATIENT TRANSFERS FROM PRIMARY HEALTH CARE FACILITIES	529-530
Murat GENÇ	EVALUATION OF TRANSFERS OF TRAUMA PATIENTS UNDER 18 YEARS OF AGE	531-532
Aynur OĞUZ Uğur SEVİNÇ Fatma AYHAN	EXAMINING SPIRITUALITY AND THE NEED FOR SPIRITUAL CARE IN PATIENTS	533-543

11th INTERNATIONAL MAY 19 INNOVATIVE SCIENTIFIC APPROACHES CONGRESS
19-20 May 2024, Samsun / TÜRKİYE
WEB: https://www.19mayis.org
E-MAIL: 19mayiskongresi@gmail.com

ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ İLE YENİLİKÇİ SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPI ÜRETİMİ

Önder ÇALIŞKAN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
ORCID: 0009-0006-8498-9013

Prof. Dr. Murat TAŞ
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
ORCID: 0000-0001-6152-5650

Prof. Dr. Nilüfer TAŞ
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
ORCID: 0000-0002-3627-2011

ÖZET

Yapı üretim süreci; bilgiyi, kaynağı ve zamanı en verimli şekilde kullanarak belirli kalite standartlarındaki sonuç ürününü ortaya koymayı hedeflemektedir. Teknolojik gelişmeler, bu hedefler doğrultusunda inovasyona dayalı yeni yapım tekniklerinin ve malzemelerin üretiminin geliştirilmesine uygun zemin hazırlamaktadır. Geliştirilen yapım tekniklerinden biri de üç boyutlu yazıcı teknolojisidir. Üç boyutlu yazıcı teknolojisi yapım sürecinde, sürenin kısalması, maliyetin ve iş gücüne ihtiyacın azalması, karmaşık formların hatasız, seri ve standart üretimini sağlaması gibi olanaklar sunmaktadır. Ayrıca prefabrike üretime ve modüler üretime olanak sağlayan esnek üretim yeteneği de sahip olduğu avantajlar arasında yer almaktadır.

Hammadde ve enerji krizlerinin yaşandığı günümüz dünyasında, atık malzemelerin üç boyutlu yazıcılarda kullanılan malzemelerin üretiminde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Genellikle beton, çelik ve plastik bazlı karışımlardan oluşan üç boyutlu yazıcılarda kullanılan malzemelerin içeriğinde geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılmasıyla; sürdürülebilirlik açısından önemli bir konu olan atıkların yeniden üretime döndürülmesi ve kaynakların verimli kullanılması, çevresel etkilerin azaltılması açısından önemli iyileştirme fırsatları sunmaktadır.

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi sıklıkla konut üretiminde kullanılmaktadır. Amsterdam'ın De Wallen bölgesinde bir su kanalı üzerinde bulunan ve üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile üretilmiş çelik yaya köprüsü, bu teknolojinin farklı tipteki yapıların üretiminde kullanılması konusunda öne çıkan bir örnek olmuştur. Köprünün karmaşık formlu yapısı, yaygın olarak kullanılan inşaat teknikleri ile yapımı mümkün olmayan tasarımların hayata geçirilmesi konusunda, üç boyutlu baskı teknolojisini değerlendirilmesi gereken önemli bir yapım tekniği yapmaktadır.

Uzay teknolojileri alanında da üzerinde çalışmalar yapılan üç boyutlu yazıcı teknolojisi, uzayda ya da başka bir gezegen üzerinde üretilecek farklı işlevlerdeki yapıların yapımında kullanılması ön görülen yapım teknikleri arasında yer almaktadır. Üç boyutlu baskı teknolojisinin gelecekte yapı üretimine olan potansiyel katkısının, bu teknolojiyi anlamaya ve geliştirmeye yönelik çalışmalar sayesinde artacağı savunulmaktadır.

Makale, üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılarak elde edilen ya da henüz konsept tasarım aşamasında olan farklı işlevlerdeki yapılar ile, baskı malzemeleri üzerine yapılan çalışmaları incelemekte, güncel duruma ve sürdürülebilirlik bağlamında taşıdığı iyileştirme potansiyellerine bir bakış sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Sürdürülebilir Bina Üretimi, Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi.

11th INTERNATIONAL MAY 19 INNOVATIVE SCIENTIFIC APPROACHES CONGRESS
19-20 May 2024, Samsun / TÜRKİYE
WEB: https://www.19mayis.org
E-MAIL: 19mayiskongresi@gmail.com

INNOVATIVE SUSTAINABLE BUILDING PRODUCTION WITH THREE-DIMENSIONAL PRINTER TECHNOLOGY

ABSTRACT

The building production process aims to produce a final product with certain quality standards by using information, resources, and time in the most efficient way. In line with this goals, technological advances provide a favourable environment for the development of new construction techniques and materials based on innovation. One of the construction techniques developed is three-dimensional printer technology. Three-dimensional printer technology offers opportunities in the building production process, such as shortening the time, reducing the cost and the need for labor, providing error-free, serial and standardized production of complex forms. In addition, flexible production capability that allows prefabricated production and modular production are among its advantages.

In today's world of raw material and energy crises, studies are being carried out to utilize waste materials for the production of materials used in three-dimensional printers. With the use of recycled materials in the content of materials used in three-dimensional printers, which generally consist of concrete, steel and plastic-based mixtures; returning waste to production and using resources efficiently, which is an important issue in terms of sustainability, offers significant improvement opportunities in terms of reducing environmental impacts.

Three-dimensional printer technology is often used in housing production. The steel pedestrian bridge over a water canal in the De Wallen district of Amsterdam, which was produced with three-dimensional printer technology, has become a prominent example of the use of this technology in the production of different types of structures. The complex structure of the bridge makes three-dimensional printing technology an important construction technique that should be evaluated in the realization of designs that cannot be constructed with commonly used construction techniques.

Three-dimensional printer technology, which is also being studied in the field of space technologies, is among the construction techniques that are foreseen to be used in the construction of structures with different functions to be produced in space or on another planet. It is argued that the potential contribution of three-dimensional printing technology to building production in the future will increase through studies aimed at understanding and developing this technology.

The article examines the different functional structures that have been produced using three-dimensional printer technology or are still in the concept design phase, and the studies on building materials, and provides an overview of the improvement potentials in the context of sustainable building production.

Keywords: Innovation, Sustainable Building Production, Three-Dimensional Printer Technology

GİRİŞ

Proje üretim ve yapım süreci; bilgiyi, kaynağı ve zamanı en verimli şekilde kullanarak belirli kalite standartlarındaki sonuç ürününü ortaya koymayı hedeflemektedir. Teknolojik gelişmeler, bu hedef doğrultusunda inovasyona dayalı yeni yapım tekniklerinin ve malzemelerin üretiminin geliştirilmesine uygun zemin hazırlamaktadır. Bu hedefler doğrultusunda geliştirilen yapım tekniklerinden biri de üç boyutlu yazıcı teknolojisidir.

ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, dijital üç boyutlu bir bilgisayar modeli temel alınarak, malzemenin ardışık katmanlar halinde biriktirilmesiyle, elde tutulur gerçek nesnelerin oluşturulduğu bir üretim yöntemidir. Üç boyutlu yazıcılar mühendislik ar-ge çalışmaları, otomotiv, tıp, uzay ve havacılık, savunma sanayi, eğitim, kuyumculuk, mimarlık, inşaat gibi farklı sektörlerde kullanılmakta ve giderek yaygınlaşmaktadır.

Üretilecek nesnenin niteliğine, baskı teknolojisine ve baskı malzemesinin çeşitliliğine bağlı olarak farklı tiplerde (SLA, DLP, SLS, FDA, FDM, LOM vb.) üç boyutlu yazıcılar geliştirilmiştir. Hızlı prototip oluşturma, ürün geliştirme, ürünü özelleştirme, atık üretiminin azaltılması ve karmaşık geometrilerin hatasız olarak üretilmesi gibi sahip olduğu avantajlar sayesinde geleneksel imalat yöntemlerine kıyasla ön plana çıkmaktadır.

Üretim süreci bir CAD yazılımı veya bir üç boyutlu tarayıcı yardımıyla dijital modelin elde edilmesiyle başlamaktadır. Yazıcıya aktarılan model 3 boyutlu model üçgenler haline getirilmekte ve ‘’stl’’ formatına dönüştürülmektedir. Ardından dilimleme yöntemiyle model katmanlara ayrılmakta ve basıma hazır hale gelmektedir. Yazıcı, dijital modelden gelen talimatları takip ederek malzemeyi ardışık katmanlar halinde biriktirmekte ve gerçek nesneyi oluşturmaktadır (Felek, 2019) (Sönmez ve diğerleri, 2018).

ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ İLE YAPI ÜRETİMİ

Başlangıçta, proje konsept aşamasında oluşturulan maketin üretiminde kullanılan üç boyutlu yazıcılar, yaşanan gelişmeler sayesinde, yapıdaki çeşitli yapı bileşenlerinin, cephe elemanlarının, mobilyaların üretiminde kullanılabilir olmuş, ardından yapının kendisinin üretiminde kullanılan bir teknoloji haline gelmiştir. Günümüzde üç boyutlu yazıcılar bir yandan evlerimize girecek kadar küçük ve ulaşılabilir hale gelip ihtiyaç duyduğumuz birçok ürünü üretmemize imkan sağlarken bir yandan da inşaat sektöründe daha hızlı ve daha düşük maliyetli inşaat projelerinin hayata geçirilmesini mümkün hale getirmektedir (Akbaba ve Akbulut, 2021). Üç boyutlu yazıcı ile yapı üretimi geleneksel inşaat teknikleriyle karşılaştırıldığında, yığma yapım sistemiyle büyük oranda benzerlik göstermektedir.

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi bina yapım sürecinde, inşaat süresinin kısalması, iş gücüne ihtiyacın azalması, gerektiği kadar malzeme ve enerji kullanımı nedeniyle yapım maliyetinin düşmesi, atık üretiminin azalması, karmaşık formların hatasız, seri ve standart üretimini sağlaması gibi önemli avantajlar sunmaktadır. İnşaat sahasının yanı sıra atölye ortamında kullanılmasıyla prefabrike üretime olanak sağlayan esnek üretim yeteneği ve modüler üretim yeteneği de sahip olduğu diğer avantajlar arasında yer almaktadır.

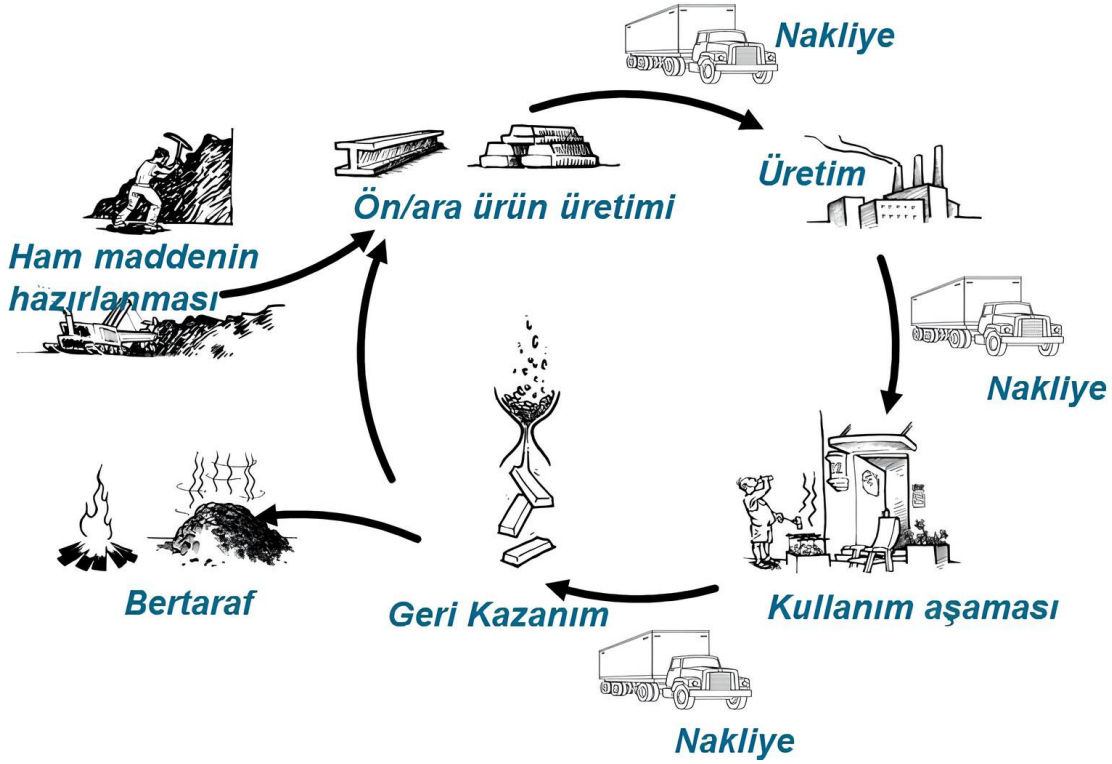
Yapı üretimi alanında öne çıkan birçok avantajına rağmen; şantiye ortamının fiziksel şartları, henüz yeterince ucuz ve ulaşılabilir bir teknoloji olmaması, yeterli sayıda yetişmiş operatörün bulunmaması ve inşaat sektörünün makineleşmesiyle yaşanacak olan işsizlik sorunu bu teknolojinin sahada yaygın kullanımına engel olmaktadır (Akben, 2017).

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, son yıllarda inşaat sektöründe önde gelen yenilikler arasında yer almaktadır. Teknolojik gelişmeler paralelinde baskı malzemeleri üzerine çalışmalar yapılmakta ve üç boyutlu yazıcı tabanlı yeni yapım teknikleri geliştirilmektedir. Sahip olduğu avantajlar sayesinde birçok araştırmacının ve şirketin dikkatini çeken bu teknolojinin sahada kullanımının yaygınlaşması ve büyük ölçekli yapı üretimlerinde kullanılması hedeflenmektedir (Wolf, 2015).

MALZEME KULLANIMI

Hammadde üretimi ve tedariği, enerji kaynaklarının kullanımı konusunda krizlerin yaşanmaya başladığı günümüzde, birincil ve ikincil üretimin optimizasyonu konusunda malzeme yaşam döngüsü değerlendirmesi önemli bir etken haline gelmiştir.

Genel olarak beton, metal, plastik ve biyo-bozunur esaslı karışımlardan oluşan baskı malzemelerinin içeriğini oluşturan malzemelerin üretim süreçlerine ve baskı malzemeleri içeriğinde geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımına yönelik yürütülen çalışmalar; sürdürülebilirlik açısından önemli bir konu olan kaynakların verimli kullanımı, çevresel etkilerin azaltılması ve atıkların yeniden üretime döndürülmesi konularında önemli iyileştirme fırsatları sunmaktadır.



Şekil 1: Malzeme Yaşam Döngüsü
Kaynak: (Omurca, 2018).

Kullanılacak malzemenin yakın çevreden temin edilmesi yapım maliyetlerinin yanı sıra üretim ve nakliye süreleri ile yapım eyleminin çevresel etkilerinin de azaltılmasını sağlamaktadır. Gerçekleşen doğrudan veya dolaylı faaliyetlerle çevreyi ciddi anlamda kirleten inşaat sektörü için üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile yürütülen bir yapım süreci, geleneksel yapım teknikleri ile yürütülen bir yapım sürecine göre daha az çevresel etki yaratma potansiyeline sahiptir.

Araştırma kuruluşları, teknoloji, metalurji ve mekanik üzerine çalışmalar yürüten özel şirketler yaptıkları çalışmalarla üç boyutlu yazıcı teknolojisini, daha yüksek verimlilik, basit kullanım ve daha düşük maliyetler ile kullanıma sunmayı amaçlamaktadır. Bu amaçlarla yürütülen çalışmaların, farklı tipteki üç boyutlu yazıcıları ve yazıcılarda kullanılacak yenilikçi baskı malzemelerini yapımcılar için daha cazip hale getirerek, üç boyutlu yazıcı teknolojisinin kullanımını yaygınlaştırması beklenmektedir (EY, 2019).

Yapım maliyetlerini azaltmak ve yapımda daha çevre dostu malzemeler kullanmak amacıyla üç boyutlu yazıcılar için geliştirilen karbon nötr özellikli jeopolimer çimento bazlı karışımların yapımda kullanılması, yapı üretiminin daha düşük maliyetler ve daha az çevresel etki ile gerçekleştirilmesi konusunda örnek bir çalışma olarak değerlendirilebilmektedir (CyBe, 2023).

Beton esaslı üç boyutlu baskı malzemeleri üzerine yapılan bir diğer çalışmada, reaktif magnezyum oksit çimento esaslı beton, kalsiyum sülfoalüminat çimento esaslı beton ve Portland çimentosu esaslı beton karışımları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda enerji tasarrufu ve atık açısından en iyi performansı reaktif magnezyum oksit çimento kullanımının, en kötü sonucu Portland çimentosu kullanımının gösterdiği tespit edilmiştir. Portland çimentosu yerine kalsiyum sülfoalüminat veya reaktif magnezyum oksit çimentosu kullanılarak inşa edilen bir binanın yaşam döngüsü değerlendirmesinde karbondioksit emisyonunun 400 kata kadar azaldığı görülmüştür (Mahdi ve diğerleri, 2022).

YAPI ÖRNEKLERİ

Üç boyutlu yazıcılar yapı üretimi alanında çoğunlukla konut yapılarının üretiminde kullanılmaktadır. Yürütülen çalışmalar ışığında farklı işlevlerdeki yapıların üretim faaliyetlerinde bu teknolojinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Çalışmada; üretim yöntemi, süre, maliyet ve atık oluşumu gibi çeşitli konularda karşılaştırmaya olanak sağlayacak farklı işlevdeki 4 farklı yapı ve konsept aşamasındaki çalışmalar örnek olarak seçilerek; üç boyutlu yazıcı teknolojisinin sahip olduğu esnek üretim yeteneğinin farklı alanlara yansıması gösterilmektedir.

Örnek 1: ‘’Paremoremo House’’

Yapı, Yeni Zelanda'nın Auckland kentinde bulunmaktadır. Şu anda Güney Yarımküre’nin en büyük, tamamen üç boyutlu yazıcılarla basılmış ilk evi olarak kabul edilmektedir. Dorrington Atcheson Architects tarafından tasarlanan yapı, QOROX tarafından deprem ve su baskını gibi doğal afetlere dayanıklı olacak şekilde ön üretimli inşa edilmiştir. Yapım şirketinin aktardığına göre yapı bileşenlerinin baskı süreci yalnızca birkaç hafta içinde tamamlanmıştır (QOROX, 2022).



Şekil 2: Paremoremo House Yapım Süreci
Kaynak: (QOROX, 2022).

Döşeme panelleri ve yaklaşık 360 m² yüzey alanına sahip 63 adet duvar panelinden oluşan yapının inşasında, saha dışı baskı sürecinin olabilecek en verimli şekilde ilerlemesi amacıyla üç boyutlu beton baskı tekniği kullanılmıştır. Bu tekniğin sahip olduğu esnek üretim yeteneği ve malzeme kullanımı ile, geleneksel yapım teknikleriyle yapıma göre daha uygun maliyetli ve sürdürülebilir bir inşa süreci gerçekleşmiştir.

Yapıda %80 oranında yerel malzemeler kullanılarak, mevcut beton yapılara kıyasla emisyonlarda %30 azalma elde edilmiştir (CyBe, 2022).

Örnek 2: ‘’Las Casitas’’

Amerika Birleşik Devletleri’nin Teksas eyaletindeki Round Top kasabasında bulunan proje, 2023 yılında tamamlanmıştır. Alanları 45-75 m² arasında değişen 5 adet kısa süreli konaklama ünitesinden oluşan proje, Hive3D Builders tarafından sahada üç boyutlu yazıcılar kullanılarak hayata geçirilmiştir (Hive3D Builders, 2023).

Yapımda, üç boyutlu beton baskı tekniğinin benimsenmesinin desteklenmesi ve projenin daha uygun maliyetli ve sürdürülebilir bir şekilde tamamlanması amacıyla üç boyutlu yazıcı teknolojisi tercih edilmiştir. Yapıları oluşturan duvarların baskı süreci ünite başına 3-5 gün sürmüş olup, duvar üretiminin ardından geleneksel ahşap çatı uygulaması ve yüzey işlemlerine geçilmiştir. Projenin tamamı (arazinin tesviyesinden teslime kadar olan süre) 6 ayda tamamlanmıştır. Günler sürecek inşaat kalemlerinin sadece birkaç gün içerisinde tamamlanması, üç boyutlu yazıcıların yapım süresinin ve süreye bağlı olan maliyetlerin azaltılması konusundaki potansiyelini açık bir şekilde ortaya koymaktadır (CyBe, 2023).



Şekil 3: Las Casitas Yapım Süreci
Kaynak: (Hive3D Builders, 2023).

Yapıyı oluşturan duvarların 10 inç (25,40 cm) kalınlığında, içi boşluklu olacak şekilde basılmasıyla, betonarme yapılara göre daha dayanıklı, duvar içerisindeki hava boşluklarının sağladığı yalıtım özelliği ile enerji verimli yapılar elde edilmiştir. Ayrıca yapımda kullanılan puzolanik çimento karışımı ile, karbon emisyonunun %93'e kadar azaltılması sağlanmıştır. Projeyi hayata geçiren Hive3D Builders’ın CEO'su Timothy Lankau, yapımın maliyetinin geleneksel yöntemlerin kullanılmasından daha düşük olmasının yerel malzeme kullanımı ve üç boyutlu yazıcı teknolojisi sayesinde mümkün olduğunu belirtmektedir. (CyBe, 2023).

Örnek 3: ‘’Smart Bridge’’

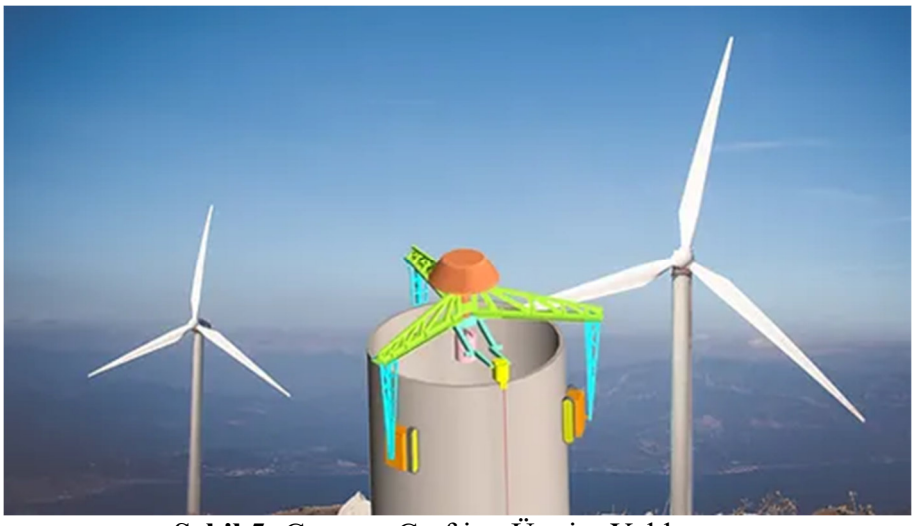
Amsterdam’ın De Wallen bölgesinde bir kanal üzerinde bulunan proje, Joris Laarman Lab, MX3D ve Arup tarafından 2021 yılında tamamlanmıştır. Köprü 12,5 metre uzunluğunda ve 6,3 metre genişliğinde, 4,5 ton ağırlığındadır. Ön üretimli olarak üretilen köprünün yapımında 1.100 km uzunluğunda çelik ip kullanılmıştır (MX3D, 2021).



Şekil 4: Smart Bridge Yapım Süreci
Kaynak: (MX3D, 2021).

Yapı, üç boyutlu çelik baskı teknolojisi ile karmaşık formların büyük çapta üretilmesi konusunda hayata geçirilmiş güncel bir örnek olma özelliği taşımaktadır. Köprünün karmaşık formlu yapısı, yaygın olarak kullanılan inşaat teknikleri ile yapımını zorlaştırırken, üç boyutlu yazıcı teknolojisi bu yapıyı hatasıza yakın bir şekilde elde etmeyi mümkün hale getirmektedir.

Örnek 4: ''Altyapı''
Mevcut kule inşa yöntemiyle uygun maliyetli daha yüksek yapıların inşasının mümkün olmaması, rüzgar tribününün gövdesinin taşınması için özel gereklikler olması ve bu gerekliliklerin yarattığı ek zorluklar ve maliyetler, sahada yüksek irtifalarda ve olumsuz hava şartlarında montaj için gereken iş gücünü en aza indirme çabası gibi konular altyapı birimlerinin inşa süreçlerine üç boyutlu yazıcıların entegre edilmesine yönelik yapılan çalışmalar için motivasyon oluşturmaktadır.



Şekil 5: Contour Crafting Üretim Yaklaşımı
Kaynak: (Contour Crafting, 2021).

Contour Crafting tarafından geliştirilen otonom üç boyutlu yazıcı sistemi; yapıya tırmanabilen robotik sistem, üç boyutlu yazıcı modülü ve malzeme dağıtım sisteminden oluşmaktadır. Çalışma yapım sürecini otonom bir hale getirip üç boyutlu yazıcıların sahada üretim yeteneğini geliştirerek; yapım, taşıma ve montaj aşamalarına yönelik zorlukların ve maliyetlerin azaltılmasını, riskli çalışma koşullarında iş gücüne gereksinimin en aza indirgenmesini, daha yüksek yapıların çok sayıda ve aynı anda inşa edilmesini amaçlamaktadır (Contour Crafting, 2021).
Geliştirilen sistem ile rüzgar türbini kuleleri dışında köprü ayakları, su kuleleri, silolar, bacalar gibi birçok altyapı biriminin inşasında üç boyutlu yazıcıların kullanılması planlanmaktadır.

YAKIN GELECEK

İlk çıktıkları zamandan günümüze giderek daha kullanışlı ve ulaşılabilir bir teknoloji haline gelen ve birçok alanda etkin olarak kullanılan üç boyutlu yazıcıların teknolojiyle olan yakın ilişkisi, malzeme ve yapım tekniği gibi yazıcı makinelerin yetenekleri konusunda da inovasyon fırsatları barındırmaktadır.
Ön üretimli süreçlerde etkin olarak kullanılan üç boyutlu yazıcıların, hareketli bir taşıyıcıya entegre edilerek mobilizasyon özelliği kazandırıldığı durumlarda saha içerisindeki hareket alanı genişlemekte, birden çok yazıcının koordineli halde çalışması durumunda ise baskı süreleri kısalmaktadır. Yapay zeka, veri analitiği ve makine öğrenmesi gibi farklı teknolojilerle entegre edilmesiyle birlikte yakın gelecekte yapım işlerinde insanın yerinin azalması, tasarım ve yapım sürecinin daha akıllı, verimli ve sürdürülebilir olarak gerçekleştirilmesi beklenmektedir.
Enerji tüketimini en aza inmesini sağlayan baskı yöntemlerinin geliştirilmesinin yanı sıra yazıcının yapım sürecinde ihtiyaç duyduğu enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi konusunda yürütülen çalışmalar, yapım eyleminin çevresel etkilerini azaltan başka bir iyileştirme alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle enerjiye ulaşımın zor olduğu topoğrafyalarda ve uzay çalışmalarında kullanılması için tasarlanan yazıcılar üzerinde, farklı yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji eldesini mümkün kılacak modifikasyonlar yapılmaktadır.

Uzay Çalışmaları

Dünya dışındaki çalışma koşullarının insan gücünün kullanımı için elverişli olmaması, bu tür ortamlarda üç boyutlu yazıcıların kullanımını cazip hale getirmektedir. Uzayda ya da bir uydu/gezegen üzerinde kurulacak yerleşimlerde, farklı işlevlerdeki yapıların yapımında kullanılması ön görülen yapım teknolojileri arasında yer almaktadır.
Başta NASA olmak üzere uzaya yönelik projeler yürüten resmi ya da özel kuruluşlar tarafından düzenlenen dünya dışında insan yerleşimleri konulu fikir yarışmalarında yapım tekniği olarak üç boyutlu baskı tekniklerinin kullanıldığı birçok proje ödül almış, birçok yarışmada da üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile yapıma uygunluk bir kriter olarak belirlenmiştir. Uzay çalışmaları yürüten kuruluşların yanı sıra teknoloji, metalurji ve yapım şirketleri de dünya dışındaki yapım işlerinde üç boyutlu yazıcıların etkin kullanımına yönelik çeşitli çalışmalar yürütmektedir (Contour Crafting, 2017) (NASA, 2019).
Sahip olduğu avantajlar arasında yer alan esnek üretim ve bilgisayar tabanlı sistemlerle uyum yeteneği sayesinde üç boyutlu yazıcı teknolojisi, malzeme ve enerji kısıtlarının olması muhtemel olan zorlu çalışma koşullarında, gerektiği kadar malzeme ve enerji kullanarak, en az iş gücü ile dünya dışı yapım faaliyetleri için öne çıkan bir teknoloji konumundadır.

SONUÇ

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, başta yapım süresinin kısalması, maliyetlerin düşürülmesi, işgücüne olan ihtiyacın azalması, malzeme ve enerjinin verimli kullanılması, atık oluşumunun azalması gibi avantajlarıyla geleneksel yapım tekniklerine kıyasla ön plana çıkmaktadır.

Makine ve bilgisayar tabanlı bir üretim yöntemi olması nedeniyle üretimde hata oranlarını düşük seviyelere çekerek karmaşık formların üretimini mümkün kılmaktadır.

Sahip olduğu avantajlar her ne kadar onu ön plana çıkarsa da henüz inşaat sektörü için pahalı bir teknoloji olması ve saha ortamına tam olarak entegre edilememesi, bu teknolojinin yaygın olarak kullanılmasının önündeki büyük engeller arasında bulunmaktadır.

Kullanıldığı küçük çaplı projelerde maliyet, süre ve çevresel etkiler gibi farklı kriterlere yönelik gösterdiği performans; bu teknoloji üzerine yürütülen çalışmaların somut karşılıkları olmanın yanı sıra yeni çalışmaların başlatılması için cazip hale gelmesini sağlamaktadır.

Üç boyutlu yazıcıların farklı çalışma ortamlarına uyarlanmasının yanı sıra kullanılan baskı malzemeleri de farklı çalışma koşullarına ve hedeflere yönelik uyarlanmaktadır.

Dünya dışı ortamlarda insan gücüne dayalı üretimin kısıtlı olacağı göz önünde bulundurulduğunda, bu teknolojinin ilerleyen dönemlerde daha fazla çalışmalar yürütülen bir konu olacağı ve yeni çalışmalarla birlikte gündelik yaşamda birçok alana uyarlanacağı beklenmektedir.

Mimarlık ve yapı üretimi alanında üç boyutlu yazıcıların rolü giderek artmakta ve bu teknolojinin gelecekte mimari üretimin temel bir unsuru haline gelmesi beklenmektedir. Ancak, üç boyutlu baskı teknolojisinin gelecekte yapı üretimine olan potansiyel katkısının tam anlamıyla hayata geçmesinin, bu teknolojiyi anlamaya, geliştirmeye ve etkin bir şekilde kullanmaya yönelik çalışmalar sayesinde olacağı göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

Akbaba, A., Akbulut, E. (2021). 3 Boyutlu Yazıcılar ve Kullanım Alanları, ETÜ Sentez İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, ss. 19-46.

Akben, İ. (2017). 3 Boyutlu Yazıcılar ve Tedarik Zincirine Etkileri, International Journal of Academic Value Studies (Javstudies), Vol: 3, Issue:10; pp:20-35.

Anjum, T., P. Dongre, F. Misbah, and V. P. S. N. Nanyam (2017). Purview of 3DP in the Indian Built Environment Sector, Procedia Eng., vol. 196, no. November, pp. 228–235.

Artuğ S., Altun M. C. (2019). 3 Boyutlu Baskı Teknolojisinin Bina Üretiminde Kullanım Olanaklarının Güncel Örnekler Üzerinden İncelenmesi, 4th International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry 2019, 11 - 14 April 2019, Antalya, Turkey.

Derin, C. (2022). Konut Tasarım ve Üretim Süreçlerinde 3B Yazıcı Teknolojisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

EY (2019). A Global EY Report 2019, Ernst & Young GmbH, Stuttgart, Germany.

Felek, S. Ö. (2019). Mimari Yapılarda 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanımı. International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry, 3(3), 289-296.

Mahdi E., Mohammad M., Alireza A., Rahim Z. (2022). Investigation of thermal performance and life-cycle assessment of a 3D printed building. Department of Renewable Energies and Environment, Faculty of New Science and Technologies, University of Tehran, North Kargar Street, Tehran, Iran.

Nadarajah, N. (2018). Development of Concrete 3D Printing, Master Thesis, Aalto University School of Engineering Building Technology, Finland.

Omurca, A. (2018). Yaşam Döngüsü Analizi Nedir?. [Çevrimiçi:https://malzemebilimi.net/yasam-dongusu-analizi-nedir.html], Erişim Tarihi: 01.05.2024

Sönmez, S., Kesen U., Dalgıç, C. (2018). 3 Boyutlu Yazıcılar, 6. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, 01-03, 471-481.

Toğay, A., Sarıoğlu, Ö. (2019). 3 Boyutlu Baskı Teknolojilerinin Mimarlık ve İnşaat Alanında Kullanımında Mevcut Durum Değerlendirmesi, 4th International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry 2019, 11 - 14 April 2019, Antalya, Turkey.

Tümer, M. B. (2020). Üç boyutlu Yazıcılar ve Günümüz Mimarisinde Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Wolf, R. J. M. (2015). 3D Printing of Concrete Structures, Eindhoven University of Technology Department of the Built Environment, Master's Thesis, Eindhoven Holland.

Wolfs, R. J. M. (2023). Your next home could be 3D-printed. Here's how. [Çevrimiçi: https://thenextweb.com/news/your-next-home-could-be-3d-printed-heres-how], Erişim Tarihi: 27.12.2023

ArchDaily (2018). NASA Endorses AI SpaceFactory's Vision for 3D Printed Huts on Mars. [Çevrimiçi:https://www.archdaily.com/898901/nasa-endorses-ai-spacefactorys-vision-for-3d-printed-huts-on-mars?ad_medium=gallery], Erişim Tarihi: 30.12.2023

ArchDaily (2021). MX3D Smart Bridge / Joris Laarman Lab + MX3D + Arup. [Çevrimiçi:https://www.archdaily.com/965339/mx3d-bridge-joris-laarman-lab-plus-mx3d-plus-arup], Erişim Tarihi: 28.12.2023

Contour Crafting (2017). Technologies for Building Immediate Infrastructure on the Moon and Mars for Future Colonization. [Çevrimiçi:https://www.contourcrafting.com/space] Erişim Tarihi: 30.12.2023

Contour Crafting (2021). Infrastructure. [Çevrimiçi:https://www.contourcrafting.com/infrastructure] Erişim Tarihi: 30.12.2023

CyBe (2022). Paremoremo House. [Çevrimiçi:https://cybe.eu/cases/paremoremo-house/], Erişim Tarihi: 21.02.2024

CyBe (2023). Las Casitas. [Çevrimiçi:https://cybe.eu/cases/las-casitas/], Erişim Tarihi: 05.04.2024

Eindhoven University of Technology (TU/e) (2023). 3D Concrete Printing. [Çevrimiçi:https://www.tue.nl/en/research/research-groups/structural-engineering-and-design/3d-concrete-printing], Erişim Tarihi: 27.12.2023

Hive3D Builders (2023). The Casitas @ The Halles. [Çevrimiçi:https://hive3dbuilders.com/projects] Erişim Tarihi: 05.04.2024

MX3D (2021). MX3D Bridge. [Çevrimiçi:https://mx3d.com/industries/mx3d-bridge/] Erişim Tarihi: 28.12.2023

NASA (2019). 3D-Printed Habitat Challenge. [Çevrimiçi:https://www.nasa.gov/prizes-challenges-and-crowdsourcing/centennial-challenges/3d-printed-habitat-challenge/] Erişim Tarihi: 30.12.2023

QOROX (2022). 3d Printed House Auckland. [Çevrimiçi:https://qorox.co.nz/3d-printed-house-auckland/], Erişim Tarihi: 21.02.2024