VIII. INTERNATIONAL ICONTECH CONFERENCE ON INNOVATIVE SURVEYS IN POSITIVE SCIENCES

March 16-18, 2024
Azerbaijan Cooperation University, Baku

PROCEEDINGS BOOK

Editor:
Prof. Dr. Beyalı ATAŞOV

ISBN: 978-625-8254-39-6



ICONTECH JOURNAL
ISSN 2717-7270

8th International
ICONTECH CONGRESS
on Innovative Surveys in Positive Sciences

March 16-18, 2024

Azerbaijan Cooperation University, Baku

PROCEEDINGS BOOK

Edited by

Prof. Dr. Beyalı ATAŞOV

All rights of this book belong to Iksad Global- 2024.
Without permission can't be duplicate or copied. Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Iksad Global- 2024 ©

Issued: 21.03.2024
ISBN: 978-625-8254-39-6

ICONTECH JOURNAL
ISSN 2717-7270

CONGRESS ID

8th International

ICONTECH CONGRESS

on Innovative Surveys in Positive Sciences

DATE-PLACE

March 16-18, 2024

Azerbaijan Cooperation University, Baku

EDITORS

Prof. Dr. Beyalı ATAŞOV

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

TOTAL NUMBER OF PAPERS: 207

THE NUMBER OF PAPERS FROM TÜRKİYE: 99

OTHER COUNTRIES: 108

PARTICIPANT COUNTRIES (24):

Azerbaijan, Türkiye, Nigeria, Canada, India, North Macedonia, Serbia, Algeria, Kazakhstan, Pakistan, Romania, Albania, Ethiopia, Georgia, Belgium, Morocco, Indonesia, Vietnam, Iraq, China, Russia, Israel, Malaysia, Hungary

ICONTECH JOURNAL
ISSN 2717-7270

HEAD OF CONFERENCE

Quliyev Eldar Allahyar oğlu
rektor of Azerbaijan Cooperation University

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Ataşov Beyalı Xanalı oğlu - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Quliyeva Aygün Eldar qızı - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Abbasov Anar Fazil oğlu - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. İbrahimov Elşen Ali oğlu - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Mammadova Elnura Bünyat qızı- Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Valiyeva Sabina İzzet qızı - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Azizov Anar Ali oğlu - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Hüseynov Möhübbat Musa oğlu - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Qafarov Nizami Celal oğlu - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Azizov Anar Ali oğlu - Azerbaijan Cooperation University
Assoc. Prof. Dr. Mammadova Samira Yaşar qızı - Azerbaijan Cooperation University
Assoc. Prof. Dr. Quliyev Fikret Veli oğlu - Azerbaijan Cooperation University
Assoc. Prof. Dr. Sinan KOPUZLU - Ataturk University
Dr. Elvan CAFEROV –ADPU

COORDINATOR

Alina AMANZHOLOVA

CONGRESS SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Abbasov Anar - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Azizov Anar - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Hiiseynov Mohiibhat - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. jbrahimov Elşan - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Mammadova Elnura - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Qafarov Nizami - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Quliyeva Aygiin - Azerbaijan Cooperation University
Prof. Dr. Valiyeva Sabina - Azerbaijan Cooperation University
Assoc. Prof. Mammadova Samira - Azerbaijan Cooperation University
Assoc. Prof. Quliyev Fikrat - Azerbaijan Cooperation University
Assoc. Prof. Dr. Bekir GÜRBULAK- Ataturk University
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin BOZ- Ataturk University
Dr. Mümin Gökhan ŞENOCAK- Ataturk University
Dr. M.Meena - Department of Science and Humanities (Chemistry), R.M.K.Engineering College Kavaraipettai, India

Dr. Anuradha THAKARE - Pimpri Chinchwad College of Engineering Pune, India
Dr. A. El Moussaouy - Regional Center for Education and Training, UMP, Oujda, Morocco
Dr. A. Kerkour El Miad - Superior School of Technology, UMP, Oujda, Morocco
Dr. M. El Ghorba - National School of Electricity and Mechanics, UH2, Cassablanca, Morocco
Dr. Mourad GHARBI - Faculty of Sciences, M5U, Rabat, Morocco
Dr. Kenes JUSUPOV - M. Tinisbaev Kazakh Communication Academy
Dr. Lille TANDIVALA- Shota Rustavelli State University
Dr. Guguli DUMBADZE- Batumi Shota Rustaveli State University
Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Riyad King Abdulaziz Technology University
Dr. N.N. KERMANOVA - Al – Farabi Kazakh National University
Dr. Sudabe SALİIHOVA - Azerbaijan State University
Dr. Rovshan ALIYEV - Bakü State University
Dr. A.Vijayalakshmi - Asst. Professor, Science & Humanities (Chemistry), R.M.K. Engineering College
Dr. F. Tayeboun - Djillali Liabes University, Sidi-Bel-Abbes, Algeria
Dr. K. A. Meradi - Institute of Technology, University of Ain Temouchent, Algeria
Dr. Muhammad Imran - Department of Food Science, Faculty of Life Sciences Government College University, Faisalabad, Punjab, Pakistan
Dr. J. Barkani - Multidisciplinary Faculty, TAZA, Morocco
Dr. I. Zorkani - Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, SMBA University, Fez, Morocco
Dr. M. I. Sedra - Sciences and technologies Faculty, Errachidia, Morocco
Dr. F. Dimane - National School of Applied Sciences, UAE, Al Hoceïma, Morocco
Dr. B. Tidhaf - National School of Applied Sciences, UMP, Oujda, Morocco
Dr. Nilgun Ulutasdemir - Gumushane University, Turkey
Dr. M. Serhini - Faculty of Sciences, UMP, Oujda, Maroc
Dr. K. Ghoumid - National School of Applied Sciences, UMP, Oujda, Maroc
Dr. H. Bekkay - National School of Applied Sciences, UMP, Oujda, Maroc
Dr. Ghanshyam Barman - Uka Tarsadia University, India
Dr. Muhammad Faisal - Director Ministry of Human Rights, Pakistan
Dr. Erkan EFİLTİ - Kyrgyzstan-Türkiye Manas University, Kyrgyzstan

İlgili makama;

8. Uluslararası ICONTECH Pozitif Bilimlerde Yenilikçi Araştırmalar Kongresi 16-18 Mart 2024 tarihleri arasında Azerbaycan Kooperasiya Üniversitesi'nde 24 farklı ülkenin akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir. Kongre kapsamında sunumu yapılan 207 bildirinin 99 adeti Türkiye'den katılımcılar tarafından; 108 bildiri ise 24 ülkeden katılımcılar tarafından sunulmuştur. Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "*Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır.*" değişikliğine uygun düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla,



Prof. Dr. Bəyalı ATAŞOV
Vice Rector of Azerbaijan Cooperation University
Head of the Organizing Committee

For detailed information about the congress, visit
https://tr.icontechsurveys.org/

TC
İKSAD İNstitutuna

Mövzu: Beynəlxalq konfrans
Sıra №: 01-04/268 Tarix: 30.11.2023

Hörmətli Dr. Mustafa Latif EMEK!

Sizin 27 noyabr 2023-cü il tarixli AZE-72 saylı məktubunuza cavab olaraq bildiririk ki, ***"9. Asya Pasifik Uluslararasi Modern Bilimler Kongresi"***ni **https://www.iksadasia.org/** 16-18 yanvar 2024-cü il tarixlərində, ***"8.Uluslararası ICONTECH Pozitif Bilimlerde Yenilikçi Araştırmalar Kongresi"*** ni isə **https://tr.icontechsurveys.org/** 16-18 mart 2024-cü il tarixlərində Azərbaycan Kooperasiya Universiteti, Dehli Universiteti, Türkiyənin İqtisadi İnkişaf və Sosial Tədqiqatlar İnstitutu ilə birgə oflayn və ya onlayn keçirmək üçün ev sahibliyi etməkdən məmnun olardıq.

Qeyd: Konfransın təşkilat komitəsinin tərkibinə Universitetimizin aşağıda adlarını qeyd etdiyimiz professor və müəllim heyətinin də daxil edilməsi məqsədəuyğun hesab edilmişdir:

Quliyev Eldar Allahyar oğlu – rektor, iqtisad elmləri doktoru, professor.
Ataşov Bəyalı Xanalı oğlu – Elm və innovasiyalar üzrə prorektor, Əməkdar elm xadimi, i.e.d., professor.
Məmmədova Samirə Yaşar qızı – Elm və doktorantura şöbəsinin müdiri, iqtisad üzrə fəlsəfə doktoru, dosent.
Quliyeva Aygün Eldar qızı – prorektor, iqtisad elmləri doktoru, professor.
Quliyev Fikrət Vəli oğlu – prorektor, iqtisad üzrə fəlsəfə doktoru, dosent.
Abbasov Anar Fazil oğlu – iqtisad elmləri doktoru, kafedranın professoru.
İbrahimov Elşən Əli oğlu – dekan, iqtisad elmləri doktoru, kafedranın professoru.
Məmmədova Elnurə Bünyat qızı – dekan, iqtisad elmləri doktoru, kafedranın professoru.
Vəliyeva Səbinə İzzət qızı – dekan, iqtisad elmləri doktoru, kafedranın professoru.
Əzizov Anar Əli oğlu – kafedra müdiri, iqtisad elmləri doktoru, kafedranın professoru.
Hüseynov Möhübbət Musa oğlu – kafedra müdiri, iqtisad elmləri doktoru, kafedranın professoru.
Qafarov Nizami Cəlal oğlu – Qiyabi şöbənin müdiri, iqtisad elmləri doktoru, kafedranın professoru.

Hörmətlə,
Azərbaycan Kooperasiya Universitetinin rektoru ***prof. Eldar Quliyev***

Session-3, Hall-2
16.03.2024
Moderator: Nergiz KANMAZ
Meeting ID: 875 0838 3006 / Passcode: 161718
Baku Local Time: 16:00 – 18:00
Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Title	Author(s)	Affiliation
A NEW APPROACH OF DRUG DELIVERY SYSTEM FOR CIPROFLOXACINE	Pelin DEMİRÇİVİ Şeyda KARADİREK Nergiz KANMAZ	Yalova University, Yalova, Turkiye
IMPREGNATION AGENT EFFECT ON ADSORPTION CAPACITY OF ACTIVATED CARBON FROM BLACK CUMIN PULP	Şeyda KARADİREK Nergiz KANMAZ Pelin DEMİRCİVİ	Yalova University, Yalova, Turkiye
MOLECULAR MECHANISMS IN NONALCHOLIC STEATOHEPATITIS INFLAMMATION	Hande GÜLBENK Mehmet ERDEM Tuğba Raika KIRAN	Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Malatya, Türkiye
ACTIVITY STUDIES OF CARBON SUPPORTED IRON SULFIDE ELECTROCATALYSTS FOR HYDROGEN EVOLUTION REACTION	Veysel ÖZCAN H. Mehmet TASDEMIR D.Dolunay ESLEK KOYUNCU Alpay SAHIN	Gazi University, Ankara, Türkiye
POLYPHOSPHATE-BASED COMPOSITE HYDROGELS USED AS WOUND DRESSING MATERIALS	Goncha ABBASOVA Vural BUTUN	Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir, Turkey.
INVESTIGATION OF ANTIBACTERIAL AND BIOCOMPATIBILITY BEHAVIOR OF PLA and Re-PLA POLYMERS	Münife DEMİREL Fatma Zehra KÖSE Şakir ALTINSOY Nuray BEKÖZ ÜLLEN	İstanbul Yeni Yüzyıl University, İstanbul, Türkiye. Sakarya University, Sakarya, Türkiye. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye
CHARACTERIZATION OF BENDING BEHAVIOR OF PLA and Re-PLA POLYMERS PRODUCED USING 3D PRINTING FROM DIFFERENT PRODUCTION PLANES	Münife DEMİREL Fatma Zehra KÖSE Şakir ALTINSOY Nuray BEKÖZ ÜLLEN	İstanbul Yeni Yüzyıl University, İstanbul, Türkiye. Sakarya University, Sakarya, Türkiye. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

PREVALENCE AND ANTIBIOGRAM OF SHIGELLA SP. IN DODO-IKIRE (AN OVER-RIPED PLANTAIN BASED-SNACK) IN ILE-IFE, OSUN STATE, NIGERIA	909
Həsənova Leyla Nizami qızı	
TERRITORY, INTERNAL AND FOREIGN POLICY DURING THE AZERBAIJAN DEMOCRATIC REPUBLIC	910
İhsan ÇAPCIOĞLU, Aygün ALİYEVA	
ONE NATION, TWO STATES: THE ROLE OF COMMON VALUES IN TÜRKIYE-AZERBAIJAN RELATIONS	916
İhsan ÇAPCIOĞLU, Aygün ALİYEVA	
THE ROLE OF HISTORICAL ACTORS IN TRANSFERRING CULTURAL VALUES: THE EXAMPLE OF NIZAMI GANJAVI AND YUNUS EMRE	922
Fatima Dianah, Amos Ronald Kalukusu	
EXPLORING THE ROLE OF NURSE-LED HEALTH PROMOTION PROGRAMS IN PREVENTING CHRONIC DISEASES IN UNDERSERVED COMMUNITIES OF KOMAMBOGA, KAWEMPE DIVISION, KAMPALA UGANDA	928
Kugonza Grace, Amos Ronald Kalukusu	
ANALYSIS OF FACTORS CONTRIBUTING TO THE PERSISTENCE OF HOSPITAL-ACQUIRED INFECTIONS AT MULAGO NATIONAL REFERRAL HOSPITAL, UGANDA	929
Khalid Elatife, Abdellatif El Marjani, Zakaria Lafdaili	
APPLICATION OF THE DOE METHOD TO OPTIMIZE A RADIAL IMPULSE TURBINE FOR WAVE ENERGY CONVERSION	930
Sándor Földvári	
ICONOGRAPHY OF THE STATE POWER IN THE MOSAICS IN THE SOUTH VESTIBULE OF HAGIA SOPHIA AND IN THE HUNGARIAN KINGDOM	931
Natesh Gunturu, Dr. Balamurali Dhara V, Dr. Adepu Ramesh	
REGULATORY PATHWAY OF CLASS I MEDICAL DEVICE ELASTIC BANDAGE OF USA	932
Tshewang Rinzin, Raf Raf Shakil Ansari	
THREADS OF TRADITION: UNRAVELING CULTURAL INFLUENCES ON AFGHAN WOMEN IN NADIA HASHIMI'S 'A HOUSE WITHOUT WINDOWS'	933
Elvis Ponari, Edison GJONI	934
THE EVOLUTATION OF SPORTS INSURANCE MARKET IN ALBANIA	
Elsever ASADOV, Sevgi KOLAYLI	
COMPARATIVE STUDY OF HONEY, BEE POLLEN, PROPOLIS AND FLOWERS OF CHESTNUT PRODUCTS	941
Münife Demirel, Fatma Zehra Köse, Şakir Altınsoy, Nuray Beköz Üllen	
CHARACTERIZATION OF BENDING BEHAVIOR OF PLA and Re-PLA POLYMERS PRODUCED USING 3D PRINTING FROM DIFFERENT PRODUCTION PLANES	947
Münife Demirel, Fatma Zehra Köse, Şakir Altınsoy, Nuray Beköz Üllen	
INVESTIGATION OF ANTIBACTERIAL AND BIOCOMPATIBILITY BEHAVIOR OF PLA and Re-PLA POLYMERS	956

3B YAZICI KULLANILARAK FARKLI ÜRETİM DÜZLEMLERİNDEN ÜRETİLEN PLA VE RE-PLA POLİMERLERİNİN EĞME DAVRANIŞLARININ KARAKTERİZASYONU

CHARACTERIZATION OF BENDING BEHAVIOR OF PLA AND RE-PLA POLYMERS PRODUCED USING 3D PRINTING FROM DIFFERENT PRODUCTION PLANES

Münife Demirel[1], Fatma Zehra Köse[1,2], Şakir Altınsoy[1*], Nuray Beköz Üllen[3]

[1]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.

[2]Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye.

[3]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.

ÖZET

3B yazıcı teknolojisi ile üretilen ürünler, biyomedikal, otomotiv, havacılık, tekstil ve gıda endüstrisinde hızlı prototipleme ve işlevsel üretim işlemlerinde son dönemde artan bir ivme ile kullanılmaktadır. Oldukça yeni olan bu teknoloji ile elde edilen ürünlerin uygulamalarda kullanılabilirliği ürünlerin mekanik özeliklerinin anlaşılması ile mümkündür. 3B yazıcı ile elde edilen hatalı ürünlerin tekrar kullanımının mümkün olmaması, atık parça oluşmasına neden olmaktadır. Atık parçaların geri kazanımı sağlandığında hem israfın hem de çevresel kirliliğin önüne geçilerek yeşil bir üretim yaklaşımı sağlanır. Bu çalışmada, 3B yazıcı malzemelerinden biri olan biyopolimerlerden polilaktik asit (PLA) ve hatalı üretim sonrası atık flamentlerden geri dönüştürülmüş Re-PLA numuneler 3B yazıcı ile üretilmiş ve eğme davranışları incelenmiştir. Numuneler yazıcı tablasına altı farklı yönde yerleştirilerek elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan flament çapı 1,75 mm, katman kalınlığı 0,2 mm, doluluk oranı %20 ve doldurma şekli ızgara olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre; ZXY-ZYX ikili grup ürünlerin diğer ikili gruplara kıyasla daha yüksek eğme mukavemetine sahip olduğu görülmüştür. Re-PLA malzemelerinin PLA malzemelerine göre daha düzgün kırıldığı tespit edilmiştir. Yazıcı tablasındaki konumu eğme dayanımı üzerine belirleyici rol oynamaktadır. Bu çalışma ile PLA filamentin atığının geri dönüştürülmesi ile israfın ve çevre kirliliğinin önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Biyopolimer, PLA, Re-PLA, eğme dayanımı, geri dönüşüm.

ABSTRACT

Products manufactured with 3D printer technology are being used with increasing momentum in rapid prototyping and functional production processes in biomedical, automotive, aerospace, textile and food industries recently. The usability of the products obtained with this rather new technology in applications is possible by understanding the mechanical properties of the products. The inability to reuse faulty products obtained with a 3D printer leads to the formation of waste parts. When the recovery of waste parts is achieved, a green production approach is provided by preventing both waste and environmental pollution. In this study, polylactic acid (PLA) from biopolymers, one of the 3D printer materials, and recycled Re-PLA samples from waste filaments after faulty production were produced with a 3D printer and their bending behavior was investigated. The samples were obtained by placing them on the printer table in six different directions. The filament diameter used in the study was determined as 1.75 mm, the layer thickness was 0.2 mm, the filling ratio was 20% and the filling shape was determined as a grid. According to the data obtained; It has been seen that the ZXY-ZYX binary group products have higher bending strength compared to other binary groups. It has been determined that Re-PLA materials break more smoothly than PLA materials. Its position on the printer table plays a determining role on bending strength. With this study, it is thought that waste and environmental pollution can be prevented by recycling PLA filament waste.

Keywords: Biopolymer, PLA, Re-PLA, bending strength, recycling.

1. Giriş

Polilaktik asit veya polilaktit (PLA), en kapsamlı şekilde kullanılan düşük sıcaklıklarda ergiyebilirliği ile kolay çalışılabilir bir malzemedir. PLA, bitkisel esaslı nişasta ve şeker içeriğinden dolayı biyouyumlu ve biyopolimer bir malzemedir. Sanayide PLA geleneksel petrokimya bazlı polimerlerin yerini alırken, tıpta biyopolimer olarak kanıtlanmış bir potansiyele sahiptir (Drumright et al., 2000; Savioli Lopes et al., 2012). Çevresel, ekonomik ve sağlıkla ilgili zorluklar ve şartlar, araştırmacıları ve üreticileri petrokimyasal bazlı polimerleri kısmen biyolojik olarak parçalanabilen polimerlerle değiştirmeye teşvik etmiştir (Jamshidian et al., 2010). Yüksek elastik modülü ve dayanımı, yenilenebilir ve biyouyumlu olması ile bu konuda öne çıkan polimerlerden biri olmuştur. Ayrıca kaplamada ince film olarak kullanılması ve işlenmesi mümkün olmaktadır. (Garlotta, 2001; McKeen, 2014).

Üç boyutlu (3B) yazıcı teknolojisi birçok endüstriyel alanda, üretim maliyet ve süresinin düşük olması, tasarımların hızlı yapılması ve ürüne dönüştürülmesi, müşteri talebine anında yanıt verilmesi gibi birçok fırsat sunmaktadır. 3B yazıcılarda PLA esaslı üretimde önemli bir yer oluşturmaktadır. PLA filamenti yazdırma esnasında toksik koku üretmez, bu nedenle kapalı ortamlarda kullanımı güvenlidir. PLA filamentin yazdırılması çok fazla kolaydır ve ender sorunlara neden olur. Bu polimer hem polietilenteraftalat (PET) karakteristiğine sahip olması hem de polipropilen (PP) özelliğini sergilemesiyle benzersiz bir özellik içermektedir. Polilaktik asit %100 doğal kaynaklardan üretilmektedir. PLA kullanılan ve geride kalan (atık olarak anılabilecek) parçalarını geri dönüştürülmeyi mümkün kılar ve Re-PLA olarak bilinmektedir (İbrahim and Koçak, 2012; Koç, 2022; Şahin, 2021). Üretim aşamasında en iyi atık yönetimi atık ürünlerin yeniden hammadde zincirine alınması ve değerlendirilmesidir.

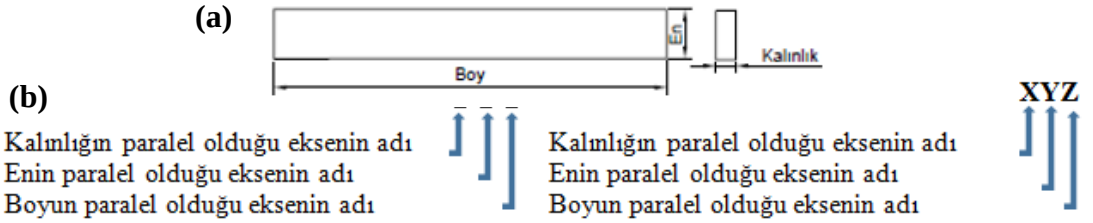
Atık filamentlerin geri dönüşümü çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir ve yeniden hammadde olarak kullanılabilmektedir. Böylece hem çevre korunmakta hem de maliyetler minimuma indirilebilmektedir. Filament geri dönüştürme yöntemi olarak, extrüderler kullanılmakta olup filament parçacıklarının ergitildikten sonra istenen çaptaki bir nozuldan sabit bir kalınlık değeri oluşturacak biçimde akışının sağlanması ve makaralara sarılmasıyla tekrar üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem sırasında filamentin granül halden parçalı üretim tekniği ile ihtiyaç kadar geri dönüştürülmesi sağlanarak israfın önüne geçilebilmektedir (Koç, 2022). Bu çalışmada PLA ve hatalı üretim sonrası atık flamentlerden geri dönüştürülmüş Re-PLA numuneler 3B yazıcı ile üretilmiş ve eğme davranışları incelenmiştir. Bu amaçla üç nokta eğme testleri yapılmış, elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

2. Malzeme ve Yöntem

2.1. Malzeme ve Numune Üretimi

Bu çalışmada kullanılan PLA malzemesi ELAS-3B markasının PLA-PLUS filamentidir. Re-PLA numuneleri de aynı üretim malzemesinin geri dönüşümü ile elde edilmiştir. PLA 3B baskı atıklarına endüstriyel şartlar altında 85 °C sıcaklık (%1 NaOH ve %3 aktif yüzey çözücü) maddeler kullanılarak temizleme işlemi yapılmıştır. Yıkma işlemi sonrası malzemeler vakum ile kurutulmuştur. Geri dönüştürülmüş filament üretimi 60 rpm dönüş hızında L/D oranı 20 olan Rondol Microlab çift vidalı ekstrüderde gerçekleştirilmiştir. Numunelerin çizimi AutoCAD ile çizilmiş olup Stl uzantılı dosyalar halinde kaydedilmiştir. Dosyalar Ultimaker Cura programında açılarak numunelerin üç boyutlu yazıcıda üretiminin sağlanabilmesi için gerekli destekler yapılmıştır. Deney numunelerinin üretiminde CREALITY marka ve CR6SE model üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır.

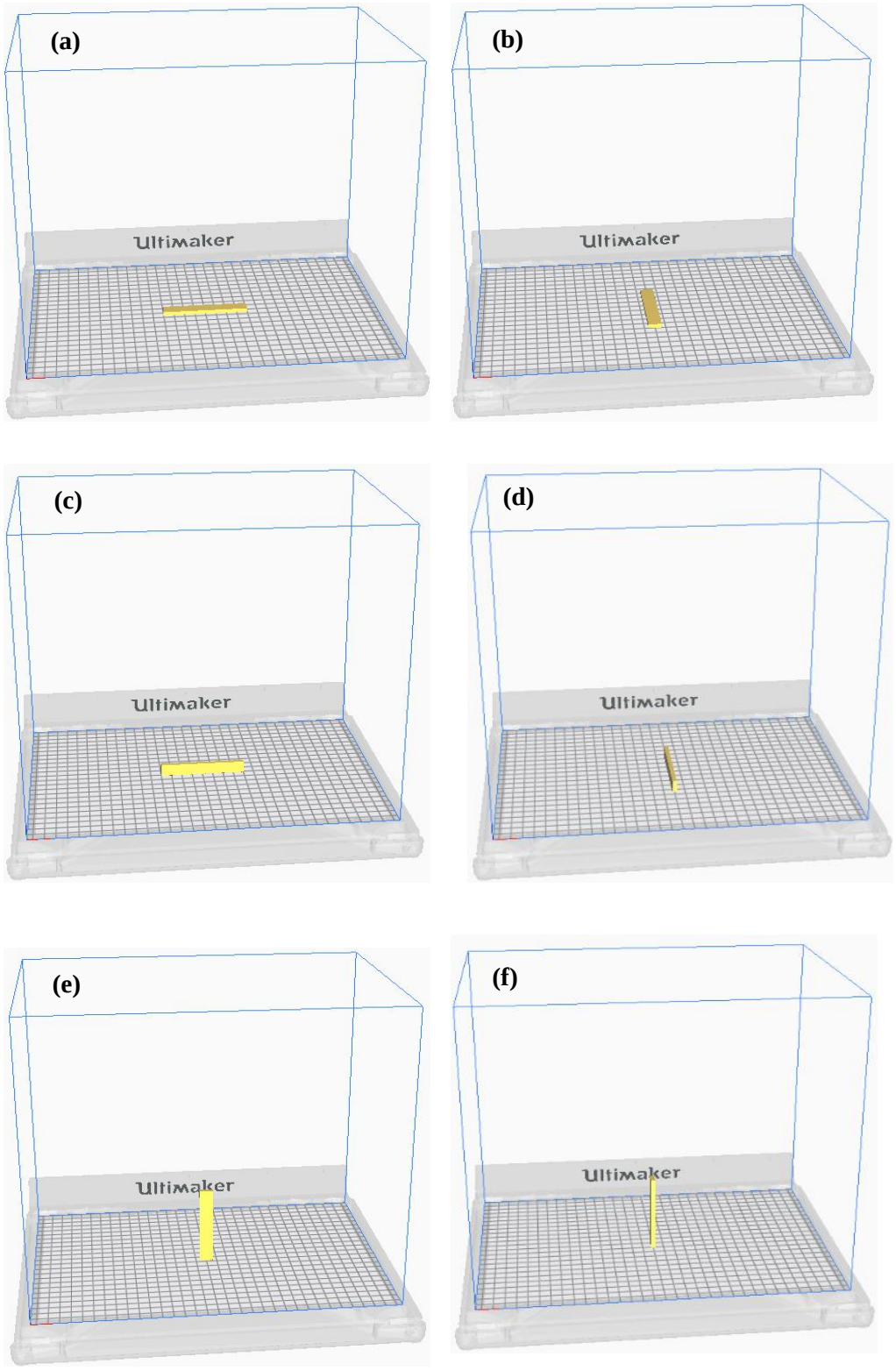
Numuneler yazıcı tablasına 6 farklı yönde konumlandırılmıştır. Numuneler adlandırılırken uzun kenarın paralel olduğu eksen adı ilk harf, orta uzunluktaki kenarın paralel olduğu eksenin adı ikinci harf, kısa kenarın paralel olduğu eksenin adı son harf olacak şekilde bir sistematik belirlenmiştir. Numunelerin tablaya farklı yönde yerleştirilmelerine göre XYZ, YXZ, XZY, YZX, ZXY ve ZYX kodlu numuneler üretilmiştir. Şekil 1 (a) ve (b)'de deney numunelerinin boyutları ve adlandırma sistematiği ile örneği gösterilmiştir.



Şekil 1: (a) Deney numunelerinin boyutları ve (b) Adlandırma sistematiği.

2.2. Karakterizasyon

Bu çalışmada, mekanik özellikleri üç nokta eğme testleri ile belirlenmiştir. Üç nokta eğme numuneleri için tablaya konumlandırmalarına ilişkin görseller ve adlandırmaları Şekil 2'de gösterilmiştir. Üç nokta eğme testlerinde, 16 mm destekler arası mesafe, 1,3 mm/dak eğme hızı ve 25˚C ortam sıcaklığı olarak kullanılmıştır. PLA numunesi için 1 adet ve Re-PLA numunesi için 3 adet ölçüm yapılmış olup ortalama değer alınmıştır. Eğme deneyleri, MTS marklı 322 test frame modelli makine ile gerçekleştirilmiştir.

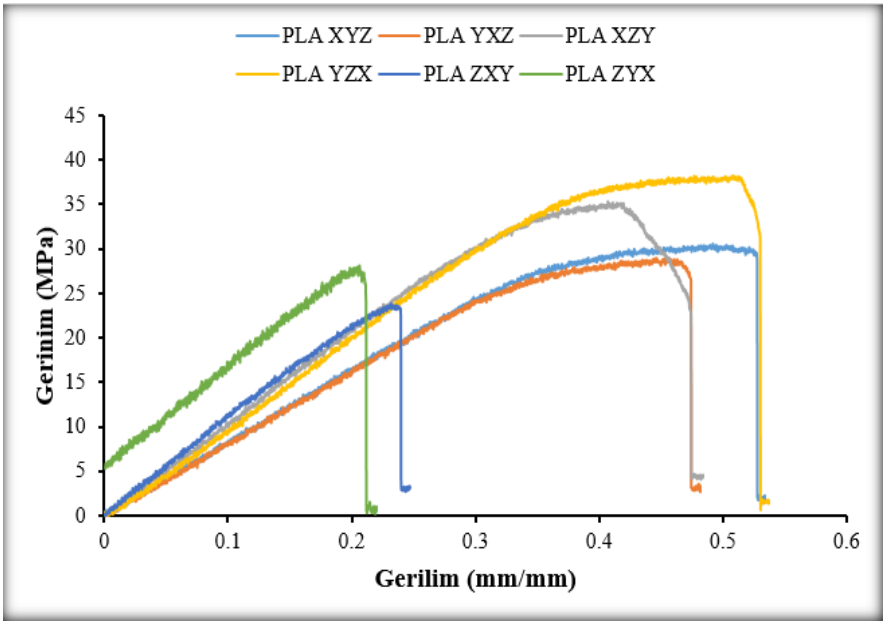


Şekil 2: Üç nokta eğme numunelerinin yönleri ve kodları (a) XYZ, (b) YXZ, (c) XZY, (d) YZX, (e) ZXY, ve (f) ZYX numunesi.

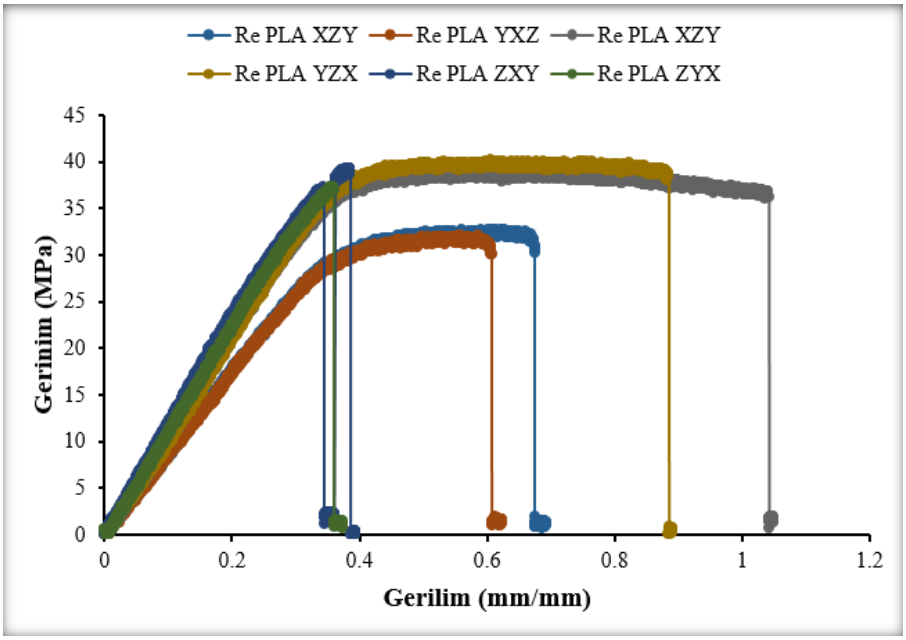
3. Bulgular ve Tartışma

Her iki malzeme ile aynı parametrelerde üretilen PLA ve Re-PLA numunelerin mekanik özellikleri eğme testleri ile kıyaslanmıştır. Elastiklik eğilme modülü olarak da bilinen eğilme modülü, elastik limitteki gerilme-gerinim oranıdır. Bir eğilme testindeki maksimum bükülme gerilmesine, eğilme

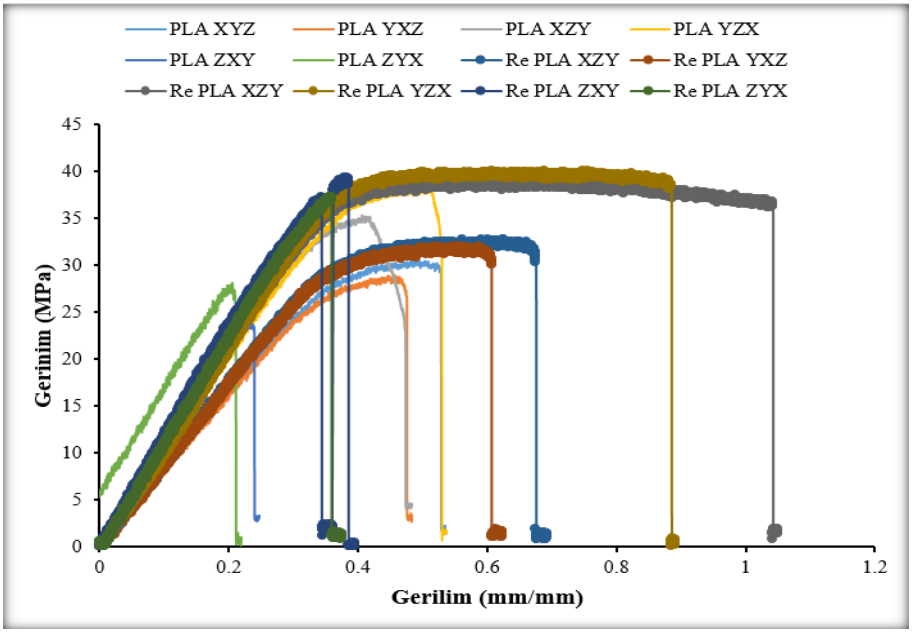
mukavemeti denilir (Ji et al., 2020). Üç nokta eğme test verilerinden elde edilen PLA, Re-PLA ve PLA ile Re-PLA numunelerine ait çekme gerilmesi-birim uzama grafikleri sırasıyla; Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir. Üretilen parçaların üç nokta eğilme deneylerinde gösterdikleri karakteristiklerin daha iyi anlaşılabilmesi için eğilme gerilmesi-birim uzama sonuçları kullanılarak Şekil 6-8'de eğilme dayanımları grafik olarak verilmiştir.



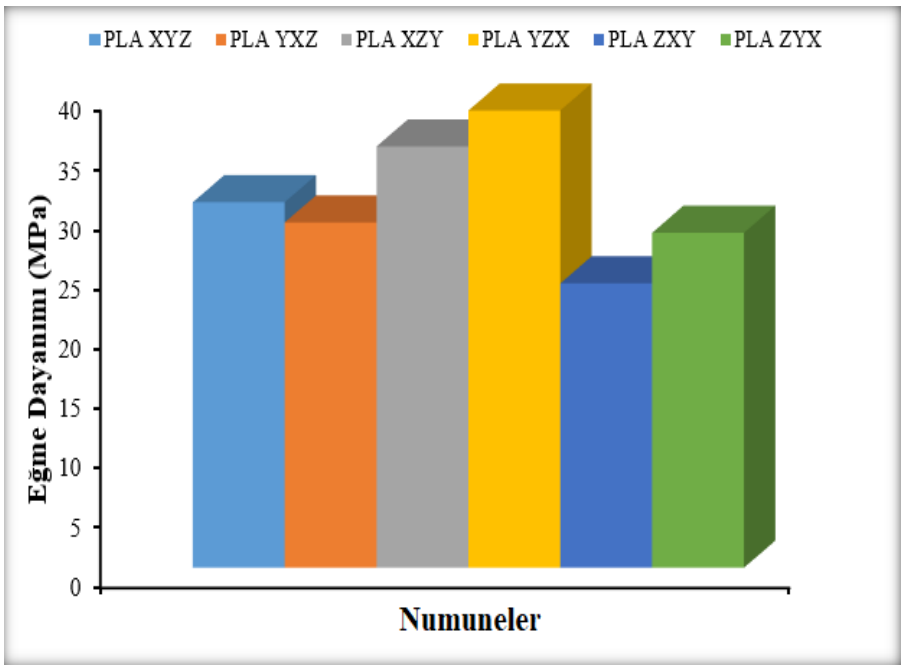
Şekil 3: PLA numuneleri gerilim – gerinim grafiği.



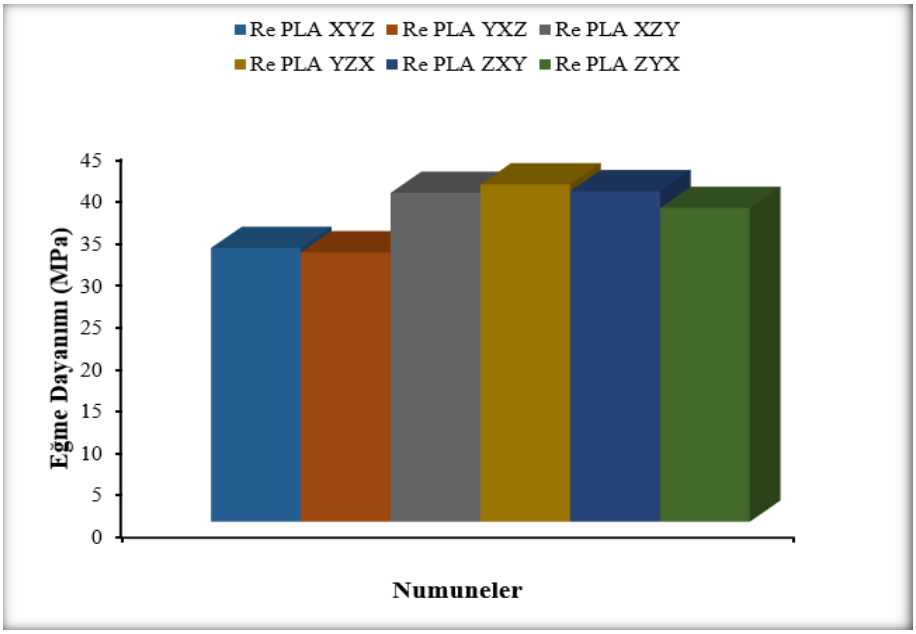
Şekil 4: Re-PLA numuneleri gerilim – gerinim grafiği.



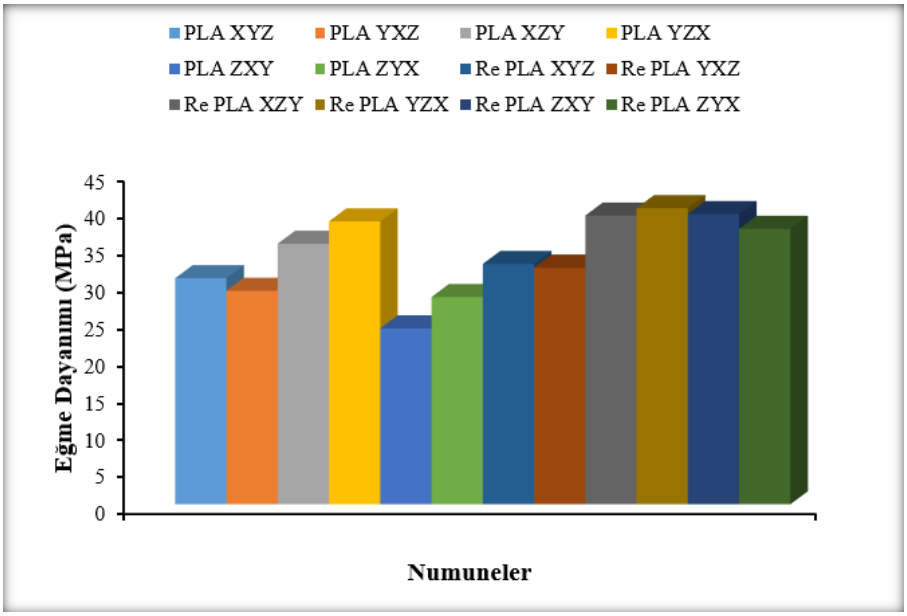
Şekil 5: PLA ve Re-PLA numunelerinin karşılaştırılmış gerilim – gerinim grafiği.



Şekil 6: PLA numuneleri eğme dayanımı grafiği.



Şekil 7: Re-PLA numuneleri eğme dayanımı grafiği.



Şekil 8: PLA ve Re-PLA numunelerinin karşılaştırılmış eğme dayanımı grafiği.

Şekil 3 ve Şekil 4'te verilen eğme deney sonuçları incelendiğinde; PLA ve Re-PLA malzemelerinden XYZ-YXZ, XZY-YXZ ve ZXY-ZYX ikili gruplar halinde ayrılan numunelerin hemen hemen benzer karakteristik özellikler taşıdığı görülmektedir. Üretim malzemeleri tablaya yüzeyinde 90° döndürülmüş olarak ikili gruplar halinde elde edilmiştir. Literatürde de benzer gruplandırmalar bulunmaktadır. (Bembenek et al., 2022). PLA ve Re-PLA'dan oluşturulmuş numunelerin ikili grupları incelendiğinde genel olarak numunelerinin mukavemetinde bir artış görülmüş olup; ZXY-ZYX ikili gruplarından üretilen numunelerde diğer ikili gruplara kıyasla daha yüksek oranda artış görülmüştür. Şekil 5'te verilen PLA ve Re-PLA karşılaştırılmalı gerilim-gerinim grafiği incelendiğinde; eğme dayanımı en yüksek numuneler Re-PLA ile üretilen numunelerde elde edilmiştir. En yüksek gerinim değeri de yine Re-PLA ile üretilen numunelerde elde edilmiştir. PLA numunelerin eğilme dayanımı kayda değer fark olmamakla birlikte daha düşüktür (Bembenek et al., 2022; Condruz et al., 2023). Çalışmada işleme parametrelerin sabit tutulmasına karşın karşılaşılan ufak değişiklikler yazıcı tablasına yerleştirmeye bağlı olarak oluşan konstrüksiyon farklılığındandır.

Şekil 6-Şekil 8 arasındaki şekiller incelendiğinde; PLA ile üretilen numunelerin daha gevrek davranış gösterdiği buna karşın atıklardan geri dönüşümle üretilen Re-PLA numunelerin daha sünek davranış sergilediği gözlemlenmiştir. XYZ-YZX ikili grubunda hem PLA hem de Re-PLA numunelerinin eğilme davranışı ve maksimum eğme dayanımı noktasından bakıldığında benzer özellik taşıdığı görülmüştür. En yüksek artış ZXY-ZYX ikili grupta elde edilmiştir. Eğme test sonuçları geri dönüşümle üretilen parçaların sürekliliğinin devam ettiğini, mekanik özelliklerde pozitif değişmelerin olduğu belirlenmiştir. Filament üretiminde kullanılan günümüzdeki diğer filamentlere kıyasla PLA'nın darbe dayanımın geliştirilmesi, ticari polimerlerin yerini alarak geniş bir kullanım alanına sahip olmasını sağlayacaktır (Koç, 2022).

4. Sonuçlar

Bu çalışmasında elde edilen genel sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- PLA ve Re-PLA'dan oluşturulmuş numunelerin ikili grupları incelendiğinde genel olarak numunelerinin eğme mukavemetinde bir artış görülmüş olup; ZXY-ZYX ikili gruplarında üretilen numunelerin diğer ikili gruplara kıyasla daha yüksek oranda artış görülmüştür.
- XYZ-YZX ikili grubun hem PLA hem de Re-PLA numunelerinin süneklik davranışı ve maksimum eğme dayanımı noktasından bakıldığında benzer özellik taşıdığı görülmüştür. En yüksek artış ZXY-ZYX ikili grupta elde edilmiştir.
- Re-PLA malzemelerinin PLA malzemelerine göre daha düzgün kırıldığı tespit edilmiştir. Bu düzgün yüzey kırılmasının sebebi ise malzemenin süneklik oranıyla orantılı olduğu düşünülmektedir.
- 3B yazıcılarda üretilmek için tasarlanan ürünlerin işlem parametreleri sabitlense bile istenilen mekanik özelliği uygun değere getirebilmek için yazıcı tabladaki konumunu belirleyici rol oynar.
- Bu çalışma ile PLA filamentinin atığı minimize edilerek geri dönüştürülmüş hali olan Re-PLA ile plastik atık israfının önlenebileceği anlaşılmıştır.

Kaynaklar

Bembenek, M., Kowalski, L., Kosoń-Schab, A., 2022. Research on the influence of processing parameters on the specific tensile strength of FDM additive manufactured PET-G and PLA materials. Polymers 14, 2446.

Chawla, K., Singh, R., Singh, J., 2022. On recyclability of thermoplastic ABS polymer as fused filament for FDM technique of additive manufacturing. World Journal of Engineering 19, 352–360.

Condruz, M.-R., Paraschiv, A., Badea, T.-A., Useriu, D., Frigioescu, T.-F., Badea, G., Cican, G., 2023. A Study on Mechanical Properties of Low-Cost Thermoplastic-Based Materials for Material Extrusion Additive Manufacturing. Polymers 15, 2981.

Drumright, R.E., Gruber, P.R., Henton, D.E., 2000. Polylactic acid technology. Advanced Materials 12, 1841–1846. https://doi.org/10.1002/1521-4095(200012)12:23<1841::AID-ADMA1841>3.0.CO;2-E

Elmas, B.S., 2021. Üç boyutlu (3D) yazıcıda üretilen polilaktik asit (PLA) numunelerinin mekanik özelliklerinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Erkan, Ö., Isık, B., 2009. 0/90 elyaf oryantasyonuna sahip camelyaf takviyeli polimer kompozit malzemenin farklı kesme yönlerinde frezelenmesinin yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin incelenmesi, in: 1st National Symposium on Machining.

Garlotta, D., 2001. A Literature Review of Poly(Lactic Acid). Journal of Polymers and the Environment 9, 63–84. https://doi.org/10.1023/A:1020200822435

İbrahim, Ü., Koçak, E.D., 2012. Poli (laktik asit)'in kullanım alanları ve nano lif üretimdeki uygulamaları. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 11, 79–88.

Jamshidian, M., Tehrany, E.A., Imran, M., Jacquot, M., Desobry, S., 2010. Poly-Lactic Acid: Production, Applications, Nanocomposites, and Release Studies. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 9, 552–571. https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00126.x

Ji, A., Zhang, S., Bhagia, S., Yoo, C.G., Ragauskas, A.J., 2020. 3D printing of biomass-derived composites: Application and characterization approaches. RSC advances 10, 21698–21723.

Koç, H.B., 2022. Üç Boyutlu Yazıcılarda Kullanılmak Üzere Geri Dönüştürülmüş PLA Filamentle Basılan Parçaların Mekanik Özelliklerinin Incelenmesi (Doktora Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Universitesi.

Mat, M.C., Ramli, F.R., Alkahari, M.R., Sudin, M.N., Abdollah, M.F., Mat, S., 2020. Influence of layer thickness and infill design on the surface roughness of PLA, PETG and metal copper materials. Proc. Mech. Eng. Res. Day 7, 64–66.

McKeen, L.W., 2014. 3 - Plastics Used in Medical Devices, in: Modjarrad, K., Ebnesajjad, S. (Eds.), Handbook of Polymer Applications in Medicine and Medical Devices, Plastics Design Library. William Andrew Publishing, Oxford, pp. 21–53. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-22805-3.00003-7

Şahin, G., 2021. 3 Boyutlu yazıcılarda kullanılan poli (Laktik asit) ve kompozit filamentlerinin mekanik ve baskı özelliklerinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi.

Savioli Lopes, M., Jardini, A.L., Maciel Filho, R., 2012. Poly (lactic acid) production for tissue engineering applications. Presented at the Procedia Engineering, pp. 1402–1413. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.534

Tuna, B., 2013. Geri dönüştürülmüş PLA'nın özelliklerinin reaktif harmanlama ile zincir uzatıcılar kullanılarak geliştirilmesi (Master's Thesis). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yaman, S., 2018. 3B yazıcı ile üretilen PLA40/ABS60 malzemesinin termal ve mekanik özelliklerinin deneysel incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi.