ENJEKSİYONLA KALIPLANAN POLİPROPİLEN BLOK KOPOLİMER MALZEMENİN SÜRÜNME DAVRANIŞININ TAHMİNİNDE NORTON-BAILEY SÜRÜNME MODELİNİN UYGULANMASI

Dr. Öğr. Üyesi, Şenol ŞAHİN
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü
sensah@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7823-2245

Ferhat AKPINAR
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü
226109001@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2842-6276

Özet

Yüksek sürünme dayanımı ve çevresel yüklemelere karşı yüksek çatlak direnci gibi sağladığı avantajlarından dolayı Polipropilen blok kopolimer (PPB) malzeme atık su tahliye borularında yaygın olarak tercih edilmektedir. Uzun süre sabit yüklemeye maruz kalabilen polimer esaslı bu malzemede sürünme genlemesi meydana gelebilmektedir. Sürünmeden kaynaklı hasar meydana gelmeden önce, kararlı sürünme bölgesi sonunda parçanın değiştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, sürünmeye maruz kalan parçaların ömrünün belirlenmesi ve en uygun zamanda değiştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, sınırlı sürünme verileri kullanılarak Norton-Bailey Sürünme Modeli kalibre edilmiş ve modelin sabit katsayıları belirlenmiştir. Sürünme ömrü tahmini için sayısal bir yaklaşım benimsenmiş ve verisi bulunmayan sürünme gerilmesi ile sürünme süresi değerleri için PPB malzemenin sürünme davranışı tahmin edilebilir hale getirilmiştir.

Çalışma kapsamında plastik enjeksiyon yöntemiyle üretilen PPB numunelere; 0.0003 1/s genleme hızında, farklı sürünme gerilmesi değerlerinde (8, 11, 16 ve 18 MPa) ve 1800 s sürünme süreli testler uygulanmıştır.

Testlerden elde edilen veriler, sürünme bölgelerine ayrılmıştır. Norton-Bailey Sürünme Modelinin etkin olduğu birincil ve ikincil sürünme bölgeleri için model, MATLAB yazılımı kullanılarak kalibre edilmiştir. Modelin sabit katsayıları hesaplanmış ve bu katsayılar ile genleme ve genleme hızı değerleri belirlenmiştir. Son olarak, hesaplanan değerlerin deneysel verilerle uyumu karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, PPB malzemede test uygulanmamış sürünme verilerinin tahmini, Norton-Bailey modeli kullanılarak mümkün hale getirilmiştir. Ayrıca, uzun süreli test süreçlerinin, kısa süreli testlerle başarılı bir şekilde tahmin edilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen Blok Kopolimer, Sürünme Davranışı, Norton-Bailey Sürünme Modeli

THE APPLICATION OF THE NORTON-BAILEY CREEP MODEL IN PREDICTING THE CREEP BEHAVIOR OF INJECTION-MOLDED POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER MATERIAL

Abstract

Polypropylene block copolymer (PPB) is widely preferred in wastewater drainage pipes due to its advantages, such as high creep resistance and excellent crack resistance under environmental loading. Creep strain may occur in this polymer-based material when exposed to long-term constant loading. To prevent damage caused by creep, the component should be replaced at the end of the stable creep phase. In this context, determining the lifespan of components subjected to creep and replacing them at the optimal time is of great importance.

In this study, the Norton-Bailey Creep Model was calibrated using limited creep data, and its constant coefficients were determined. A numerical approach was employed for creep life estimation, enabling

the prediction of PPB material's creep behavior for stress and time conditions where no prior data is available.

As part of the study, PPB samples produced via plastic injection molding were subjected to creep tests at a strain rate of 0.0003 s^{-1}, under different creep stress levels (8, 11, 16, and 18 MPa), and with a creep duration of 1800 seconds.

The test data were categorized into distinct creep stages. For the primary and secondary creep phases, where the Norton-Bailey Creep Model is effective, the model was calibrated using MATLAB software. The constant coefficients of the model were calculated, and strain and strain rate values were determined based on these coefficients. Finally, the calculated values were compared with experimental data to evaluate their consistency.

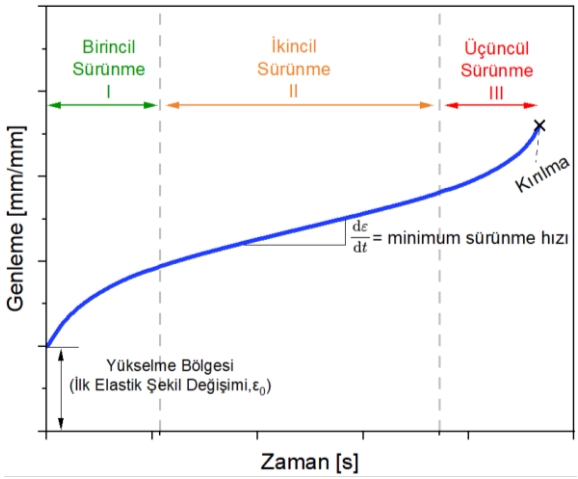
As a result, the study demonstrated that predicting untested creep data for PPB material is feasible using the Norton-Bailey model. Furthermore, it was shown that long-term test processes can be effectively estimated through short-term tests.

Keywords: Polypropylene Block Copolymer, Creep Behavior, Norton-Bailey Creep Model

1. GİRİŞ

Polipropilen (PP) ve polietilen (PE) gibi polimerler, su ve gaz taşıyan boru sistemlerinde sıkça tercih edilmektedir. Polipropilen blok kopolimerler (PPB), yüksek sürünme dayanımı ve çevresel yüklemelere karşı yüksek çatlak direnci (Haddad, 2010) gibi üstün özelliklerinden dolayı özellikle atık su tahliye boruları, drenaj su boruları gibi ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sürünme, bu boruların uzun vadede deforme olmasına ve güvenli kullanım ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, boruların tasarımı ve kullanım ömrü tahminlerinde sürünme davranışının anlaşılmasının önemli bir faktör olduğu vurgulanmaktadır (Drozdov vd., 2023).

Sürünme testi, belirli bir süre, sıcaklık ve sabit yük altında numuneye uygulanan yükleme ile gerçekleştirilir. Bu test, numunenin boyutsal kararlılığını sağlama yeteneğini değerlendirir ve başka bir deyişle, malzemenin sürünme direncini inceler. Şekil 1'de polimer esaslı plastik malzemeler için tipik sürünme testi cevabı verilmiştir. Sürünme yüklemesine maruz kalan polimer esaslı malzemelerin hasara uğrayana kadar sürünme davranışının farklı bölgelerde temsil edilebildiği görülmektedir (Kolařík & Pegoretti, 2006; Ogonna vd., 2010).

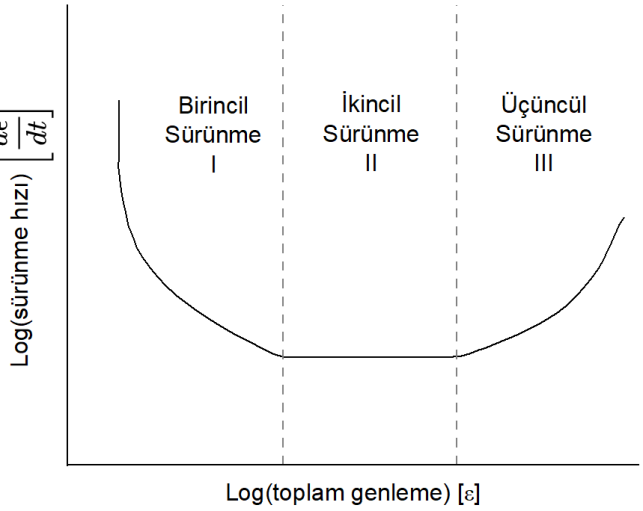


Şekil 3. Polimer esaslı plastik malzemeler için tipik sürünme testi cevabı (Kolařík & Pegoretti, 2006; Ogonna vd., 2010)

Belirlenen sürünme gerilmesi değerine ani olarak malzemenin yüklenmesiyle, başlangıçtaki elastik şekil değiştirme seviyesine hızla ulaşılmaktadır. Birincil sürünme bölgesinde ilerlerken, sürünme hızı giderek azalarak kararlı hale gelmektedir. Ardından, ikincil sürünme bölgesine geçildiğinde, sabit bir sürünme hızıyla şekil değişim süreci devam etmektedir. Son olarak, üçüncül sürünme bölgesine girildiğinde sürünme hızı giderek artmaktadır ve sonunda numune hasara uğramaktadır. Bu bölgede malzeme plastik

şekil değişimine maruz kalmaktadır. Malzeme, tamamen hasar alıp kırılmaya uğrayana kadar artan bir şekil değişimi hızı ile plastik deformasyona maruz kalmaktadır. (Kolařík & Pegoretti, 2006; Ogonna vd., 2010).

Şekil 2'de sürünme hızı – zaman değerlerinin logaritmik eksendeki hali verilmiştir. Şekil 2'den de anlaşılacağı gibi birincil sürünme bölgesinde sürünme hızı azalmakta, ikincil sürünme bölgesinde minimum sürünme hızında stabil olmakta ve üçüncül sürünme bölgesinde sürünme hızı artmaktadır. (Kolařík & Pegoretti, 2006; Ogonna vd., 2010)



Şekil 4. Polimer esaslı plastik malzemelerdeki sürünme hızının değişimi (Kolařík & Pegoretti, 2006; Ogonna vd., 2010)

Kısa süreli sürünme testlerinin yapılarak ve sürünme modellerinin kullanılması, malzemenin uzun süreli sürünme testine alternatif bir prosedürün temelini oluşturmaktadır. Sıcaklık – zaman ve gerilme – zaman süperpozisyon prensibi yardımıyla malzemenin uzun süreli sürünme testine alternatif bir prosedür oluşturulabilmektedir. Uzun süreli sürünme testleri maliyetlidir ve çok zaman almaktadır. Dolayısıyla kısa süreli sürünme testlerinden yararlanarak bu alternatif test prosedürünün kullanılması daha pratik olmaktadır. (Fairhurst vd., 2019; Mgbemena vd., 2010).

Viskoelastik Modellere; Kelvin-Voight Model, Maxwell Model, Üç Elemanlı Solid Model, Bingham Model, Burger Model vb. örnek olarak verilebilmektedir (Papanicolaou & Zaoutsos, 2019; Tarifard vd., 2024).

Literatür incelendiğinde farklı amaçlar ve malzeme özellikleri için geliştirilmiş ampirik sürünme modelleri de bulunmaktadır. Norton-Bailey Yasası Modeli, Findley'nin Güç Yasası Modeli, Garofalo – Arrhenius Modeli, The Morgan Mercer Flodin Modeli gibi modeller örnek olarak verilebilmektedir(Amalu vd., 2015; Amalu & Ekere, 2016; Doan & Mertiny, 2020; May vd., 2013; Tarifard vd., 2024).

Bu çalışma kapsamında PPB malzeme için Norton-Bailey Sürünme Modeli uygulanmıştır. Norton-Bailey Sürünme Modeli, birincil ve ikincil sürünme bölgelerinde iyi temsil yeteneğine sahip olmaktadır (May vd., 2013). Norton-Bailey sürünme modelinin genel tanım denklemi, denklem 1'deki gibidir (May vd., 2013; Tarifard vd., 2024).

$$\dot{\varepsilon}_{cr} = A\,\sigma^n t^m \tag{1}$$

Denklem 1'de ifade edilen sembollerin açıklaması aşağıdaki gibidir. (May vd., 2013)

A : malzemeye özgü bir sabittir, çevresel koşullar ve malzemenin özelliklerine bağlıdır.

σ : uygulanan sabit sürünme gerilmesidir.

n : gerilmenin sürünme oranı üzerindeki etkisini belirleyen gerilme üssüdür.

t : zamanı temsil etmektedir.

m : zamanın sürünme oranı üzerindeki etkisini belirleyen zaman üssüdür.

$\dot{\varepsilon}_{cr}$: sürünme genlemesi hızını temsil etmektedir.

Malzemelerin sürünme deformasyonunu zaman, gerilme ve malzeme özelliklerine göre modelleyen bir ampirik sürünme modelini ifade etmektedir (May vd., 2013). A, n ve m sıcaklığa bağımlı malzeme sabitleridir (Tarifard vd., 2024).

Bu çalışmada, PPB malzemeden üretilen çekme numunelerinin, belirli ortam koşulları altında, 0.003 1/s genleme hızında ve dört farklı sabit sürünme gerilmesi değeri (8, 11, 16 ve 18 MPa) ile kısa süreli sürünme davranışları incelenmiştir. Elde edilen sürünme verileriyle Norton-Bailey Yasası Sürünme Modeli MATLAB paket programında kalibre edilmiştir. Kalibrasyon sonrası, hesaplanan sabitler kullanılarak sürünme genlemesi – zaman ve sürünme hızı – zaman grafikleri oluşturulmuştur ve deneysel verilerle karşılaştırılmıştır. Çalışmanın temel amacı, sürünme testleri için mevcut veriler kullanılarak, yeni testlerin tahmin edilebilir hale getirilmesidir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

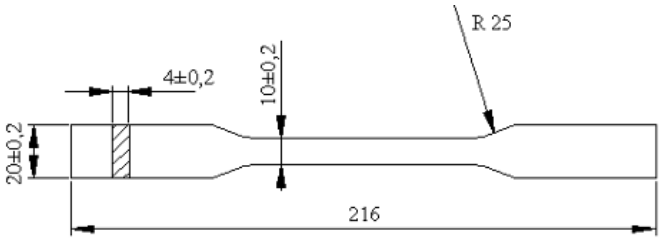
Bu çalışmada, üretici firma tarafından basınçsız boru sistemleri için tavsiye edilen Polipropilen BorECOTM BEC5015 (Borealis AG) ticari isimli polipropilen blok kopolimer (PPB) hammaddesi kullanılmıştır. PPB hammaddesinin önemli fiziksel ve mekaniksel özellikleri üreticinin ürün spesifikasyonlarına göre Çizelge 1'de verilmiştir (AYDEMİR vd., 2018; Feyzullahoglu & Şahin, 2010).

Tablo 5. PPB malzemenin ürün spesifikasyonları (AYDEMİR vd., 2018; Feyzullahoglu & Şahin, 2010)

Özellik	Test Metodu	Test Koşulu	Birim Sistemi	Özellik Değeri
Çekme Akma Gerilmesi	ISO 527-2	50 mm/dak	MPa	30
Çekme Akma Genlemesi	ISO 527-2	50 mm/dak	%	10
Çekme Modülü	ISO 527	1 mm/dak	MPa	1500
Charpy Çentik Darbe Dayanımına	ISO 179/1eU	+ 23 °C	kJ/m^2	70
Kütlesel Akış Hızı (MFR)	ISO 1133	230°C / 2.16 kg	g/10 dak	0.3
Yoğunluk	ISO1183		g/cm^3	0.9

2.2. Çok Amaçlı Deney Parçası Hazırlama

Saf PPB hammaddelerini toplam uzunluğu 216 mm ve boyutları TS EN ISO 527-2 standardında belirtilen tip 1A (ve/veya TS EN ISO 3167'de tip A) çok amaçlı deney parçalarına kalıplamak için vida çapı (D) 46 mm ve vida oranı (L/D) 20 olan bir enjeksiyon kalıplama makinesi (Haitian Plastics Machinery HTF 90W) kullanılmıştır. Çok amaçlı deney parçasının teknik ölçüleri şematize edilerek Şekil 3'de gösterilişti(AYDEMİR vd., 2018).



Şekil 5. Çok amaçlı deney parçası ölçüleri (AYDEMİR vd., 2018)

Saf PPB hammaddelerin enjeksiyon kalıplama işlemi, 1450 bar enjeksiyon basıncı, 650 bar tutma basıncı, 60 s tutma süresi, 225 ºC / 220 ºC / 220 ºC / 215 ºC bir kovan bölgesi sıcaklıkları (besleme bölgesinden meme bölgesine doğru), 225 °C eriyik sıcaklığı ve 30 °C kalıp soğutma sıcaklığı gibi sabit enjeksiyon parametreleriyle TS EN ISO 294-1'e göre gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, her çok amaçlı deney parçası için kalıp sıcaklığını belirtilen sıcaklıkta sabit tutmak için sıcaklık kontrol üniteli yüksek hassasiyetli proses soğutucu (Frigel Microgel Duo) kullanılmıştır. Bundan başka, tip A çok amaçlı deney parçaları, ISO 294-1'e göre bir T-dağıtıcı ve iki kavite (oyuk) ile S235JR çeliğinden (malzeme numarası 1.0038) yapılmış bir A tipi ISO kalıbına doğrudan doğruya enjeksiyon kalıplama ile üretilmiştir.

2.3. Yöntem

Deney parçalarının sürünme testleri (için) 10 kN kapasiteli çekme/basma test cihazı (Shimadzu AG-X) ve bilgisayar destekli Trapezium-X yazılımı kullanılmıştır.

Çok amaçlı deney parçaları, deney parçalarının enjeksiyon girişi bölgesinin sabit çene tarafından tutulacak ve/veya kelepçelenecek şekilde ana uzunlamasına eksenleri boyunca çekme test makinesinin çenelerine yerleştirilmiştir. Böylece, sürünme testi sırasında uygulanan sürünme (çekme) gerilmesi yönünün, deney parçalarının enjeksiyon kalıbının doldurma yönü ile aynı yönde (doğrultuda) olması sağlanmıştır. Bu şekilde deney numuneleri üzerindeki çekme gerilmesinin, ISO 13586'da L-T yönü olarak belirtilen numunenin ana uzunlamasına ekseninin (veya kalıp doldurma) yönüne paralel olması sağlanmıştır.

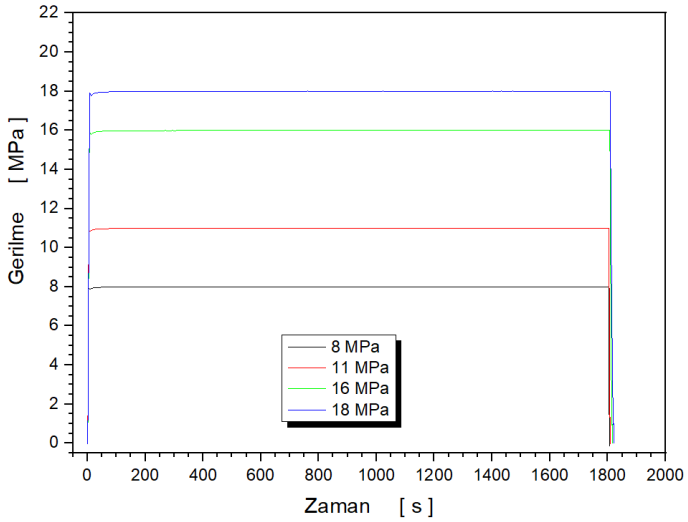
Sürünme testleri TS EN ISO 899-1'e uygun olarak 22°C ± 1°C sıcaklık ve %50 ± %10 nemli ortam koşulları altında 0.003 1/s genleme hızında, 4 farklı sabit (8, 11,16 ve 18 MPa) sürünme gerilmesi değerlerinde ve belirlenen sabit sürünme gerilmesi değerinde 1800 s sürünme süresinde gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca her ortalama deneysel değer için en az 3 deney parçası kullanılmış ve ortalama deneysel değer, ilgili deneysel verilerin Chauvenet kriterine (Holman, 1994) göre istatistiksel olarak değerlendirilmesiyle belirlenmiştir.

Elde edilen veriler MATLAB paket programına ".CSV" formatında aktarılmıştır. Zaman, sürünme genlemesi ve sürünme gerilmesi değerleri kullanılarak sütun matrisleri oluşturulmuştur. Birim zamandaki şekil değişimi oluşturulan sütun matrisleri aracılığıyla türetilerek hesaplanmıştır. MATLAB paket programının eğri uydurma uygulaması (curve fitting application) aracılığıyla Norton-Bailey Sürünme modeli denklemi özel denklem tanımı yapılarak programa işlenmiştir. Deneysel verilerle uyumlu malzeme modeli sabitleri hesaplanmıştır. Daha sonrasında sürünme hızı – zaman ve sürünme genlemesi – zaman grafikleri oluşturularak deneysel veri ile sürünme modeli tahminleri mukayese edilmiştir.

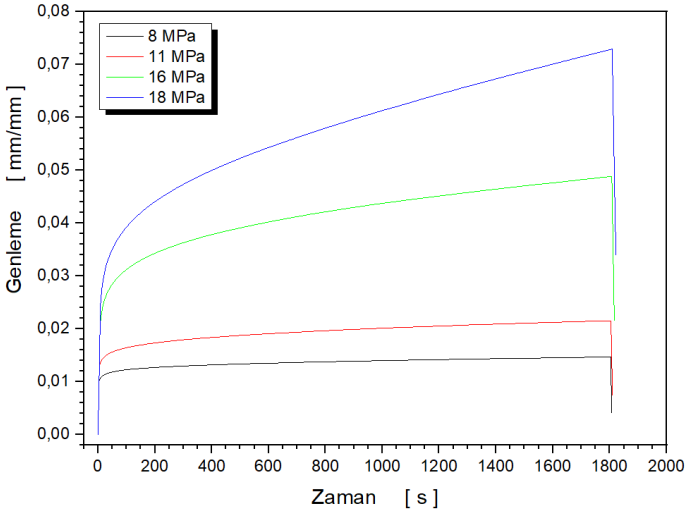
3. SONUÇ

PPB malzemeden imal edilmiş çekme numunelerinin aynı ortam koşullarında ve birbirinden 4 farklı sabit (8, 11,16 ve 18 MPa) sürünme gerilmesi değerlerinde 1800 sürünme süresinde teste tabi tutulmuştur. Şekil 4'te görüleceği üzere test süresince önceden belirlenen sürünme gerilmesi değerlerinde sabit yükler numunelere uygulanmıştır.



Şekil 6. 0.003 1/s genleme hızında PPB malzemeye uygulanan farklı sabit gerilme (8, 11, 16 18 MPa) değerlerindeki sürünme testlerinin gerilme – zaman grafikleri

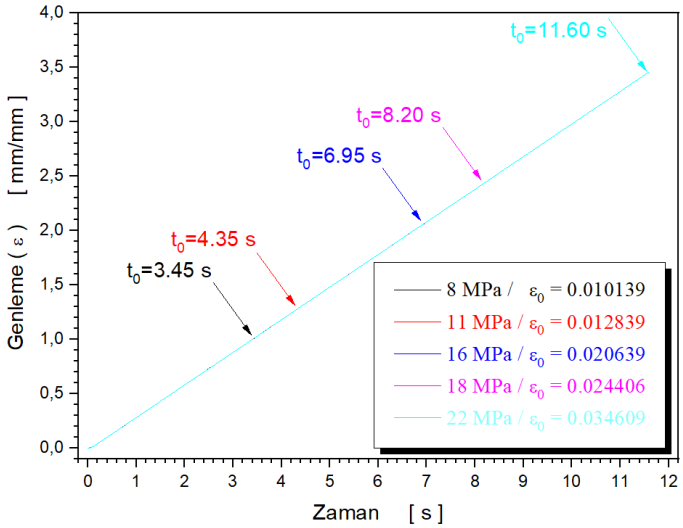
Şekil 5'te 0.003 1/s genleme hızında PPB numunelerine uygulanan farklı sabit gerilme (8, 11, 16 18 MPa) değerlerindeki sürünme testi cevaplarının genleme – zaman grafikleri verilmiştir. Gerilme seviyesi arttıkça stabil bölgenin (ikincil sürünme bölgesinin) eğimi artmaktadır, bir diğer ifade ile minimum sürünme hızı artmaktadır. Bu durum literatürle de uyumlu olmaktadır.



Şekil 7. 0.003 1/s genleme hızında PPB malzemeye uygulanan farklı sabit gerilme (8, 11, 16 18 MPa) değerlerindeki sürünme testlerinin genleme – zaman grafikleri

Belirlenen sürünme gerilmesi seviyesine erişene kadar geçen sürede oluşan genleme ise yükselme genlemesi (ilk elastik şekil değişimi) olmaktadır. Şekil 1'de de bu yükselme bölgesi tanımlanmıştır. Şekil 5'te ise her sürünme gerilmesi seviyesinde bu ilk elastik şekil değişimi bölgesi görülebilmektedir. Bu durumla birlikte, sürünme gerilmesi arttıkça yükselme bölgesindeki genleme miktarı ve bu bölgedeki geçen süre de artmaktadır.

Şekil 6'da 0.003 1/s genleme hızında PPB numunelerine uygulanan farklı sabit gerilme (8, 11, 16 18 MPa) değerlerindeki sürünme testi cevaplarının yükselme bölgesi için genleme – zaman grafikleri verilmiştir.



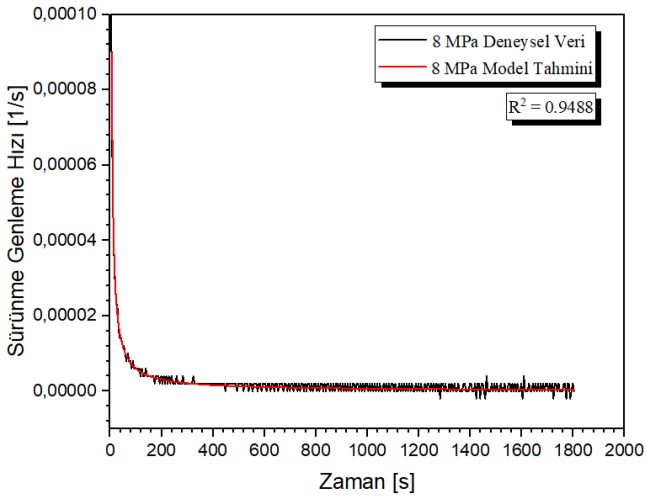
Şekil 6. PPB malzemesinin yükselme bölgesi için 0.003 1/s genleme hızında ve farklı sabit (8, 11, 16 18 MPa) gerilmelerdeki genleme – zaman grafikleri

Şekil 6'da yükselme bölgesi detaylı olarak incelenmiştir. Yükselme bölgesi grafiğindeki t_0 süreleri, belirlenen sürünme gerilmesi değerleri için yükselme bölgesinin tamamlandığı süreleri göstermektedir. Sürünme gerilme değeri arttırıldıkça, ilk elastik şekil değişim miktarı ve geçen süre miktarı artmaktadır.

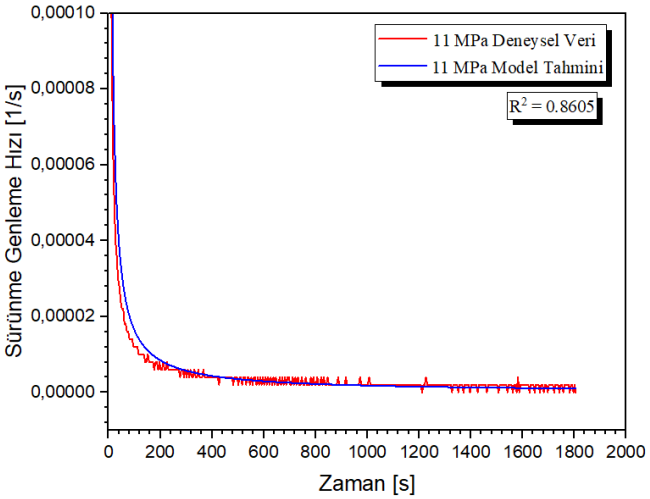
MATLAB paket programındaki eğri uydurma uygulaması aracılığıyla A sabiti 7.15 E-07, n sabiti 3.1642 ve m sabiti -0.9651 olarak hesaplanmıştır. "m" sabitinin negatif olması, zaman arttıkça genleme hızına azalan bir etki gösterdiğini ifade etmektedir. "n" sabitinin pozitif olması, sürünme gerilmesi arttıkça sürünme genleme hızının da artmasına neden olacak şekilde etki ettiğini göstermektedir.

Bu hesaplanan sabitler birincil ve ikincil sürünme bölgesi için uyumludur. Üçüncü sürünme bölgesi için uyumlu olmamaktadır. Şekil 2'de de görüleceği üzere birincil sürünme bölgesinde sürünme genleme hızı azalmaktadır. İkincil sürünme bölgesinde ise minimum sürünme hızında stabil kalmaktadır. Hesaplanan model sabitlerini, deneysel veriler ve literatürdeki bilgiler doğrulamaktadır.

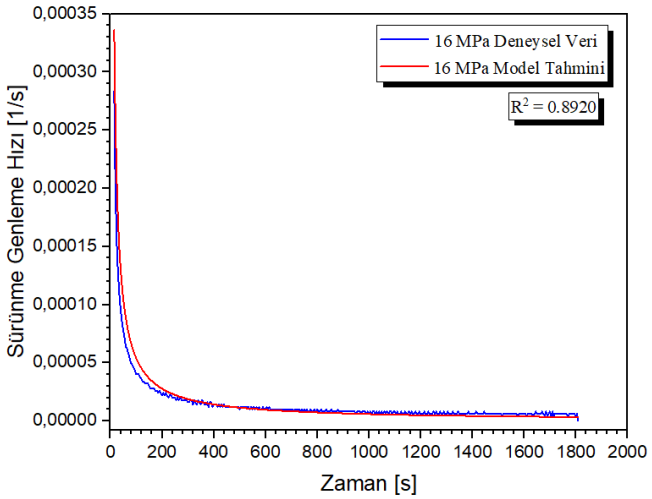
Şekil 8 'den Şekil 11'e kadar sırasıyla 8,11,16 ve 18 MPa sürünme gerilmeleri için deneysel ve model tahmini eğrilerini içeren sürünme genleme hızı – zaman grafikleri verilmiştir. Grafiklerin açıklama kısmında, deneysel veriler ile model tahmini verilerin uyum oranını ifade eden R^2 değerleri de verilmiştir. Sürünme genleme hızı grafiklerinde R^2 değerlerinin en az 0.8583 olduğu görülmüştür. 8,11,16 ve 18 MPa sürünme gerilmesi değerleri için uyum oranı olan R^2 değerleri sırasıyla 0.9488, 0.8605, 0.8920, 0.8583 olarak hesaplanmıştır.



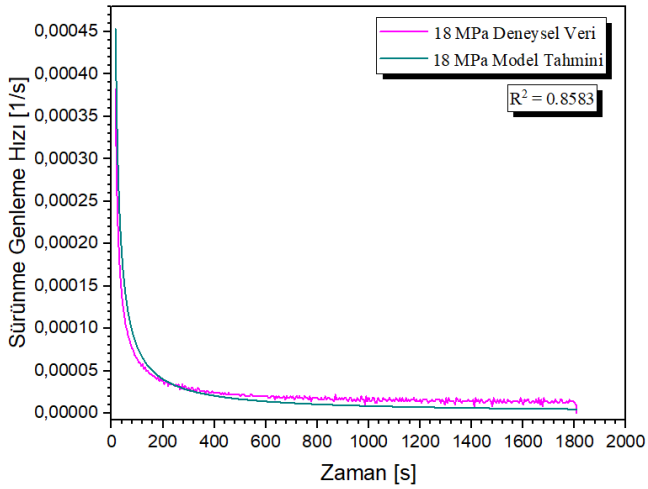
Şekil 8. PPB malzemesi için 0.003 1/s genleme hızında ve 8 MPa sürünme gerilmesindeki deneysel ve model tahmini verilerinin sürünme genleme hızı – zaman grafiği



Şekil 9. PPB malzemesi için 0.003 1/s genleme hızında ve 11 MPa sürünme gerilmesindeki deneysel ve model tahmini verilerinin sürünme genleme hızı – zaman grafiği

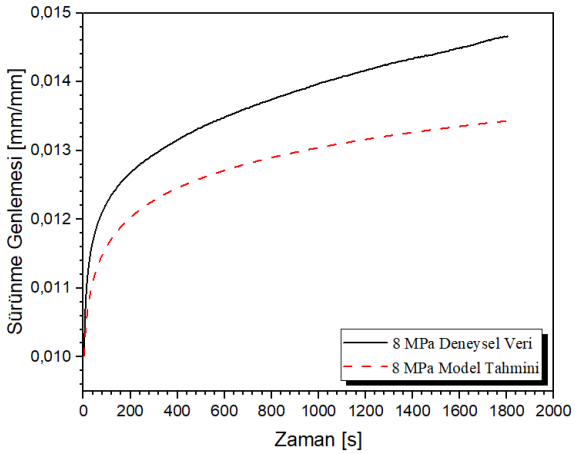


Şekil 10. PPB malzemesi için 0.003 1/s genleme hızında ve 16 MPa sürünme gerilmesindeki deneysel ve model tahmini verilerinin sürünme genleme hızı – zaman grafiği

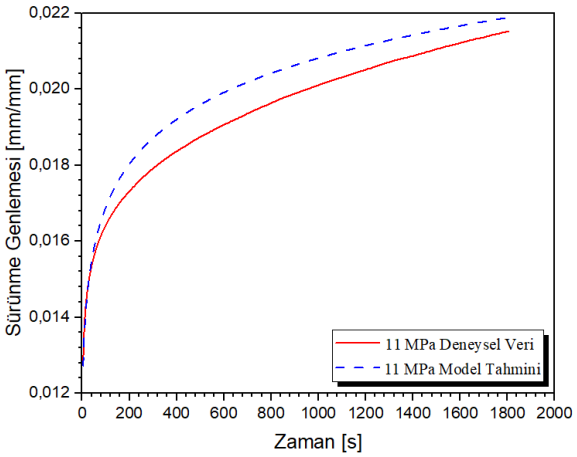


Şekil 11. PPB malzemesi için 0.003 1/s genleme hızında ve 18 MPa sürünme gerilmesindeki deneysel ve model tahmini verilerinin sürünme genleme hızı – zaman grafiği

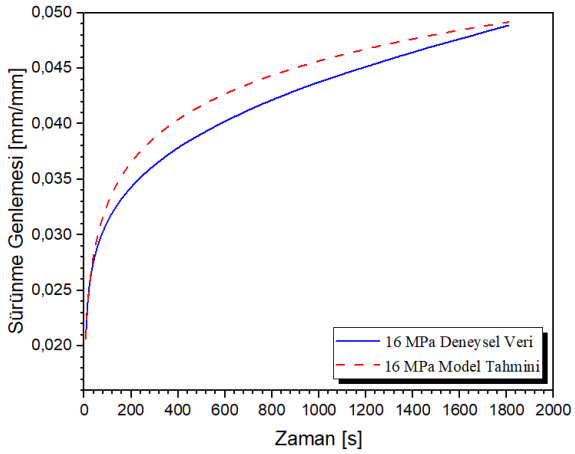
Şekil 12'den Şekil 15'e kadar kadar sırasıyla 8,11,16 ve 18 MPa sürünme gerilmeleri için deneysel ve model tahmini verilerini içeren sürünme genleme – zaman grafikleri verilmiştir.



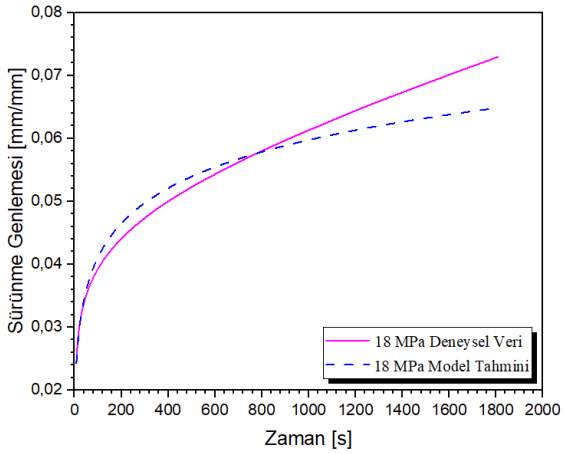
Şekil 12. PPB malzemesi için 0.003 1/s genleme hızında ve 8 MPa sürünme gerilmesindeki deneysel ve model tahmini verilerinin sürünme genleme– zaman grafiği



Şekil 13. PPB malzemesi için 0.003 1/s genleme hızında ve 11 MPa sürünme gerilmesindeki deneysel ve model tahmini verilerinin sürünme genleme– zaman grafiği



Şekil 14. PPB malzemesi için 0.003 1/s genleme hızında ve 16 MPa sürünme gerilmesindeki deneysel ve model tahmini verilerinin sürünme genleme– zaman grafiği



Şekil 15. PPB malzemesi için 0.003 1/s genleme hızında ve 18 MPa sürünme gerilmesindeki deneysel ve model tahmini verilerinin sürünme genleme– zaman grafiği

TARTIŞMA

0.003 1/s genleme hızında, farklı sabit (8, 11, 16 18 MPa) sürünme gerilmesi değerlerinde, 1800 s sürünme süresinde PPB saf malzememin sürünme davranışı incelenmiştir. Norton-Bailey Yasası Sürünme Modelinin sabitleri, deneysel çalışmalardan elde edilen verilerin MATLAB paket programında eğri uydurma uygulaması aracılığıyla işlenmesi sonucunda PPB saf malzemesi için hesaplanmıştır.

Nortan Bailey Yasası Sürünme Modelinin A, n ve m sabitleri sırasıyla 7.15 E-07, 3.1642 ve -0.9651 olarak hesaplanmıştır.

Deneysel sürünme genlemesi hızı – zaman grafikleri ile model denklemi üzerinden hesaplanan sürünme genleme hızı – zaman grafikleri mukayese edilmiştir. R^2 değeri 0.85 ve üzerinde bulunmuştur.

11, 16, 18 MPa sürünme gerilmesi seviyelerinde deneysel ve model genleme – zaman eğrileri yüksek oranda uyumlu içerisinde olduğu görülmüştür. 8 MPa sürünme gerilmesi seviyesinde diğer gerilme seviyesindeki genleme – zaman tahminlerine göre daha az uyum sağladığı tespit edilmiştir. Bunun durumun sebebi; düşük sürünme gerilmesi seviyesinde (8 MPa), sürünme süresinin de düşük seviyede olması olarak tespit edilmiştir.

Norton-Bailey yasası sürünme modelinin, PPB saf malzemesi üzerinde yapılan sınırlı deneysel verilerle hem birincil hem de ikincil sürünme bölgelerinde sürünme genleme hızını yüksek doğrulukla tahmin edebildiği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

Amalu, E. H., & Ekere, N. N. (2016). Modelling evaluation of Garofalo-Arrhenius creep relation for lead-free solder joints in surface mount electronic component assemblies. *Journal of Manufacturing Systems*, *39*, 9–23. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.01.002

Amalu, E. H., Ekere, N. N., Oduoza, C. F., & Zarmai, M. T. (2015). Evaluation of garofalo creep model for lead-free solder joints in surface mount components. *NSTI: Advanced Materials - TechConnect Briefs 2015*, *4*(4), 282–285.

AYDEMİR, B., ŞAHİN, Ş., & ŞAHİN, T. (2018). Polipropilen Kopolimerinde (PPB) Kalsiyum Karbonat Tane Boyutunun Kısa Süreli Çekme Sürünme Özellikleri Üzerine Etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*(2), 206–213. https://doi.org/10.17100/nevbiltek.368459

Doan, H. G. M., & Mertiny, P. (2020). Creep testing of thermoplastic fiber-reinforced polymer composite tubular coupons. *Materials*, *13*(20), 1–17. https://doi.org/10.3390/ma13204637

Drozdov, A. D., Høj Jermiin, R., & de Claville Christiansen, J. (2023). Lifetime Predictions for High-Density Polyethylene under Creep: Experiments and Modeling. *Polymers*, *15*(2). https://doi.org/10.3390/polym15020334

Fairhurst, A., Thommen, M., & Rytka, C. (2019). Comparison of short and long term creep testing in high performance polymers. *Polymer Testing*, *78*, 105979.

https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.105979

Feyzullahoglu, E., & Şahin, T. (2010). The Tribologic and Thermomechanic Properties of Polypropylene Filled with CaCO3 and Anhydrous Borax. *Journal of Reinforced Plastics and Composites - J REINF PLAST COMPOSITE*, *29*, 2498–2512. https://doi.org/10.1177/0731684409355200

Haddad, A. N. (2010). Tensile-Creep Behavior of Polypropylene Block Copolymer Resin for Non-pressure, Sanitary Corrugated Pipe for Drainage. *XVth International Plastic Pipes Conference -Vancouver BC Canada - 20-22 September 2010*. https://plasticpipesconference.com/site/database#main-to-here-235

Holman, J. P. (1994). *Experimental Methods For Engineers (6th Edition)*. New York: McGraw-Hill.

Kolařík, J., & Pegoretti, A. (2006). Non-linear tensile creep of polypropylene: Time-strain superposition and creep prediction. *Polymer*, *47*(1), 346–356. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymer.2005.11.013

May, D. L., Gordon, A. P., & Segletes, D. S. (2013). The Application of the Norton-Bailey Law for Creep Prediction Through Power Law Regression. *Volume 7A: Structures and Dynamics*, *7 A*, 1–8. https://doi.org/10.1115/GT2013-96008

Mgbemena, C., Mgbemena, C., & Obinna, U. N. (2010). *Characterisation and study of the creep behaviour of Polypropylene/Calcium Carbonate nanocomposites*. *6*, 1620–1626.

Ogonna, M. C., Edith, M. C., & Obinna, U. N. (2010). Characterisation and study of the creep behaviour of polypropylene/calcium carbonate nanocomposites. *Journal of Applied Sciences Research*, *6*, 1620–1626.

Papanicolaou, G. C., & Zaoutsos, S. P. (2019). 1 - Viscoelastic constitutive modeling of creep and stress relaxation in polymers and polymer matrix composites. In R. M. Guedes (Ed.), *Creep and Fatigue in Polymer Matrix Composites (Second Edition)* (Second Edi, pp. 3–59). Woodhead Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102601-4.00001-1

Tarifard, A., Török, Á., & Görög, P. (2024). Review of the creep constitutive models for rocks and the application of creep analysis in geomechanics. In *Rock Mechanics and Rock Engineering* (Vol. 57, Issue 10). Springer Vienna. https://doi.org/10.1007/s00603-024-03939-x

IMASCONGRESS

CERTIFICATE

KATILIM BELGESİ - CERTIFICATE OF PARTICIPATION

Şenol ŞAHİN

ENJEKSİYONLA KALIPLANAN POLİPROPİLEN BLOK KOPOLİMER MALZEMELERİN SÜRÜNME DAVRANIŞININ TAHMİNİNDE NORTON-BAILEY SÜRÜNME MODELİNİN UYGULANMASI
THE APPLICATION OF THE NORTON-BAILEY CREEP MODEL IN PREDICTING THE CREEP BEHAVIOR OF INJECTION-MOLDED POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER MATERIALS

29 Kasım 2024 - 30 Kasım 2024 tarihleri arasında Kocaeli Üniversitesi Anıtpark Kampüsü KOCAELİ'de düzenlenen ULUSLARARASI MARMARA FEN BİLİMLERİ KONGRESİ'ne katılımınız ve değerli katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

We appreciated your participation and valuable contributions to INTERNATIONAL MARMARA SCIENCES CONGRESS at Kocaeli Üniversitesi Anıtpark Kampüsü KOCAELİ on November 29, 2024 - November 30, 2024

IMASCON 2024 AUTUMN ORGANIZING COMMITTEE

Belge No/Document Number: 9241295 *Kontrol için tıklayınız/Click for check*

IMASCON 2024 AUTUMN

NOV 29-30, 2024 KOCAELİ / TÜRKİYE

13. INTERNATIONAL MARMARA SCIENCE AND SOCIAL SCIENCES CONGRESS

SCIENCES PROCEEDINGS BOOK



IMASCONGRESS

WWW.IMASCON.COM

IMASCON 2024 AUTUMN

INTERNATIONAL MARMARA SCIENCE AND SOCIAL SCIENCES CONGRESS

SCIENCES PROCEEDINGS BOOK

NOV 29-30, 2024

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ ANITPARK KAMPÜSÜ

KOCAELİ / TÜRKİYE

www.imascon.com

info@imascon.com

ISBN: 978-605-72746-7-0

EDITORS

- Prof. Dr. Arif Özkan, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Serdar Biroğul, Düzce University
- Assoc. Prof. Dr. Ömer Güngör, Kocaeli University
- Lecturer Mustafa Of, Kocaeli University
- Lecturer İsmail Kılıçaslan, Kocaeli University
- Lecturer Kazım Kahraman, Kocaeli University
- Dr. Çağatay Taşdemirci, Anglia Ruskin University

All Rights Reserved
All Responsibilities of The Articles Belong to The Authors

SUPPORTERS


KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
1992
Polytechnic University of Coimbra
KOCAELİ
BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
KÖRFEZ BELEDİYESİ
KARTEPE
BELEDİYESİ
2009
GÖLCÜK
BELEDİYESİ
1923
İZMİT
BELEDİYESİ

Dear participants,

IMASCON 2024 AUTUMN Congress is an internationally recognized academic event. With this congress, where face-to-face and remote participation is supported, you will have the opportunity to present your scientific publications. Our congress, which is attended by respected names in the scientific community, is a candidate congress to bring new horizons to science.

From 12 countries 489 participants applied to the congress. Participants presented their papers for two days in the congress.

We are also grateful to the esteemed participants, our keynote speakers, our referees for their support and contributions to the success of this congress. Thank you for attending our academic event and supporting us.

The IMASCON congress will be held every year by raising its target higher. It will reach out to wider communities and increase the number of papers and participants.

Any kind of feedback about the congress is very important to us. You can reach our congress from our web page, info@imascon.com e-mail address and official social media accounts.

IMASCON ORGANIZING COMMITTEE 25.12.2024

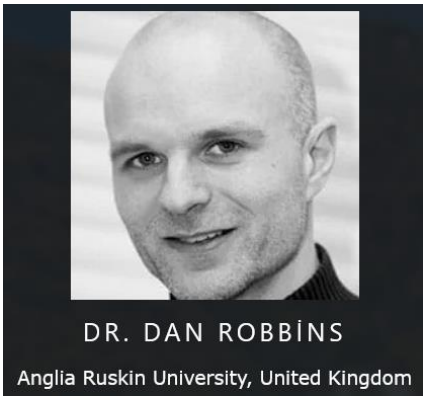
KEYNOTE SPEAKERS











SCIENCE COMMITTEE

Listed in alphabetical order

- Prof. Dr. Ahmet Küçük, Kocaeli University
- Prof. Dr. Ahmet Duran Şahin, İstanbul Technical University
- Prof. Dr. Alaeddin Bobat, Kocaeli University
- Prof. Dr. Arif Özkan, Kocaeli Üniversitesi
- Prof. Dr. Ayşe GÜNSEL, Kocaeli University
- Prof. Dr. Engin Özdemir, Kocaeli University, Teknoloji Fakültesi
- Prof. Dr. Fatma Çanka Kılıç, Kocaeli University, Teknoloji Fakültesi
- Prof. Dr. C. Gazi Uçkun, Kocaeli University
- Prof. Dr. Hanefi Bayraktar, Atatürk University
- Prof. Dr. Hasan Latif, Kocaeli University
- Prof. Dr. Hristo Ivanov Katrandzhiev, Marketing and Strategic Planning, University of National and World Economy, Bulgaria
- Prof.Dr. Hüseyin Dikme, İstanbul Gelişim University
- Prof. Dr. Hysen Mankolli, Editor of IJEES, Health and Environment Association, U.S.A.
- Prof. Dr. İlyas Uygur, Düzce University, Mühendislik Fakültesi Dekanı
- Prof. Dr. Juan Carlos, ROCA University OF Huelva, Spain
- Prof. Dr. Kadri Süleyman Yiğit, Kocaeli University
- Prof. Dr. Luis M. F. Roseiro, ISEC
- Prof. Dr. Maan T. J. MAAROOF, Mousul University, Vetrinary Faculty, Animal Health & animal Hygiene Department, Mousul, Iraq
- Prof. Dr. Mahmut Durmuş, Gebze Technical University
- Prof. Dr. Mehmet Demirtaş, Bitlis Eren University, Rektör Yardımcısı
- Prof. Dr. Melda Yardımoğlu Yılmaz, Kocaeli University
- Prof. Dr. Mustafa Yaşar, Karabük University
- Prof. Dr. Nardane Yusifova, Azerbaycan Milli ilimler Akademisi, Milli Tarih Müzesi
- Prof. Dr. Novo Palakalovic, Faculty of Economics, University of East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
- Prof. Dr. Olena Demyanyuk, Institute of Agroecology and Environmental Management, Kyiv, Ukraine
- Prof. Dr. Orhan Gezici, Ömer Halis Demir University
- Prof. Dr. Osman Taylan, King Abdulaziz University, Saudi Arabia
- Prof. Dr. Özgür Sarı, Sinop University
- Prof. Dr. Resul Kara, Düzce University
- Prof. Dr. Sibel Zor, Kocaeli University
- Prof. Dr. Şükrü Dursun, Konya Technical University
- Prof. Dr. Şükran Güzin Ilıcak Aydınalp, İstanbul Gelişim Üniversitesi
- Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic, Faculty of Economics, University of Nis, Serbia
- Assoc. Prof. Dr. Ednan Ayvaz, Kocaeli Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Ayşegül Türk, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Azeta Tartaraj, Aleksander Moisiu Durres University, Dean of Economic Faculty, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Derya Davarcı, Gebze Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Flora Merko, Aleksander Moisiu Durres University, Business Faculty, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Eda Bezhani, Aleksander Moisiu Durres University, Business Faculty, Albania

- Assoc. Prof. Dr. Elif Şenkuytu, Atatürk University
- Assoc. Prof. Dr. Brunela Trebicka, Aleksander Moisiu Durres University, Business Faculty, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Etem Yeşilyurt, Akdeniz University
- Assoc. Prof. Dr. Ercan Arpaz, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Lyudmyla Symochko, Uzhhorod National University, Ukraine
- Assoc. Prof. Dr. Mehboob Nagarbawdi, Aki's Poona College Of Arts, Science Commerce, India
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Kerim Güllap, Atatürk University
- Assoc. Prof. Dr. Nagip Skenderi, Faculty of Economy, University of Prishtina, Kosovo
- Assoc. Prof. Dr. Natalya Gudkova, The State Ecological Academy, Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine
- Assoc. Prof. Dr. Taner Erdoğan, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Ylber Aliu, AAB College, Public Administration Faculty, Kosovo
- Assoc. Prof. Dr. Yoshito Ando, Kyushu Institute of Technology
- Assoc. Prof. Dr. Arif Özkan, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Erdinç Doğancı, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Fatih Koç, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Halil Atmaca, Artro Klinik
- Assoc. Prof. Dr. Hasan Kaya, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Hülya Ünver, Düzce University
- Assoc. Prof. Dr. Ömer Güngör, Kocaeli Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Samad Rahimi Aghdam, Tabriz University
- Assoc. Prof. Dr. Seher Uçkun, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Selda Uca, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Sinan Aydın, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. Mazin Nazar Fadhel, College of Environmental Science and Technology Mosul university, Musul, IRAQ
- Assist. Prof. Dr. Mehlika Kocabaş Akay, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. A. Arzu Arı Bural, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. Aslıhan Kuyumcu Vardar, Düzce University
- Assist. Prof. Dr. Berna Kavaz Kındığılı, Atatürk University
- Assist. Prof. Dr. Fatih Sevgi, Selçuk University
- Assist. Prof. Dr. Handan Özçelik Bozkurt, Sinop University
- Assist. Prof. Dr. İpek Sucu, Gelişim University
- Assist. Prof. Dr. Keisuke Wakizaka, Gelişim University
- Assist. Prof.Dr. Oğuz Polatel, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. Larissa Shragina, Odessa I. I. Mechnikov University
- Assist. Prof. Dr. Rüştü Taştan, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. Seyil NAJIMUDINOVA, Kırgızistan Türkiye Manas University
- Assist. Prof. Dr. Vystavkina Daria, Odessa I. I. Mechnikov University
- Assist. Prof. Dr. Vedat Tümen, Bitlis Eren University
- Assist. Prof. Dr. Yusuf Budak, Kocaeli University
- PTech. Dr. Noor Zaitun Yahaya, Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia
- PTech. Dr. Isma Rosila, Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia
- Phd. Alba Ramallari, Economics Department Faculty of Bussines "Aleksandër Moisiu" University Durrës, Albania

- Phd. Alma Zisi, Economics Department Faculty of Bussines “Aleksandër Moisiu” University Durrës, Albania
- PhD. Blerina Vrenozi, Tirana University, Albania
- Phd. Daniela Lika, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- PhD. Gülşah Keklik, İstanbul Technical University
- PhD. Mirela Alushllari, University of Albania, Albania
- PhD. Jonida Gashi, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- PhD. Olta Nexhipi, “Aleksandër Moisiu” University Durrës, Albania
- PhD. Violeta Neza, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- PhD. Ariola Harizi, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- PhD. Saeid Shojaei, University of Tabriz Department of Electronics and Photonics
- PhD. Ada Aliaj, “Aleksandër Moisiu” University Durrës, Albania
- PhD. Moses M. Solomon, King Fahd University of Petroleum and Minerals
- PhD. Emma Gurashi Nikolaoy, University Of Patras, Greece
- PhD. Hisham M. Alidrisi, King Abdulaziz University, Saudi Arabia
- PhD. Ruhan Özel, Kocaeli University, Turkey
- PhD. Thawee Numsakulwong, Rajamangala University of Technology Isan, Tayland
- PhD. Reyhan Dadash, Azerbaycan National Pedagogy University, Literature, Azerbaycan
- Lect. Dr. Barış Demir, Kocaeli University
- Lect. Mustafa Of, Kocaeli University
- Lect. Dr. Soner Enekci,Kocaeli Üniversitesi

ART ARDA YERLEŞTİRİLMİŞ EŞ SICAKLIKLI İKİ DAİRESEL SİLİNDİRİN TÜMLEŞİK TAŞINIMLA AKIŞ VE ISI GEÇİŞİNİN REYNOLDS 300 İÇİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ 310

M5 ÜSKÜDAR METRO İSTASYONU ÖZELİNDE PİEZOELEKTRİK MALZEME KULLANARAK ELEKTRİK ÜRETİMİNİN SCADA ENTEGRASYONU 318

METRO HATLARINDA AFET VE ACİL DURUMLARDA ENERJİ SÜREKLİLİĞİNİN SAĞLANMASI, ÖRNEK BİR ACİL DURUM İNCELEMESİ 322

PNÖMATİK YAPAY KASLAR İÇİN ÇEKME KUVVETİ ÖLÇEBİLEN DENEY DÜZENEĞİ TASARIMI VE ÜRETİMİ 331

AZERBAYCAN'DA MERSİN BALIKLARI ÜRETİMİ: POTANSİYEL, ZORLUKLAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ 348

STRESS DETECTION IN ONLINE SOCIAL NETWORKS: A COMPARATIVE ANALYSIS BASED ON MACHINE LEARNING ALGORITHMS 357

KANSER İMMÜNOTERAPİSİ: BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ İLE KANSERLE MÜCADELEDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR VE GÜNCEL GELİŞMELER 364

FREKANS VE SAC KATSAYILARININ ASENKRON MOTORLARDA EDDY AKIMI VE HİSTEREZİS KAYIPLARINA ETKİSİ 368

DISTINGUISHING PARKINSON'S PATIENTS USING VOICE-BASED FEATURE EXTRACTION AND CLASSIFICATION 374

MOBİLYA KULLANICISININ ALGISINDA DIETER RAMS'IN İYİ TASARIM ANLAYIŞI 391

KARBAMAZEPİNİN SUCUL ORTAMLARDAN SONİKASYON PROSESİ İLE GİDERİMİ 400

İŞLETME PERFORMANSI ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ: TÜRKİYE BANKACILIK SEKTÖRÜ ÖRNEĞİ 408

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF RADIATION DAMAGE-INDUCED PHASING ON THAUMATIN BY MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION METHOD 416

EXPERIMENTAL STUDY ON VIBRATION REDUCTION EFFECT OF ROTOR SHAFT MATERIAL IN PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR 421

ROTOR MİLİ MALZEMESİNİN DAİMİ MIKNATISLI SENKRON MOTORUN GÜRÜLTÜSÜNE ETKİSİ ÜZERİNE DENEYSEL ÇALIŞMA 429

BİR BİLEŞİK KESRİN ALAN MODELİ İLE GÖSTERİMİNDE YAPILAN YAYGIN HATALARIN İNCELENMESİ 437

İNSANSIZ HAVA ARACI İLE DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİ KULLANARAK ORMAN YANGINLARININ ERKEN TESPİTİ 443

FARKLI ÇÖZÜCÜLERDE HAZIRLANAN ALOE VERA BİTKİ EKSTRAKTLARININ ANTİBAKTERİYEL ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ 452

DETECTION OF PARASITES IN BLUEFISH (*POMATOMUS SALTATRIX* (LINNAEUS, 1766)) FROM FISH MARKETS IN KOCAELİ, TÜRKİYE 457

ENJEKSİYONLA KALIPLANAN POLİPROPİLEN BLOK KOPOLİMER MALZEMENİN SÜRÜNME DAVRANIŞININ TAHMİNİNDE NORTON-BAILEY SÜRÜNME MODELİNİN UYGULANMASI 463

***PRNP* GENİNDEKİ VARYANTLARIN İNSAN PRİON HASTALIKLARINDAKİ NÖRODEJENERATİF ETKİSİNİN İNCELENMESİ 474**

RNASEH2B GENİNDEKİ POTANSİYEL MUTASYONUN VAKA ÇALIŞMASIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ 481

MOBİL AFET VE ACİL DURUM JENERATÖRÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ 487

Osman ARMAĞAN	Ensuring Energy Continuity in Disaster and Emergency Situations in Metro Lines, An Exemplary Emergency Investigation
İlker KARAKAYA	The Effects Of Frequency and Steel Coefficients on Eddy Current and Hysteresis Losses in Induction Motors
Burak ÇELİK	Distinguishing Parkinson's Patients Using Voice-Based Feature Extraction and Classification
Merve SERDAR	Investigation of Harmonics in Electric Vehicle Charging Stations
Özcan BOZKUŞ	Dimensioning of Mobile Disaster and Emergency Generator
İmam Eyyüp ELÇİ	Design and Simulation of DC-DC Step-Down Converter Circuits Using LTSpice
Okan SELEK	Analysis Of Energy Savings Of Transfer Pumps Depending On Fluid Heat And Operating With Driver

IMASCON 2024 AUTUMN SESSION 1.4 / 16:00 – 17:45	**Hall : 4**	**30 NOV 2024**
https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_MDFiY2UxNjctNTc2Ni00NTk3LWE3MzUtZjVhYWY0MDU4YWY5%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%2268d9f29c-e6b8-49ae-98bc-46af9b6f9a9d%22%2c%22Oid%22%3a%22253adc8d-690b-4455-8a24-081329330021%22%7d		
SESSION CHAIR : Asis. Prof. Dr. Enes KILINÇ		
Asis. Prof. Dr. Enes KILINÇ	Effect of Re Number on Velocity and Pressure Distribution of a PVT Collector	
Serdar ALBAYRAK	Experimental Study On The Vibration Reduction Effect Of Rotor Shaft Material In Permanent Magnet Synchronous Motor	
Serdar ALBAYRAK	experimental Study On The Effect Of Shaft Material On Noise Of Permanent Magnet Synchronous Motor	
Tuğrul SAPMAZ	Comparative Structural Analysis of Different Ring Sheet Geometries in Cylindrical Steel Silos	
Orhan Mert DURANER	Evaluation of Refrigerants and Their Alternatives Used in Refrigerated Display Cabinets Through TEWI Analysis of CO2 Emissions	
Orhan Mert DURANER	Anti-Fog Surface Application In Refrigerated Display Cabinets With Doors	
Ferhat AKPINAR	The Application Of The Norton-Bailey Creep Model In Predicting The Creep Behavior Of Injection-Molded Polypropylene Block Copolymer Materials	
Discussion		
ONLINE PRESENTATIONS		