POLİPROPİLEN BLOK KOPOLİMER MALZEMENİN MEKANİK DAVRANIŞININ BERGSTRÖM-BOYCE MODELİYLE İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER MATERIAL USING THE BERGSTRÖM-BOYCE MODEL

Asst. Prof. Dr. Şenol ŞAHİN,
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,
İzmit, Kocaeli
ORCID ID: 0000-0002-7823-2245

Ferhat AKPINAR,
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı,
İzmit, Kocaeli
ORCID ID: 0000-0003-2842-6276

ÖZET

Sonlu elemanlar yöntemi (FEM), deney yönteminin zor ve maliyetli olduğu durumlarda, sınırlı test verileri ile tasarımı modellemeye olanak tanıyan hızlı, güvenilir ve uygun maliyetli bir yöntem olarak bilinmektedir. Bu yöntemde, malzemenin mekanik davranışını temsil eden malzeme modelinin doğru belirlenmesi ve kalibre edilmesi kritik öneme sahip olmaktadır. Bu çalışmada, polipropilen blok kopolimer (PPB) malzeme için malzeme modeli Bergström – Boyce model olarak belirlenmiş ve kalibre edilmiştir.

Malzeme modelinin kalibrasyonu ve simülasyon ile doğruluğunun test edilmesi için plastik enjeksiyon yöntemiyle üretilen PPB numunelere çeşitli testler uygulanmıştır. Hazırlanan numunelere, 0.0003 s^{-1}, 0.000725 s^{-1}, 0.00145 s^{-1} ve 0.003 s^{-1} genleme hızlarında çekme testleri gerçekleştirilmiştir. Malzemenin lineer elastik bölgedeki davranışını daha hassa ölçmek için ektansometre aracılığıyla ölçümler alınmıştır. Belirli genleme değerlerinde şekil değişimi oranı sabit tutularak relaksasyon testleri yapılmıştır ve çevrimsel yükleme testleri gerçekleştirilmiştir.

Bergström-Boyce viskoelastik malzeme modeline ait parametreler, deneysel veriler ve MCalibration yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Kalibrasyonda kullanılmayan 0.003 s^{-1} genleme hızındaki çekme testine ilişkin bir simülasyon, ANSYS paket programında modellenmiştir.

Simülasyondan elde edilen veriler ile deneysel sonuçlar karşılaştırılmıştır ve aralarında yüksek bir korelasyon sağlandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen Blok Kopolimer, Bergström – Boyce Yapısal Modeli, Sonlu Elemanlar Yöntemi

ABSTRACT

The Finite Element Method (FEM) is known as a fast, reliable, and cost-effective approach for modeling designs using limited test data, especially when experimental methods are challenging and costly. In this method, accurately defining and calibrating the material model that represents the mechanical behavior of the material is of critical importance. In this study,

the Bergström-Boyce model was selected and calibrated as the material model for polypropylene block copolymer (PPB) material.

To calibrate the material model and validate its accuracy through simulation, various tests were performed on PPB specimens produced via plastic injection molding. Tensile tests were conducted on the prepared specimens at strain rates of 0.0003 s^{-1}, 0.000725 s^{-1}, 0.00145 s^{-1}, and 0.003 s^{-1}. To more accurately measure the material's behavior in the linear-elastic region, measurements were taken using an extensometer. Relaxation tests were performed by keeping the strain rate constant at specific strain values, and cyclic loading tests were also conducted.

The parameters of the Bergström-Boyce viscoelastic material model were calculated using experimental data and the MCalibration software. A tensile test simulation at a strain rate of 0.003 s^{-1}, which was not included in the calibration, was modeled using the ANSYS software package.

The simulation results were compared with the experimental data, and a high correlation between them was observed.

Keywords: Polypropylene Block Copolymer, Bergström-Boyce Structural Model, Finite Element Method

1. GİRİŞ

Poliolefin ailesine ait bir termoplastik olan polipropilen (PP), üstün mekanik özellikleri, kolay işlenebilirliği, üstün kimyasal dirence, düşük yoğunluğa ve yüksek fiyat/verim oranı gibi olumlu yöndeki özelliklerinden dolayı dikkat çeken bir polimerdir (Hossain vd., 2024; Wang vd., 2019) . Polipropilenin çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmasına bu özelliklerin katkısı bulunmaktadır (Hossain vd., 2024). PP malzemeyi, homopolimer (PPH veya Tip 1), blok kopolimer (PPB veya Tip 2) (Hua vd., 2023) ve random kopolimer (PPR veya Tip 3) olarak endüstride temin etmek mümkündür. PPB, darbe dayanımı (Fernández, 2014; Tang vd., 2024) ve eğilme direnciyle diğer PP türlerinden ayrışmaktadır (Tang vd., 2024). PPB malzemesi, atık su tahliye ve drenaj boruları gibi ürünlerde yaygın olarak tercih edilmektedir (Fındık, 2009).Termoplastik (Meng vd., 2019) ve kısmi kristalin (Di Girolamo vd., 2022) yapıya sahip olan PPB, viskoelastik – viskoplastik (Lee & Han, 2003) bir mekanik davranış sergilemektedir.

Viskoelastik malzemeler hem elastik hem de viskoz özellikler sergilemektedir. Gerilme uygulandığında, başlangıçta elastik bir tepki vermekteyken, zamanla viskoz davranış göstererek şekil değişimine uğramaktadır (Ligia & Deodato, 2009). Bir diğer ifadeyle viskoelastik malzeme uygulanan yükün süresine bağlı olarak değişken şekil değişimi göstermektedir.

Viskoplastik malzeme, gerilme altındayken akma noktasını aştığında geri dönüşü olmayan (kalıcı) bir şekil değişimine uğramaktadır. Zamana bağlı akış özelliklerini ve plastik davranışı birleştirmektedir (El-Amin, 2016).

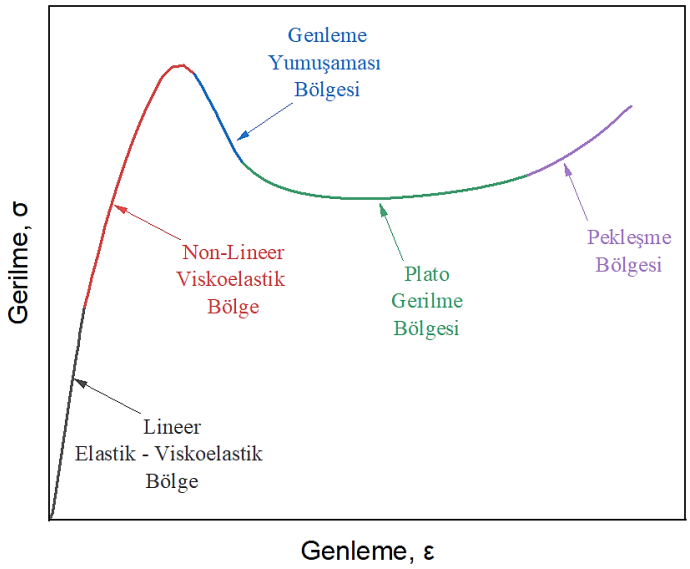
Literatürde, malzeme davranışlarını temsil etmek için yay ve sönümleme elemanlarının kombinasyonlarından oluşturulan çeşitli reolojik modeller bulunmaktadır. Viskoelastik davranışı temsil edebilmek için temel olarak kullanılan reolojik modellere Maxwell model, Kelvin – Voigt, standart lineer katı (SLS) model örnek olarak verilmektedir (Brinson & Brinson, 2015; Ligia & Deodato, 2009).

Maxwell model, bir yay ve bir sönümleme elemanının seri bağlanmasından oluşmaktadır. Bu model, sabit bir şekil değişimine karşı gerilmenin zamanla nasıl değiştiğini simüle etmek için kullanılmaktadır. Maxwell modelinin sürünme (creep) davranışını sınırlı olarak temsil edilebilmektedir. Çünkü bu modelde, sabit bir gerilme altında şekil değişiminde herhangi bir sınır olmaksızın artış görülmektedir. Polimer malzemelerinin sürünme davranışında, bu tür sınırsız şekil değişimi görülmemektedir. Maxwell model, polimer malzemelerdeki relaksasyon davranışını Kelvin – Voigt modeline göre daha başarılı temsil etmektedir (Bonfanti vd., 2020; Brinson & Brinson, 2015).

Kelvin – Voigt model, bir yay ve bir sönümleme elemanının paralel bağlanmasından oluşmaktadır. Bu model, sabit bir gerilme altında şekil değişiminin zamanla nasıl değiştiğini simüle etmek için kullanılmaktadır. Paralel bağlanan yay ve sönümleme elemanı, uygulanan gerilime birlikte tepki vermektedir. Sabit bir şekil değişimi durumunda yay sabit bir gerilme üretmekteyken, sönümleme elemanı gerilme üretememektedir. Kelvin – Voigt model ile relaksasyon davranışı bu nedenle temsil edilememektedir. Ancak, paralel yapı sayesinde sürünme davranışını iyi bir şekilde temsil edebilmektedir. Kelvin – Voigt model, polimer malzemelerdeki sürünme davranışını Maxwell modele göre daha başarılı bir şekilde temsil etmektedir (Brinson & Brinson, 2015).

Standart lineer katı (SLS) model, yapısından Kelvin – Voigt ve Maxwell modeli bir arada barındıracak şekilde yay ve sönümleme elamanı bileşimini barındırmaktadır. SLS model, Kelvin – Voigt ve Maxwell modelin kapsamakta güçlük çektiği sürünme ve relaksasyon davranışlarını daha iyi temsil edebilmektedir (Bonfanti vd., 2020).

Amorf camsı ve kısmi kristalin polimerlerin gerilme – genleme eğrisi; lineer elastik – viskoelastik bölge, non – lineer viskoelastik bölge, genleme yumuşama bölgesi, plato gerilme bölgesi ve pekleşme bölgesi olmak üzere beş farklı bölgeyle tanımlanabilmektedir. (Chen & Schweizer, 2011; Liu vd., 2023; Morelle vd., 2017). Şekil 1'de kısmi kristalin ve amorf camsı yapıdaki bir polimer için gerilme – genleme eğrisi ve eğri üzerinde tanımlanabilen bölgeler gösterilmektedir. Bazı polimerlerde, genleme yumuşamasının ardından plato gerilme bölgesi olmaksızın doğrudan pekleşme bölgesine geçiş görülebilmektedir.

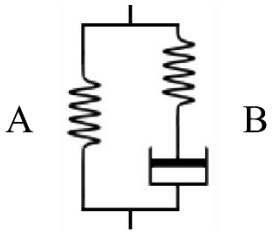


Şekil 1. Kısmi kristalin ve amorf camsı polimer malzemeler için tipik gerilme – genleme eğrisi ve bölgeleri (Chen & Schweizer, 2011; Liu vd., 2023; Morelle vd., 2017)

Maxwell, Kelvin-Voight ve SLS model lineer viskoelastik davranışı tanımlamak için kullanılmaktadır (Bonfanti vd., 2020; Brinson & Brinson, 2015). Bu modeller non – lineer viskoelastik bölgede ve akma gerilmesi sonrasındaki bölgelerde temsil etmekte yeterli görülmemektedir. Non – lineer viskoelastik veya viskoelastik – viskoplastik modellere geçilmesi gerekmektedir. Viskoplastisite modelleri, hem doğruluk hem de karmaşıklık açısından polimer modellemenin en üst düzey modelleri olarak literatürde tanımlanmaktadır (J. Bergström, 2015).

Viskoplastisite modelleri arasından Bergström – Boyce model; zamana bağlı, doğrusal olmayan (non – lineer), büyük şekil değişimlerini tahmin etmek amacıyla geliştirilmiş, ileri düzey bir malzeme modeli olarak literatürde yer almaktadır (J. Bergström, 2015). Bergström – Boyce (BB) modelin elastomerlerde (J. S. Bergström & Boyce, 2000) ve kısmi kristalin yapıdaki termoplastik (J. S. Bergström vd., 2002) malzemelerin mekanik davranışının temsilini inceleyen çeşitli akademik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda, BB modelin çalışmalarda incelenen polimer malzemelerin mekanik davranışlarını çok iyi derecede temsil edebildiği görülmüştür (J. S. Bergström & Boyce, 2000).

BB model paralel olan A ve B ağlarından oluşmaktadır. A ağı, non-lineer hiperelastik özellikler gösteren 8 – zincir bileşenini içermektedir. B ağında ise non-lineer hiperelastik özellikler gösteren 8 – zincir bileşeniyle ve bir non-lineer viskoelastik akış elemanı seri bağlı bir şekilde bulunmaktadır. BB modelin yapısı şematize olarak Şekil 2'de gösterilmiştir. Burada hiperelastik özellikler sergileyen 8 – zincir şeklindeki yapılar yay şeklinde temsil edilmektedir (J. Bergström, 2015).



Şekil 2. Bergström – Boyce modelin yapısının temsili gösterimi (J. Bergström, 2015)

Şekil değişimi gradyan tensörü Denklem 1'deki formda verilmiştir (J. Bergström, 2015).

$$F_{ij} = \frac{\partial x_i}{\partial X_j} \tag{1}$$

BB modelde uygulanan şekil değişimi gradyanı iki paralel ağa etki etmektedir (J. Bergström, 2015) . Denklem 2'de modelin şekil değişimi gradyanı ve ağ bileşenlerin ilişkisi verilmiştir.

$$F = F_A = F_B \tag{2}$$

Zaman bağımlı olan B ağı üzerinde etki eden şekil değişimi gradyanı, elastik ve viskoelastik bileşenlerine ayrılmaktadır. Denklem 3'te bileşenlerin bağıntısı verilmiştir (J. Bergström, 2015).

$$F_B = F_B^e F_B^v \tag{3}$$

A ağının gerilme durumu, Denklem 4'te verilmiştir (J. Bergström, 2015).

$$\sigma_A = \frac{\mu}{J\bar{\lambda}^*} \frac{L^{-1}\left(\bar{\lambda}^*/\lambda^{lock}\right)}{\left(1/\lambda^{lock}\right)} dev[b^*] + \kappa\,(J-1)I \tag{4}$$

Denklem 4'te σ_A A ağının gerilme durumunu, μ A ağının başlangıç kayma modülünü, λ^{lock} A ağının sınırlayıcı zincir uzamasını, κ hacim modülünü, J şekil değişimi gradyanın determinantını (J = det[F]), b* sol Cauchy – Green tensörünün distorsiyonel kısmını ve $L^{-1}(\cdot)$ ters Langevin fonksiyonunu temsil etmektedir (J. Bergström, 2015).

Ters Langevin fonksiyonu, Padé yaklaşımı ile Denklem 5'deki gibi hesaplanabilmektedir (Dal & Kaliske, 2009).

$$L^{-1}(x) \approx x\frac{3-x^2}{1-x^2} \tag{5}$$

Malzemenin viskoelastik bileşenindeki (B ağı) gerilme, şekil değişimi ve şekil değişimi hızının bir fonksiyonu olmaktadır. B ağındaki toplam şekil değişiminin bir kısmı elastik bileşende, geri kalanı ise viskoz bileşende oluşmaktadır. B ağının gerilme durumu, Denklem 6'da verilmiştir (J. Bergström, 2015).

$$\sigma_B = \frac{s\,\mu}{J_B\overline{\lambda_B^{e*}}} \frac{L^{-1}\left(\overline{\lambda_B^{e*}}/\lambda^{lock}\right)}{\left(1/\lambda^{lock}\right)} dev[b_B^{e*}] + \kappa\,(J_B^e - 1)I \tag{6}$$

Denklem 6'daki boyutsuz bir malzeme parametresi olan s ifadesi, B ağının kayma modülünün A ağının kayma modülüne göre ne kadar daha rijit olduğunu göstermektedir. Ayrıca $\overline{\lambda_B^{e*}}$, B ağının elastik kısmındaki zincir uzamasını temsil etmektedir (J. Bergström, 2015).

BB model, sonlu elemanlar paket programlara göre lokal denklemler barındırabilmektedir. (J. Bergström, 2015).

Viskoz şekil değişiminin denklemi, toplam şekil değişimi ve elastik şekil değişimi aracılığıyla belirlenebilmektedir. Viskoz şekil değişiminin denklemi, Denklem 7'de verilmiştir (ANSYS Inc, 2024a).

$$F_B^P = [F_B^e]^{-1} * F \tag{7}$$

Doğru çözümler için F_B^P ve F_B^e Denklem 8'deki koşulları sağlamaktadır (ANSYS Inc, 2024a).

$$\dot{\widetilde{F_B}}^p \left(\widetilde{F_B}^p\right)^{-1} = \dot{\gamma}_B \widetilde{N_B} \tag{8}$$

Denklem 8'deki ve Denklem 9'daki $\widetilde{N_B}$ gerilme tensörünün yönü, Denklem 8'deki ve Denklem 10'daki $\dot{\gamma}_B$ etkin sürünme hızını, Denklem 11'deki τ gerilme tensörünün Frobenius normunu, Denklem12'deki $\widetilde{T_B}$ deviatorik Kirchoff gerilmesini ve Denklem 13'deki $\bar{\lambda}_B^p$ inelastik ağ uzamasını temsil etmektedir (ANSYS Inc, 2024a).

$$\widetilde{N_B} = \frac{\widetilde{T_B}}{\tau} \tag{9}$$

$$\dot{\gamma}_B = \dot{\gamma}_0 \left(\bar{\lambda}_B^p - 1 + \varepsilon\right)^c \left[\frac{\tau/\sqrt{2}}{\tau_{base}}\right]^m \tag{10}$$

$$\tau = tr\left[\widetilde{T_B}\widetilde{T_B}\right]^{0.5} \tag{11}$$

$$\widetilde{T_B} = J_B^e \, dev[\sigma_B] \tag{12}$$

$$\bar{\lambda}_B^p = \sqrt{\frac{tr\left[\left(F_B^p\right)^T F_B^p\right]}{3}} \tag{13}$$

$\dot{\gamma}_0/\tau_{base}^m$, ε, c ve m malzemeye bağlı parametreler olarak ifade edilmektedir. Etkin sürünme hızı ($\dot{\gamma}_B$), şekil değişiminin ($\bar{\lambda}_B^p$) bir fonksiyonu olmasından ve τ gerilme tensörüne temelli olduğundan, Denklem 8'deki ifade Denklem 14'deki şekilde genişletilebilir (ANSYS Inc, 2024a).

$$\dot{\widetilde{F_B}}^p \left(\widetilde{F_B}^p\right)^{-1} = \dot{\gamma}_0 \left(\bar{\lambda}_B^p - 1 + \epsilon\right)^c \left[\frac{\tau/\sqrt{2}}{\tau_{base}}\right]^m \widetilde{N_B} \tag{14}$$

Toplam gerilme, B bileşeninden elde edilen gerilme tensörünün A bileşeninden gelen gerilme tensörüne eklenmesiyle bulunmaktadır. Toplam gerilme ifadesinin bağıntısı Denklem 15'de verilmiştir. (J. Bergström, 2015).

$$\sigma = \sigma_A + \sigma_B \tag{15}$$

Model parametreleri ve açıklamaları Tablo 1'deki gibidir (ANSYS Inc, 2024b; Banić vd., 2020).

Tablo 1. Bergström – Boyce modelinin parametreleri (ANSYS Inc, 2024b; Banić vd., 2020)

Model Parametre Sembolü	Model Parametresi	Birimi
μ_A^0	A ağının başlangıç kayma modülü	Gerilme
N_A	A ağının sınırlayıcı uzamasının karesi $\left(\lambda_A^{lock}\right)^2$	Boyutsuz
μ_B^0	B ağının başlangıç kayma modülü	Gerilme
N_B	B ağının sınırlayıcı uzamasının karesi $\left(\lambda_B^{lock}\right)^2$	Boyutsuz
$\dot{\gamma}_0/\tau_{base}^m$	Akış direncine bağlı malzeme sabiti	$Zaman^{-1}(Gerilme)^{-m}$
m	Gerilme üssü	Boyutsuz
c	Genleme üssü	Boyutsuz
d	Hacim modülü ile ilgili sıkıştırılamazlık parametresi $d = (1/\kappa)$	$(Gerilme)^{-1}$
ε	Genleme ayarlama faktörü (isteğe bağlı)	Boyutsuz

Bu çalışmada, PPB malzemeden üretilen çekme numuneleri belirli ortam koşulları altında farklı yükleme tiplerinde test edilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak BB malzeme modeli, ANSYS yazılımında kullanılmak üzere kalibre edilmiştir. Kalibrasyon için kullanılmayan bir testin simülasyonu sonlu elemanlar yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve sonuçlar deneysel verilerle karşılaştırılmıştır. Çalışmanın temel amacı, sınırlı test verisi kullanarak PPB malzemenin uygulanmamış test sonuçlarını sonlu elemanlar yöntemiyle tahmin edilebilir hale getirmektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

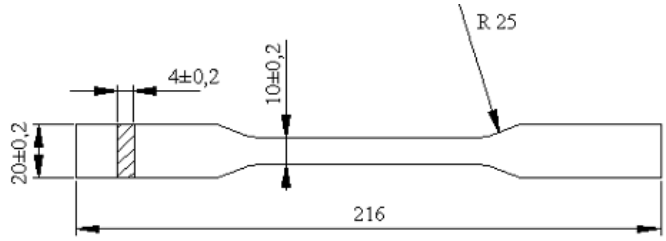
Bu çalışmada, üretici firma tarafından basınçsız boru sistemleri için tavsiye edilen Polipropilen BorECOTM BEC5015 (Borealis AG) ticari isimli polipropilen blok kopolimer (PPB) hammaddesi kullanılmıştır. PPB hammaddesinin önemli fiziksel ve mekaniksel özellikleri üreticinin ürün spesifikasyonlarına göre Tablo 2'de verilmiştir (AYDEMİR vd., 2018; Feyzullahoglu & Şahin, 2010)

Tablo 2. 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 gösteriliştir (AYDEMİR vd., 2018).



Şekil 3. 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 (Şahin & Akpınar, 2024).

2.3. Yöntem

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

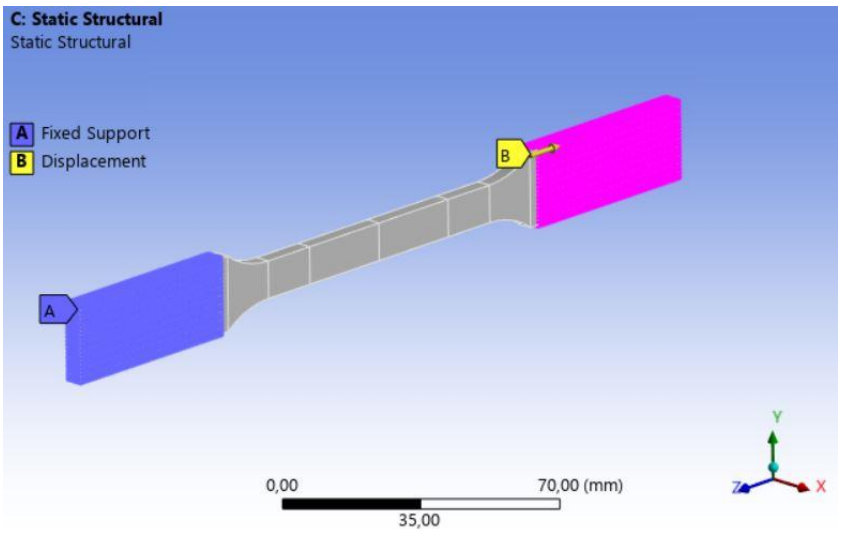
Çok amaçlı deney parçaları, enjeksiyon girişi bölgesi sabit çene tarafından tutulacak ve/veya kelepçelenecek şekilde, ana uzunlamasına eksenleri boyunca çekme test makinesinin çenelerine yerleştirilmiştir. Böylece, monoton çekme testi, relaksasyon testi ve çevrimsel yükleme testleri sırasında uygulanan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

22°C ± 1°C sıcaklık ve %50 ± %10 nemli ortam koşulları altında 0.0003 s^{-1}, 0.000725 s^{-1}, 0.00145 s^{-1} ve 0.003 s^{-1} genleme hızlarında monoton çekme testi uygulanmıştır. Lineer elastik bölgede ekstansometre ile ölçüm alınmıştır. Aynı ortam şartlarında, 0.0003 s^{-1} ve 0.00145 s^{-1} genleme hızlarında, sırasıyla 0.088 mm/mm ve 0.086 mm/mm genleme değerlerinde, 600 s tutma süresi ile relaksasyon testleri numunelere uygulanmıştır. Akma noktası öncesinde, yaklaşık akma noktasında ve akma noktasından sonra olacak şekilde kademeli (üç çevrim) çevrimsel yükleme testi uygulanmıştır.

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

Deney verileri işlendikten sonra MCalibration programına aktarılmıştır. 0.003 s^{-1} genleme hızındaki monoton çekme testi verileri MCalibration programa aktarılmamıştır. Bu test verileri sayısal analizin doğrulaması işlemi için ayrılmıştır. Bergström – Boyce Modelin parametreleri, ANSYS sonlu elemanlar paket programına uygun olacak şekilde hesaplatılmıştır.

ANSYS Workbench yazılımının statik yapı modülünde, 0.003 s^{-1} genleme hızındaki monoton çekme testinin simulasyonu oluşturulmuştur. Oluşturulan çekme testi simülasyonunda, bir çenedeki nodlar sabit ve diğer çenedeki nodlar hareketli olacak şekilde sınır şartı tanımlanmıştır. Şekil 4'te tanımlanan sınır koşulları görsel olarak gösterilmiştir. Modelleme, 3078 hexahedral eleman ve 16750 düğüm noktası ile oluşturulmuştur.



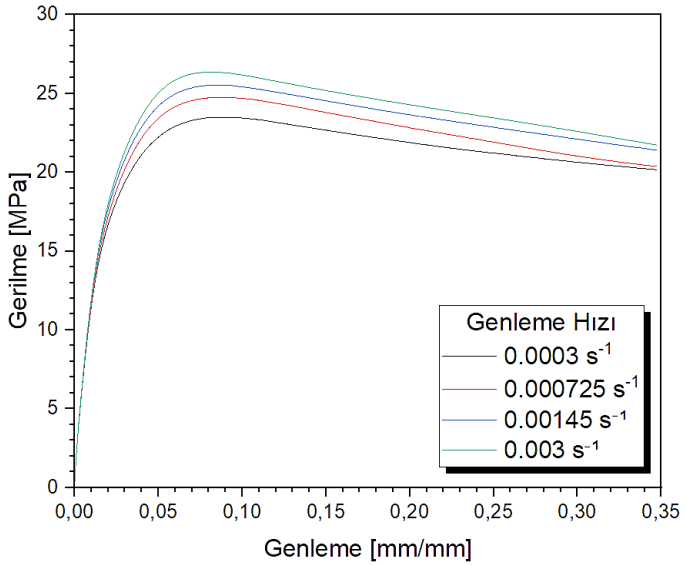
Şekil 4. Çekme testi simülasyonunda tanımlanan sınır şartlarının görseli

Kalibre edilen Bergström – Boyce malzeme modelinin verileri simülasyona işlenerek çözdürülmüştür. Deneysel veriler ile simülasyon verileri mukayese edilmiştir. Uyum oranı araştırılmıştır.

3.BULGULAR

PPB malzemeden imal edilmiş çekme numuneler, birbirinden farklı 4 genleme hızında (0.0003 s^{-1}, 0.000725 s^{-1}, 0.00145 s^{-1} ve 0.003 s^{-1}) monoton çekme testine tabi tutulmuştur. Şekil 5'te, farklı genleme hızlarında (0.0003 s^{-1}, 0.000725 s^{-1}, 0.00145 s^{-1} ve 0.003 s^{-1}) PPB numunelerine uygulanan monoton çekme testlerinin gerilme – genleme eğrileri verilmiştir.

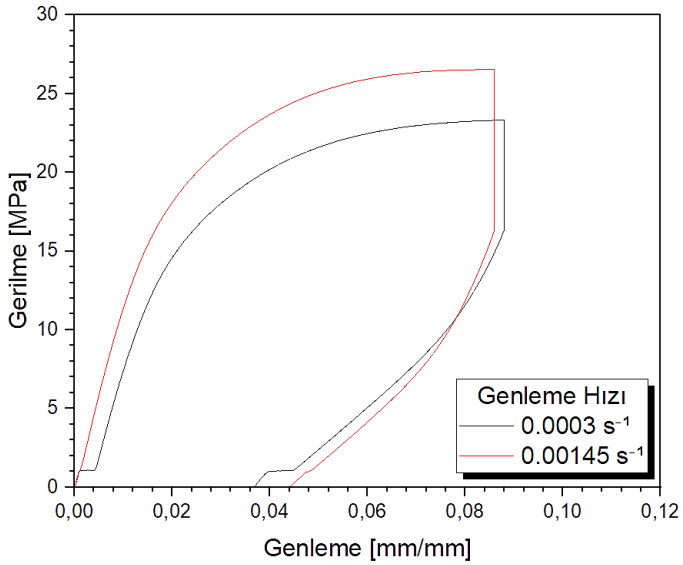
Şekil 5 incelendiğinde, genleme hızının artmasıyla aynı genleme değerinde daha yüksek gerilme değerleri elde edildiği görülmektedir. Bu durum, PPB malzemesinin mekanik davranışının genleme hızına bağlı olduğunu göstermektedir.



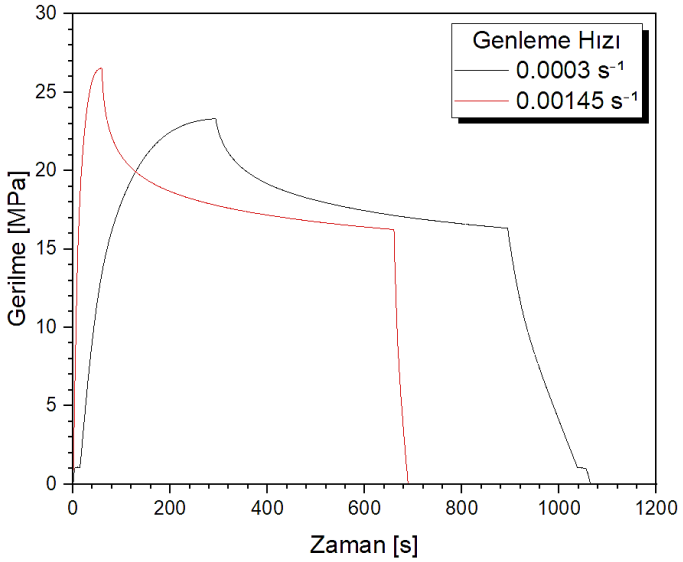
Şekil 5. Farklı genleme hızlarında PPB numunelerine uygulanan monoton çekme testlerinin gerilme – genleme grafikleri

PPB malzemeden imal edilmiş çekme numunelerine 0.0003 s^{-1} ve 0.00145 s^{-1} genleme hızlarında, sırasıyla 0.088 mm/mm ve 0.086 mm/mm genleme değerlerinde, 600 s tutma süreli relaksasyon testleri uygulanmıştır. Şekil 6'da uygulanan relaksasyon testlerinin gerilme – genleme eğrileri verilmiştir. Şekil 7'de uygulanan relaksasyon testlerinin gerilme – zaman eğrileri verilmiştir.

Şekil 6 ve 7 birlikte incelendiğinde, sabit genleme bölgesinde gerilme değerinin zamanla azaldığı görülmektedir, bu da PPB malzemesinin relaksasyon davranışı sergilediğini göstermektedir. Şekil 7 incelendiğinde, relaksasyonun başlangıcında gerilme azalması hızlıyken, sürenin ilerlemesiyle bu hızın azaldığı gözlemlenmiştir.



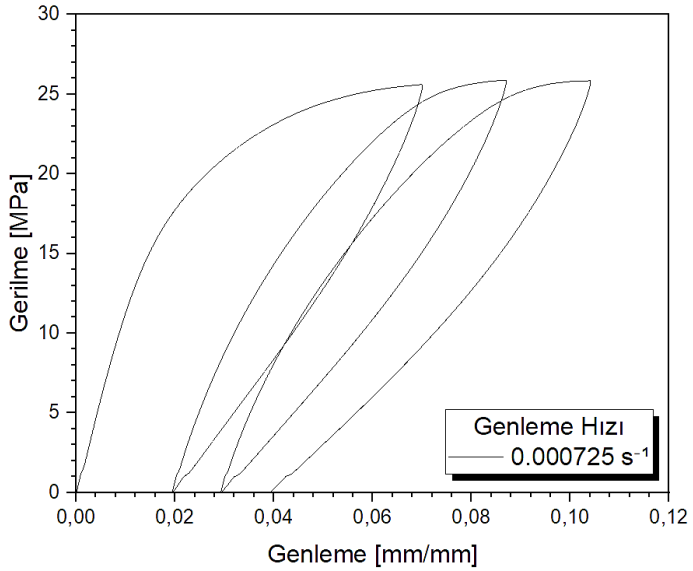
Şekil 6. Farklı genleme hızlarında ve farklı sabit genlemede PPB numunelerine uygulanan relaksasyon testlerinin gerilme – genleme grafikleri



Şekil 7. Farklı genleme hızlarında ve farklı sabit genlemede PPB numunelerine uygulanan relaksasyon testlerinin gerilme – zaman grafikleri

PPB malzemeden imal edilmiş çekme numunelerine, 0.000725 s^{-1} genleme hızında, kademeli (üç çevrim) olacak şekilde çevrimsel yükleme testi uygulanmıştır. Şekil 8'de uygulanan çevrimsel yükleme testinin gerilme – genleme grafiği verilmiştir.

Şekil 8'yi incelediğimizde, yükleme ve boşaltma eğrileri üzerinde gerilme-genleme histerezis döngüsünün oluştuğu görülmektedir. Yükleme ve boşaltma arasındaki enerji farkı, iç sürtünme nedeniyle ısı olarak dağılmaktadır.



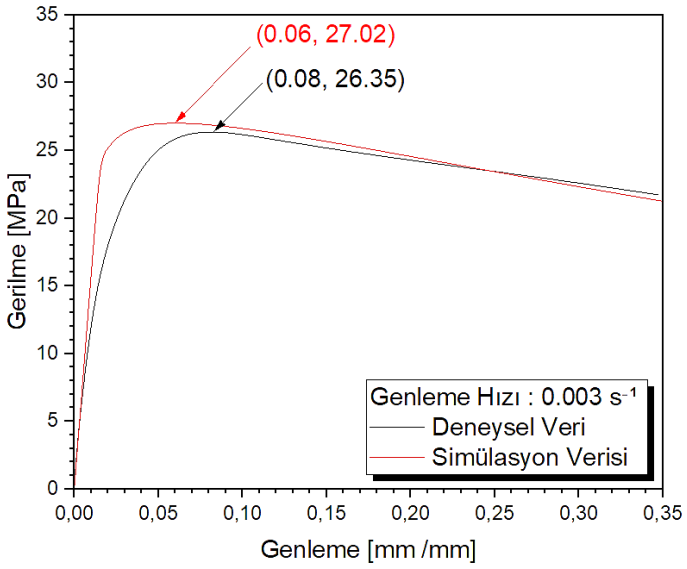
Şekil 8. PPB numunelerine uygulanan çevrimsel yükleme testinin gerilme – genleme grafiği

Bergström-Boyce modelinin parametre değerleri, ANSYS paket programının yerel formülasyonuna uygun olacak şekilde MCalibration yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Parametre değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. PPB malzemesi için kalibre edilen Bergström – Boyce model parametre değerleri

Model Parametre Sembolü	Parametre Değeri	Birimi
μ_A^0	0.05	MPa
N_A	10	-
μ_B^0	500	MPa
N_B	20	-
$\dot{\gamma}_0/\tau_{base}^m$	5.51323E-24	s^{-1} $(MPa)^{-16.05}$
m	16.05	-
c	-0.44	-
d	0.00065	$(MPa)^{-1}$
ε	1E-05	-

PPB malzemeden enjeksiyonla üretilen numuneye ait 0.003 s^{-1} genleme hızındaki monoton çekme testi eğrisi ve sonlu elemanlar yöntemiyle elde edilen simülasyon eğrisi, gerilme – genleşme grafiği olarak Şekil 9'da verilmiştir. Her iki verinin yüksek uyum içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 9. 0.003 s^{-1} genleme hızındaki monoton çekme testi eğrisi ve simülasyon eğrisinin mukayesesi

4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, PPB malzemeden enjeksiyon kalıplama ile üretilen numuneler üzerinde farklı genleme hızlarında monoton çekme, relaksasyon ve çevrimsel yükleme testleri yapılmıştır. Ayrıca, Bergström–Boyce malzeme modeli kullanılarak ANSYS yazılımında çekme testi simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

1. Deneysel farklı genleme hızlarında uygulanan monoton çekme testleri sonucunda malzemenin hıza bağımlı mekanik davranış sergilediği belirlenmiştir.
2. Sabit genleme değerinde malzeme yüklendiğinde gerilme değerinde zamanla azalma olmuştur. Bu durum malzemenin relaksasyon davranışı sergilediğini ortaya koymaktadır.
3. Çoklu çevrim yüklemesinde histerezis döngüsü sergilediği tespit edilmiştir.
4. ANSYS sonlu elemanlar paket programında kullanılmak üzere PPB malzeme için Bergström-Boyce model parametreleri hesaplanmıştır. μ_A^0, N_A, μ_B^0, N_B, $\dot{\gamma}_0/\tau_{base}^m$, m, c, d *ve* ε parametreleri sırasıyla 0.05, 10, 500, 20, 5.51323E-24, 16.05, -0.44, 0.00065 ve 1E-05 olarak tespit edilmiştir.
5. Malzeme modeli kalibrasyonunda kullanılmayan 0.003 s^{-1} genleme hızındaki çekme testi ile simülasyon sonucundaki verinin uyumlu olduğu görülmüştür.
6. PPB malzemesi için sınırlı test verisi ile malzeme modelinin kalibre edilebileceği ve testi verisi bulunmayan deneysel çalışmaların sonucunun sonlu elemanlar aracılığıyla iyi seviyede doğruluk oranı ile tahmin edilebileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

ANSYS Inc. (2024a). *Bergstrom-Boyce Model in ANSYS Mechanical APDL Theory*

Reference. https://ansyshelp.ansys.com/account/secured?returnurl=/Views/Secured/corp/v242/en/ans_thry/thy_bb.html (Erişim Tarihi: 10 Aralık 2024)

ANSYS Inc. (2024b). *Bergström - Boyce Model in ANSYS Mechanical APDL Material Reference*. https://ansyshelp.ansys.com/public/account/secured?returnurl=/Views/Secured/corp/v242/en/ans_mat/aQw8sq22dldm.html (Erişim Tarihi: 10 Aralık 2024)

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

Banić, M., Stamenković, D., Miltenović, A., Jovanović, D., & Tica, M. (2020). Procedure for the selection of rubber compound in rubber-metal springs for vibration isolation. *Polymers*, *12*(8). https://doi.org/10.3390/POLYM12081737

Bergström, J. (2015). 8 - Viscoplasticity Models. In J. Bergström (Ed.), *Mechanics of Solid Polymers* (pp. 371–436). William Andrew Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-31150-2.00008-X

Bergström, J. S., & Boyce, M. C. (2000). Large strain time-dependent behavior of filled elastomers. *Mechanics of Materials*, *32*(11), 627–644. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-6636(00)00028-4

Bergström, J. S., Kurtz, S. M., Rimnac, C. M., & Edidin, A. A. (2002). Constitutive modeling of ultra-high molecular weight polyethylene under large-deformation and cyclic loading conditions. *Biomaterials*, *23*(11), 2329–2343. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0142-9612(01)00367-2

Bonfanti, A., Kaplan, J. L., Charras, G., & Kabla, A. (2020). Fractional viscoelastic models for power-law materials. *Soft Matter*, *16*(26), 6002–6020. https://doi.org/10.1039/d0sm00354a

Brinson, H. F., & Brinson, L. C. (2015). Characteristics, Applications and Properties of Polymers. In *Polymer Engineering Science and Viscoelasticity: An Introduction* (pp. 57–100). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7485-3_3

Chen, K., & Schweizer, K. S. (2011). Theory of Yielding, Strain Softening, and Steady Plastic Flow in Polymer Glasses under Constant Strain Rate Deformation. *Macromolecules*, *44*(10), 3988–4000. https://doi.org/10.1021/ma200436w

Dal, H., & Kaliske, M. (2009). Bergström–Boyce model for nonlinear finite rubber viscoelasticity: theoretical aspects and algorithmic treatment for the FE method. *Computational Mechanics*, *44*(6), 809–823. https://doi.org/10.1007/s00466-009-0407-2

Di Girolamo, R., Cicolella, A., Talarico, G., Scoti, M., De Stefano, F., Giordano, A., Malafronte, A., & De Rosa, C. (2022). Structure and Morphology of Crystalline Syndiotactic Polypropylene-Polyethylene Block Copolymers. *Polymers*, *14*(8). https://doi.org/10.3390/polym14081534

El-Amin, M. F. (2016). *Viscoelastic and Viscoplastic Materials*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/61921

Fernández, A. (2014). Structure, molecular mobility and properties of polypropylene block copolymers. *5th International Conference on Polyolefin Characterization (ICPC) Valencia, Spain, on September 21 - 24, 2014*. https://www.icpc-

conference.org/images/PDFs/Oral Abstracts 2014/Structure, molecular mobility and properties of PP block copolymers.pdf

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

Fındık, E. (2009). *Talk Mineral Dolgu Maddesi İle Polipropilen Blok Kopolimer Kısa Süreli İç Basınç Performans Özelliklerinin Optimizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli,Tez No: 259409.

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

Hossain, M. T., Shahid, M. A., Mahmud, N., Habib, A., Rana, M. M., Khan, S. A., & Hossain, M. D. (2024). Research and application of polypropylene: a review. *Discover Nano*, *19*(1), 2. https://doi.org/10.1186/s11671-023-03952-z

Hua, X., Cheng, J., Wang, Y., Liu, L.-Z., Wang, Y., & Shi, Y. (2023). Crystallization, structure and properties of PP-b-PE block copolymer. *Polymer*, *284*, 126310. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymer.2023.126310

Lee, K. M., & Han, C. D. (2003). Linear Dynamic Viscoelastic Properties of Functionalized Block Copolymer/Organoclay Nanocomposites. *Macromolecules*, *36*(3), 804–815. https://doi.org/10.1021/ma020816f

Ligia, G., & Deodato, R. (Eds.). (2009). *Viscoelastic Behaviour of Polymers. In: Physicochemical Behavior and Supramolecular Organization of Polymers* (pp. 43–162). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9372-2_2

Liu, H., Wu, F. Y., Zhong, G. J., & Li, Z. M. (2023). Predicting the complex stress-strain curves of polymeric solids by classification-embedded dual neural network. *Materials and Design*, *227*, 111773. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2023.111773

Meng, P., Zhou, Y., Yuan, C., Li, Q., Liu, J., Wang, H., Hu, J., & He, J. (2019). Comparisons of different polypropylene copolymers as potential recyclable HVDC cable insulation materials. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, *26*(3), 674–680. https://doi.org/10.1109/TDEI.2018.007435

Morelle, X. P., Chevalier, J., Bailly, C., Pardoen, T., & Lani, F. (2017). Mechanical characterization and modeling of the deformation and failure of the highly crosslinked RTM6 epoxy resin. *Mechanics of Time-Dependent Materials*, *21*(3), 419–454. https://doi.org/10.1007/s11043-016-9336-6

Şahin, Ş., & Akpınar, F. (2024). The Effect of Creep Stress on The Creep Rate of Injection Moulded Polypropylene Block Copolymer Material. *KARADENIZ 17th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NOVEMBER 8 - 10, 2024 - RIZE*.

Tang, Y.-H., Zhang, N., Bao, W., Jiang, W., Lin, Y., & Su, Z.-H. (2024). Critical Role of Ethylene-Propylene Block Copolymer in Impact Polypropylene Copolymer. *Chinese Journal of Polymer Science*, *42*(3), 344–351. https://doi.org/10.1007/s10118-023-3058-4

Wang, K., Peng, Y., Boumbimba, R. M., Bahlouli, N., Pessey, D., Ahzi, S., Addiego, F., & Rémond, Y. (2019). Constitutive modeling of the tensile behavior of recycled polypropylene-based composites. *Materials*, *12*(15), 1–14. https://doi.org/10.3390/ma12152419

INTERNATIONAL 6th BURSA SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

December 24-26, Bursa/TÜRKİYE



PROCEEDING FULL TEXTS BOOK

EDITOR

Prof. Dr. Özkan ŞAHİN

ISBN: 978-625-6997-55-4

INTERNATIONAL 6th BURSA SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

December 24-26, 2024 Bursa/TÜRKİYE

FULL TEXTS BOOK

EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Özkan ŞAHİN

ISBN: 978-625-6997-55-4

by

AKADEMİK PAYLAŞIM PLATFORMU PUBLISHING HOUSE®

All rights of this book belong Akademik Paylaşım Platformu Publishing House
Authors are responsible both ethically and jurisdically
APP Publications – 2024©

Issued: 30.12.2024

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

INTERNATIONAL 6th BURSA SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

DATE and PLACE

December 24-26, 2024 Bursa/TÜRKİYE

ORGANIZATION

UBS-Institute of International Scientific Research and Strategy Development Association, Akademik Paylaşım Platformu Eğitim Ltd.Şti.,Ankara,Türkiye

CONGRESS CHAIRS

Prof. Dr. Özkan ŞAHİN

EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Özkan ŞAHİN

CONGRESS ORGANIZERS

Uluslararası Bilimsel Araştırma ve Strateji Geliştirme Derneği
Usbilim Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi
International Journal of Health and Applied Science

PARTICIPANT COUNTRIES (30):

Türkiye, Nigeria, India, Philippines, Greece, Georgia, Iran, England, Ethiopia, Japan, Bulgaria, Kenya, Malaysia, Thailand, Sydney, China, United Kingdom, Thailand, Ireland, Algeria, Jordan, Czechia, Uzbekistan, Egypt, Romania, Omman, Azerbaijan, Serbia, Romania, Pakistan,

NUMBER OF PARTICIPANTS (524):

(Türkiye- 219, Other Countries- 305)

NUMBER OF ACCEPTED PAPERS (388):

(Türkiye- 193 Other Countries- 195)

PRESENTATION

Oral presentation

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

ISBN: 978-625-6997-55-4

ORGANIZING COMMITTEE

Prof.Dr. Afşin ŞAHİN, Ankara Hacı Bayram Veli University,Türkiye
Prof.Dr. Naci ŞAHİN, Bozok University,Türkiye
Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK, Marmara University,Türkiye
Prof.Dr. Aysel GÜVEN, Başkent University,Türkiye
Prof.Dr. Hakkı ÇİFTÇİ, Çukurova University,Türkiye
Prof.Dr. Gülzar İBRAHİMOVA, Bakü Avrasya University,Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Dr. Fahri ÖZSUNGUR, Mersin University,Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet ILKIM, İnönü University,Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ergün KARA, Osmaniye Korkut Ata University,Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇEMREK, Eskişehir Osmangazi University,Türkiye
Assist. Prof. Dr. Abdullah Yüksel BARUT, İstanbul Gelişim University,Türkiye
Assist. Prof. Dr. Hakkı ÇILGINOĞLU, Kastamonu University,Türkiye
Assist. Prof. Dr. Aslı KAYA, İstanbul Gelişim University, Türkiye
Assist. Prof. Dr. Canan TERCAN, İstanbul Aydın Üniversitesi,Türkiye
Assist. Prof. Dr. Ananda MAJUMDAR, North Central Theological Seminary, Minneapolis, USA
Dr. Keshab Chandra MANDAL, Vidaysalar Unıversıty, Kolkata, India
Kolkata, India
Dr.Muhammad Zia-ur REHMAN, Universiti Malaya, Malaysia & NDU, Pakistan

SCIENTIFIC BOARD MEMBERS

Prof. Dr. Almaz Ülvi BİNNATOVA, Azərbaycan Milli Elimlər Akademiyası, Azerbaijan
Prof.Dr.Arzu KARACA, Munzur University, Türkiye
Prof. Dr. Gülzar İBRAHİMOVA, Bakü, Azerbaycan University, Azerbaijan
Prof.Dr.Gülizar Sümer ÇAKIR, İnönü University, Türkiye
Prof.Dr.Ainur NOGAYEVA, L.N.Gumilev Avrasya Milli University (Kazahstan)-Erzincan Binali University,Türkiye
Prof. Dr. Selçuk BALI, Selçuk University, Türkiye
Prof.Dr. Sinem SOMUNOĞLU İKİNCİ, Bursa Uludağ University, Türkiye
Prof. Dr. Anderi JEAN, Gas Petrolium University of Romania
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA, Azerbaijan State Pedagogy University
Prof.Dr.Basim ALHADİDİ, Albalqa Applied University, Jordan
Prof.Dr.Ashraf M. A. AHMAD, Princess Sumya University for Technology, Amman,Jordan
Prof.Dr. Raymond KOSALA, The Loseph Wibowo Center for Advanced Learning, Jakarta, Indonesia
Prof. Dr. Yaşar Hamza OCAK, Kütahya Dumlupınar University, Türkiye
Prof. Dr. Wen-Lin YANG, Dean, National University of Tainan, Taiwan
Prof. Dr. Müjdat AVCI, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Canan CEYLAN, İstanbul Nişantaşı University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ülhak ÇİMEN Atatürk University, Türkiye
Assoc.Prof. Dr.Aytekin ZEYNALOVA, Bakü Devlet Üniversitesi, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Gönül SAMEDOVA, Azerbaijan State Pedagogy University, Azerbaycan
Assoc. Prof. Ruslan ABDULLAYEV, Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Melda Medine SUNAY, Bursa Teknik University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ergün AKTÜRK, Atatürk University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mevlut ALBAYRAK, Atatürk University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Nermin DEMİRKOL, University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Nuran VARIŞLI, Republic of Turkey Social Security Institution, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Münevver BAYAR, Republic of Turkey Social Security Institution, Türkiye
Dr. Fuat ÇELİKEL, Republic of Turkey Social Security Institution, Türkiye
Dr. Usman GHANI, PhD, Institute of Management Sciences Peshawar, Pakistan
Dr. Katarzyna CZECH, PhD, Warsaw University of Life Sciences, Poland
Dr. Yuriy DANKO, PhD, My National Agrarian University, Ukraine
Dr. Olena MELNYK, PhD, Sumy National Agrarian University, Ukraine
Dr. Michal WOJTASZEK, PhD, Warsaw University of Life Sciences, Poland
Dr. Maral JAMALOVA, PhD, Szent İstvan University, Hungary
Dr. Nicholas IMBEAH, PhD, Takoradi Technical University, Ghana
Dr. Harshavardhan Reddy KUMMITHA, PhD - Budapest Business School, Hungary
Assoc. Prof. Dr. Fatma KÖPRÜLÜ, Yakın Doğu University, Cyprus
Assoc. Prof. Dr. Mesut BULUT, Atatürk University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir KIRBAŞ, Atatürk University, Türkiye
Assist. Prof. Dr. Ananda MAJUMDAR, North Central Theological Seminary, Minneapolis, USA
Dr. İslam DEVİREN, Ministry of National Education, Türkiye
Dr.Muhammad FAISAL, Allama Iqbal Open University, Pakistan
Dr. Keshab Chandra MANDAL, Vidaysalar Unıversıty, Kolkata, India
Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI, University of Tizi Ouzou, Algeria
Dr. Subhashish DEY, Gudlavalleru Engineering College, Gudlavalleru, Andhra Pradesh, India

UBSDER

Çankaya - Ankara

06-139-180

Konu: Kongre Düzenleme Kurulu 05.10.2024

Sayı:2024/003

İLGİLİ KURUMA

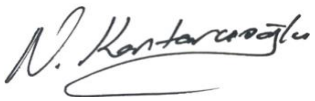
İçişleri Bakanlığı tarafından tahsis edilen 06-139-180 tescil kodu ile Tüzel kişiliğe sahip olan Uluslararası Bilimsel Araştırma ve Strateji Geliştirme Derneği, 5253 sayılı kanuna uygun olarak "Bilimsel Araştırmalar ve Akademik Çalışmalar" alanında ulusal ve uluslararası düzeyde faaliyetlerini yürütmektedir.

Kurumumuzun Yönetim Kurulu tarafından, 05.10.2024 tarihinde saat 14:00'da "Bilimsel Çalışmalarda Strateji Geliştirme" görüşmeleri ile "Bilimsel Kongreler Düzenlenmesi" gündemleri ile toplanmış ve alınan 9 nolu karara istinaden aşağıda detayları yazılı olan bilimsel etkinliğin düzenlenmesine ve etkinliğe ilişkin akademisyenlerin resmi olarak görevlendirilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgi ve gereğini arz ederim.

Dr. Nadire KANTARCIOĞLU

UBSDER Başkanı



Etkinlik Adı : 6. ULUSLARARASI BURSA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

Etkinlik Tarihi: 24-26 Aralık, 2024 Bursa / Türkiye

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. ÖZKAN ŞAHİN

Uludağ Üniversitesi,Türkiye

DÜZENLEME KURULU ÜYELERİ

Prof.Dr. Afşin ŞAHİN, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,Türkiye

Prof.Dr. Naci ŞAHİN, Bozok Üniversitesi,Türkiye

Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK, Marmara Üniversitesi,Türkiye

Prof.Dr. Aysel GÜVEN, Başkent Üniversitesi,Türkiye

Prof.Dr. Hakkı ÇİFTÇİ, Çukurova Üniversitesi,Türkiye

Prof.Dr. Gülzar İBRAHİMOVA, Bakü Avrasya Üniversitesi,Azerbaycan

Assoc. Prof. Dr. Dr. Fahri ÖZSUNGUR, Mersin Üniversitesi,Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Mehmet ILKIM, İnönü Üniversitesi,Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ergün KARA, Osmaniye Korkutata Üniversitesi,Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇEMREK, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,Türkiye

Assist. Prof. Dr. Hakkı ÇILGINOĞLU, Kastamonu Üniversitesi,Türkiye

Assist. Prof. Dr. Aslı KAYA, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Canan TERCAN, İstanbul Aydın Üniversitesi,Türkiye

Assist. Prof. Dr. Ananda MAJUMDAR, North Central Theological Seminary, Minneapolis, USA

Dr. Keshab Chandra MANDAL, Kolkata, India

Dr. Muhammad Zia-ur-Rehman,Universiti Malaya, Malaysia & NDU, Pakistan

Uluslararası Bilimsel Araştırma ve Strateji Geliştirme Derneği

ULUSLARARASI 6. BURSA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

24-26 ARALIK 2024

BURSA, TURKİYE

Sayı:2024/126

İlgili Makama:

Uluslararası Bilimsel Araştırma ve Strateji Geliştirme Derneği (UBSDER) tarafından organize edilen "**ULUSLARARASI 6. BURSA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ**" 24-26 Aralık 2024 tarihinde Bursa'da 30 farklı ülkeden (Türkiye'den 193, yurt dışından 195 farklı ülkeden ve Türkiye'den 219 katılımcı, Yurt dışından 305 katılımcı) olmak üzere toplam 388 adet sunum yapılarak, yüz yüze ve çevrimiçi olarak düzenlenmiştir.

Kongremiz, 16 Ocak 2020'de Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." Değişikliğine uygun olarak düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

30.12.2024

Prof. Dr. Özkan ŞAHİN

Kongre Başkanı

Kongremize Katılan Ükeler: Türkiye, Nigeria, India, Philippines, Greece, Georgia, Iran, England, Ethiopia, Japan, Bulgaria, Kenya, Malaysia, Thailand, Sydney, China, United Kingdom, Thailand, Ireland, Algeria, Jordan, Czechia, Uzbekistan, Egypt, Romania, Omman, Azerbaijan, Serbia, Romania, Pakistan.

INSTITUTE CONTACT INFORMATION:
TURGUT ÖZAL MAH. AKKENT 6 TWINS TRADE CENTER ANKARA
TEL: 0 312 566 00 20 FAKS: 0 312 566 0021
Web : www.ubsder.org.tr ubsder@ubsder.org.tr

INTERNATIONAL 6th BURSA SCIENTIFIC RESEARCHES CONGRESS

24-26 December 2024,
Bursa, TÜRKİYE

Online

CONGRESS PROGRAM

SESSION-1 ZOOM LINK:
https://us06web.zoom.us/j/4603636838?pwd=Gx9rIRf5cUTPsZZ4pilDYkYWaaEAc6.1&omn=85232218212

SESSION-2 ZOOM LINK:
https://us06web.zoom.us/j/4603636838?pwd=Gx9rIRf5cUTPsZZ4pilDYkYWaaEAc6.1&omn=87856683762

SESSION-3 ZOOM LINK:
https://us06web.zoom.us/j/4603636838?pwd=Gx9rIRf5cUTPsZZ4pilDYkYWaaEAc6.1&omn=88335513960

Metting Id: **460 363 6838**
Passcode: **121314**

PARTICIPANT COUNTRIES (30):
Türkiye, Nigeria, India, Philippines, Greece, Georgia, Iran, England, Ethiopia, Japan, Bulgaria, Kenya, Malaysia, Thailand, Sydney, China, United Kingdom, Thailand, Ireland, Algeria, Jordan, Czechia, Uzbekistan, Egypt, Romania, Omman, Azerbaijan, Serbia, Romania, Pakistan,

TÜRKİYE: 214 OTHER COUNTRYS: 305

Opening Ceremony

Date: December 24, 2024
Time: 20.15

Music Concert

As part of the opening ceremony,
Music Teacher Uğur GÜLLÜ
will perform two traditional pieces from the Bursa region on the bağlama, showcasing the rich cultural heritage of this area.

Speech:

Congress President

Prof. Dr. Özkan ŞAHİN
Bursa Uludağ University, Türkiye

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN / IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ✓ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ✓ Online sunum yapabilmek için **https://zoom.us/join** sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ✓ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ✓ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ✓ Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor.
- ✓ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 15 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ✓ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ✓ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ✓ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ✓ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ✓ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ✓ **Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir**
- ✓ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ✓ To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- ✓ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ✓ The Zoom application can be used without registration.
- ✓ The application works on tablets, phones and PCs.
- ✓ The participant must be connected to the session 15 minutes before the presentation time.
- ✓ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ✓ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ✓ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ✓ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ✓ **Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.**
- ✓ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number,

exp. Hall-1, Hakan ÖZTÜRK



Meeting ID: **460 363 6838**

Passcode: **121314**

Opening Ceremony

Date: December 26, 2024
Time: 18:45

Music Concert

As part of the opening ceremony,
Music Teacher Uğur GÜLLÜ
will perform two traditional pieces from the Bursa region on the bağlama, showcasing the rich cultural heritage of this area.

Speech:

Congress President

Prof. Dr. Özkan ŞAHİN
Bursa Uludağ University, Türkiye

INTERNATIONAL 6th BURSA SCIENTIFIC RESEARCHES CONGRESS 24-26 December 2024, Bursa, TÜRKİYE ONLINE	
26.12.2024	SESSION-3 / HALL-3
BURSA	19 00 : 21 00

Zoom Meeting ID: 460 363 6838 **Zoom Passcode: 121314**

HEAD OF SESSION: Professor Erdem CUCE
VICE CHAIR OF SESSION: Professor Pinar MERT CUCE

Author(s)	Affiliation	Title
Professor Erdem CUCE & Professor Pinar MERT CUCE & Res. Asst. Emre ALVUR	Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University & Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University	INNOVATIVE STRATEGIES FOR ENHANCING THERMAL RESISTANCE AND STRUCTURAL INTEGRITY OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION MATERIALS
Harun ŞEN & Professor Erdem CUCE & Professor Pinar MERT CUCE	Dokuz Eylul University, Bergama Vocational School, Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies & Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University,	EFFECT OF WASTE HEAT UTILIZATION FOR SOLAR CHIMNEY POWER PLANTS ON SYSTEM PERFORMANCE
Harun ŞEN & Professor Erdem CUCE & Professor Pinar MERT CUCE	Dokuz Eylul University, Bergama Vocational School, Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies & Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University,	SOLAR CHIMNEY POWER PLANTS PERFORMANCE PARAMETERS AND HYBRID APPROACH EXAMPLES
Necmettin Erdem OKÇU & Prof. Dr. Aydın ŞIK	Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi & Gazi Üniversi, Mimarlık Fakültesi	KALIPÇILIKTA YÜZEY KAPLAMA & SURFACE COATING IN MOLDING
Asst. Prof. Fatih PEHLİVAN & Asst. Prof. Abdurrahim TEMİZ & Asst. Prof. Fatih Huzeyfe ÖZTÜRK	Karabük University, Engineering Faculty	THE CONSEQUENCES OF VARIOUS FILAMENT COMPOSITIONS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF COMPONENTS FABRICATED BY FFF METHOD
Asst. Prof. Dr. Şenol ŞAHİN & Ferhat AKPINAR	Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü & Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı	INVESTIGATION OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER MATERIAL USING THE BERGSTRÖM-BOYCE MODEL
Seda DÜNDAR & Asst. Prof. Dr. Özlem BATTAL ŞAL & Asst. Prof. Dr. Mehmet Fethi ERTENLİ	Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	EXAMINING THE EFFECT OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS ON PEDESTRIANS

150.	Asst. Prof. Dr. Şenol ŞAHİN Ferhat AKPINAR	Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmit, Kocaeli	INVESTIGATION OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER MATERIAL USING THE BERGSTRÖM-BOYCE MODEL	1588-1602
151.	Yasin Mücahit AYAZ Assoc. Prof. Dr. Serkan APAY	Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İmalat Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye. Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye	THE INVESTIGATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF 439 DX51D QUALITY SHEETS JOINED BY SPOT RESISTANCE WELDING	1603-1615
152.	Assoc. Prof. Dr. İbrahim SABUNCU & Candan YILMAZ	Yalova Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü	PUBLIC RELAIONS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED CRM REPORTING IN LOCAL GOVERNMENTS: EFFICIENCY, DIGITAL TRANSFORMATION AND CITIZEN SATISFACTION	1616-1627
153.	Assoc. Prof. Dr. Sibel AKOVA HAVALI & Musa ARSLAN	Yalova Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Yeni Medya ve İletişim Bölümü & Yalova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yeni Medya ve İletişim Bölümü	AN EVALUATION ON THE CINEMA AND TV SERIES SECTOR IN TURKEY	1628-1644
154.	Assoc. Prof. Dr. Sibel AKOVA HAVALI	Yalova Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Yeni Yeni Medya ve İletişim Bölümü	AN OVERVIEW OF THE PHENOMENON OF PRIVACY IN THE FRAMEWORK OF BANOPTICON SURVEILLANCE PRACTICE	1645-1653
155.	Dr. Fatma OFLAZ	Firat University, Automotive Engineering	EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE VISCOSITY OF GNP- Al_2O_3 /WATER BINARY NANOFLUIDS	1654-1662
156.	Dr. Fatma OFLAZ	Firat University, Automotive Engineering	AN EXPERIMENTAL STUDY ON DETERMINATION OF THERMAL CONDUCTIVITY OF GNP- Al_2O_3 WATER BINARY NANOFLUIDS	1663-1671
157.	Khayala Babayeva Tahir gizi	Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan. Department of foreign languages.	WHAT IS SPEED-READING?	1672-1675

ISBN: 978-625-6997-55-4