



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/politeknik>



Geri dönüşümlü Akrlonitril Bütadiyen Stiren (ABS) plastik malzemesinin kalıplama parametrelerine etkisi

Effect of recycled Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) plastic material on moldability

Yazar(lar) (Author(s)): Ayşegül GÜLTEKİN TOROSLU

ORCID: 0000-0002-7380-3109

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Gültekin Toroslu A., “Geri dönüşümlü Akrlonitril Bütadiyen Stiren (ABS) plastik malzemesinin kalıplama parametrelerine etkisi”, *Politeknik Dergisi*, 23(1): 1-6, (2020).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.501800

Geri Dönüşümlü Akrilonitril Bütadiyen Stiren (ABS) Plastik Malzemesinin Kalıplama Parametrelerine Etkisi

Araştırma Makalesi / Research Article

Ayşegül GÜLTEKİN TOROSLU*

Millî Eğitim Bakanlığı Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü, Türkiye

(Geliş/Received : 24.12.2018 ; Kabul/Accepted : 06.02.2019)

ÖZ

Geri dönüşüm esnasında plastik malzemelere karışan yabancı maddeleri ayırtmak zor ve maliyetli bir işittir. Yağ, kir, metal partikülleri ve boya gibi yabancı maddeler plastik ürünler kullanılırken ince bir tabaka halinde plastik malzemeye karışırlar. Birçok uygulamada geri dönüşümlü malzeme kullanımının ürün üzerinde etkisinin fazla olduğuna inanılır. Plastik malzemenin enjeksiyon makinasında tekrar eritilerek basılması esnasında yağ ve kir sıcaklığın etkisi ile ayrışırlar. Bakır, özellikle elektronik ve otomotiv sektöründe plastik malzemelere en yaygın karışım yapan malzemedir. Bu çalışmada, bakır partikülleri %1, %3, %5, %7 oranlarında karıştırılmış geri dönüşümlü Akrilonitril Bütadiyen Stiren (ABS) plastik malzemesinin fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bakır partüküllü geri dönüşümlü ABS malzemesi ile ilk kez kullanılan ABS malzemesinin gerinim, darbe, akış indeksi, termal ve elektrik iletkenliği özellikleri araştırılmıştır. Sonuç olarak %3 oranına kadar bakır partükülü karışım malzemenin fiziksel ve kalıplanabilirlik özelliklerine etkisinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Akrilonitril bütadiyen stiren, geri dönüşüm, bakır partikülleri, kalıplanabilirlik.

Effect of Recycled Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Plastic Material on Moldability

ABSTRACT

It is difficult and costly to disassemble impurities in plastic materials during recycling. Foreign materials such as oil, dirt, metal particles and paint are mixed into a thin layer of plastic when using plastic products. The use of recyclable materials in many applications is believed to have a greater impact on the product. During the re-melting of the plastic material on the injection machine, the oil and dirt are separated by the effect of temperature. Copper, especially in the electronics and automotive industry, is the most common material for plastic materials. In this study, the effect of copper particles %1, 3%, 5%, 7% and mixed recycled Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) on the physical properties of plastic material was investigated. The properties of ABS which is used for the first time with copper particulate recycled ABS material are investigated for strain, impact, flow index properties, thermal and electrical conductivity. As a result, it has been observed that the effect of physical and moldability properties of the mixture of copper particles up to 3% is within acceptable limits.

Keywords: Akrilonitril bütadiyen stiren, recycle, copper particular, moldability.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde plastik, yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Kullanılmış plastiklerin tekrar kullanılması çevre kirliliğini azaltacağı gibi ekonomik katkı sağlayacaktır. Bu yüzden evlerden plastik atıklar ayrı olarak toplanarak ekonomiye katılmaktadır. Plastik malzemelerin kullanılması sırasında toz, kir, yağ, boya ve metal parçacıklarıyla kirlendiği ve karışıma uğradığı görülmektedir. Bu karışımlar plastik malzemenin mekanik özelliklerini etkilemektedir. Bu karışımların plastiğin özelliklerini ne kadar etkilediği ve mekanik özelliklerinde bir değişimin olup olmadığı araştırma konusudur. Geri dönüşümlü plastiklerin kullanılmasındaki en büyük maliyet karışımların temizlenmesinde harcanır. Bu işlemdeki bir kazanç geri dönüşümün maliyetini önemli derecede düşürür.

Bu alandaki çalışmalara bakıldığında plastik malzemelere farklı malzemeler katılarak elde edilen kompozit malzemelerin özellikleri daha çok araştırma konusu olduğu görülmektedir. Diğer çalışmalarda ise plastik malzemesine katılan katkı maddelerinin plastik malzemesinin fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Metalik partüküller kullanılarak plastik malzemelerin özelliklerini geliştirme çalışmalarının literatür de yaygın çalışmalar olduğu görülmektedir [1-11]. Bu çalışmalarda plastik malzemelerin genellikle elektrik ve termal iletkenliğinin artırılması için çalışılmıştır. Plastik malzemelerin termal ve elektrik iletkenlikleri artırılarak alüminyum ve krom kaplanabilirlik özellikleri artırılmıştır. Çalışmalarda plastik malzemelerin elektrik ve termal iletkenlikleri artırılırken gerinim-uzama ve viskozitenin azaldığı görülmektedir.

Plastik malzemelere yüksek oranlarda katkı maddeleri eklenerek kompozit malzemeler üretilerek bu malzemelerin özelliklerinin çalışıldığı birçok çalışmaya

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : agultekintoroslu@gmail.com

da literatürde rastlanmaktadır [12-19]. Bu çalışmalarda kalsit, ağaç tozu, ve metalik parçalar kullanılmıştır. Bu çalışmalarda karışım oranlarının ve katkı maddelerinin homojen dağılımı kompozit malzemesinin fiziksel özelliklerini direk etkilediği görülmüştür. Enjeksiyon yöntemiyle üretim de kompozit malzemelerin viskozite azalması nedeniyle zorluklar yaşandığı görülmektedir.

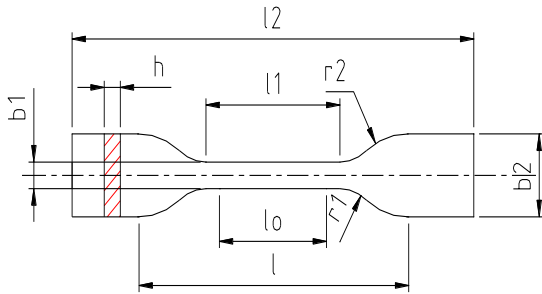
Geri dönüşümlü malzeme kullanılarak enjeksiyon parametreleri ve viskozite çalışmalarının da literatürde oldukça fazla olduğu görülmektedir. Geri dönüşümlü malzemelerin %20-25 oranlarında ham malzemeye katılarak kalıplama özellikleri ve fiziksel özellikler incelenmiştir [20-24]. Fakat geri dönüşümlü malzeme kullanılırken birçok yabancı maddenin de kullanım yerine göre plastik malzemelere karıştığı göz önüne alınarak yapılan çalışmaların az olduğu görülmektedir.

Plastik malzemeler kullanım yerine göre birçok farklı materyaller ile birarada kullanıldıkları için diğer malzemelerin partükülleri plastik malzeme ile karışmaktadır. Geri dönüşüm esnasında da farklı malzemelerin partüküllerini ayırmak oldukça maliyetlidir. Bu çalışmada sadece geri dönüşümlü malzeme kullanılarak fiziksel ve kalıplama özelliklerine bakılmamıştır. Plastik malzemeye karışan partüküllerin geri dönüşümü yapılmadan kullanılabilirliği araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

2.1. Deney Numunesi (Test Sample)

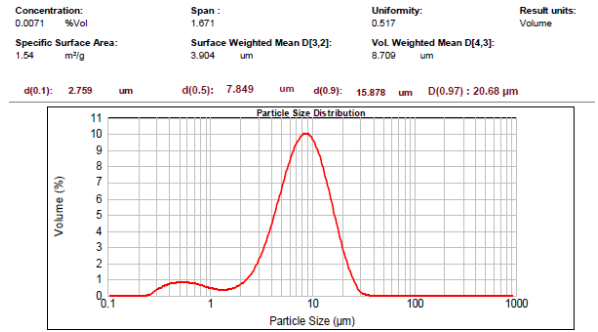
Deney numuneleri LG firmasının Akrilonitril Bütadiyen Stiren (ABS) malzemesinden enjeksiyon kalıbı kullanılarak üretilmiştir. Numuneleri ASTM 1238-90 standardına göre hazırlanmıştır (Şekil 1). Numunelere hacimsel olarak sırasıyla %1, %3, %5, %7 oranlarında bakır tozu karıştırılmıştır. Deney numunelerinin ölçüleri Çizelge 1'de ve bakır partüküllerinin tane dağılımı Şekil 2'de verilmiştir. Karışım ekstrüzyon ile homojen olarak karıştırılarak granül hale getirilmiştir. Demag D150 enjeksiyon presi kullanılarak numuneler üretilmiştir.



Şekil 1. Standart deney numunesi (Standard test sample)

Çizelge 1. Deney numunesini ölçüleri 5A (ISO 527-3) (Test sample measurement 5A(ISO 527-3))

Sembol	Standart ölçü (mm)	Numune ölçüsü (mm)
L ₂	≥ 75	75
b ₂	12.5 ± 1	12.5
L ₁	25 ± 1	25
b ₁	4 ± 0.1	4
r ₁	8 ± 0.5	8
r ₂	12.5 ± 1	12.5
L	50+2	50
L ₀	20+0.5	20
h	≥ 2	3



Şekil 2. Bakır tozunun mikron olarak yüzde dağılımı (Micron percentage distribution of copper powder)

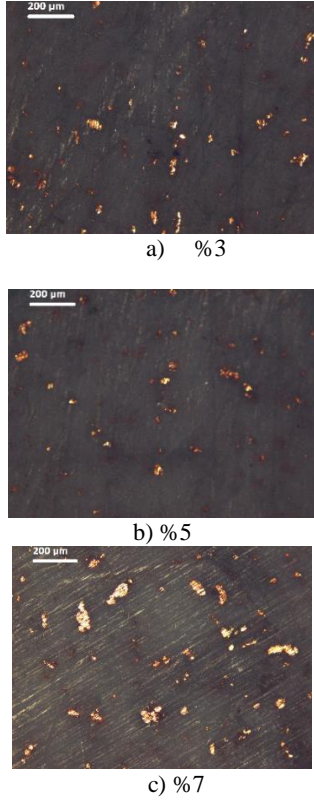
2.2. Enjeksiyon Parametreleri (Injection Parameters)

Katki maddesi arttıkça akışı sağlayabilmek için baskı sıcaklığı ve baskı basıncı artırılmıştır. Bu artışlar baskı esnasındaki numune dolularına göre denemeler yardımıyla bulunmuştur. Deney numunelerinin enjeksiyon kalıbında üretilirken kullanılan enjeksiyon parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir.

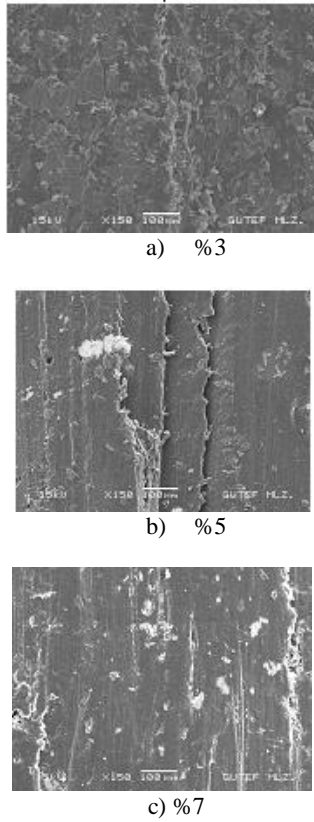
Çizelge 2. Enjeksiyon parametreleri (Injection parameters)

Derece	Basınc (Bar)	Hız (mm/sn)
230	70	60
235	74	60
240	78	60

Çizelge 2'de verilen enjeksiyon parametreleri kullanılarak üretilen numunelerin kesitlerini incelemek için optik mikroskop ve JEOL JSM -6060 LV SEM mikroskobu kullanılmıştır. Şekil 3'te ve Şekil 4'te verilen optik mikroskop görüntüleri ve SEM görüntülerinden de anlaşılacağı gibi bakır partüküllerinin plastik malzemeye homojen dağıldığı görülmektedir.



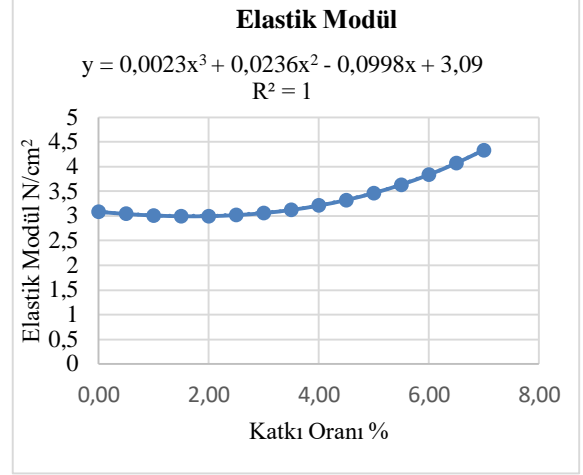
Şekil 3. Optik mikroskopta deney numunesi kesit görüntüleri (Cross-sectional views of the test sample an experimental microscope)



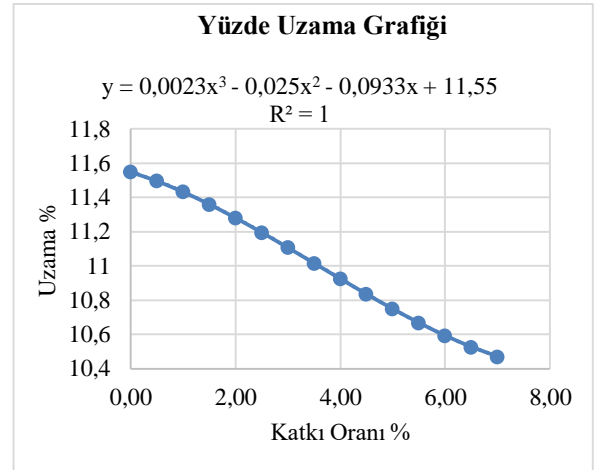
Şekil 4. SEM mikroskopta deney numunesi kesit görüntüleri

2.3. Çekme Testi (Tensile Test)

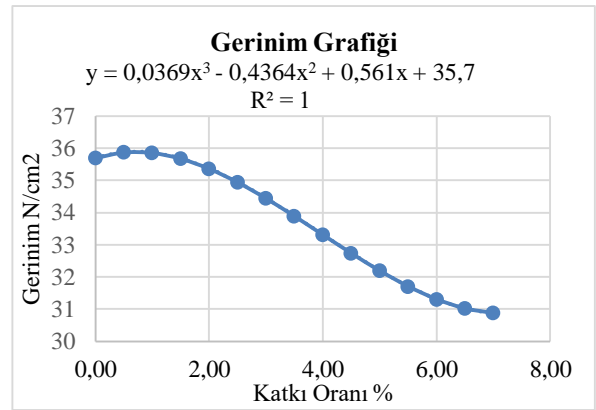
A Shimadzu Autograph tipi çekme test cihazı kullanılmıştır. Ölçümler 25 °C'de ve 5.0 mm/dakika çekme hızında yapılmıştır. Ölçümler beş tekrarlı olarak yapılmış ve ortalama değerleri alınmıştır.



Şekil 5. Katkı oranlarına göre elastik modül (Elastic modulus according to additive ratios)



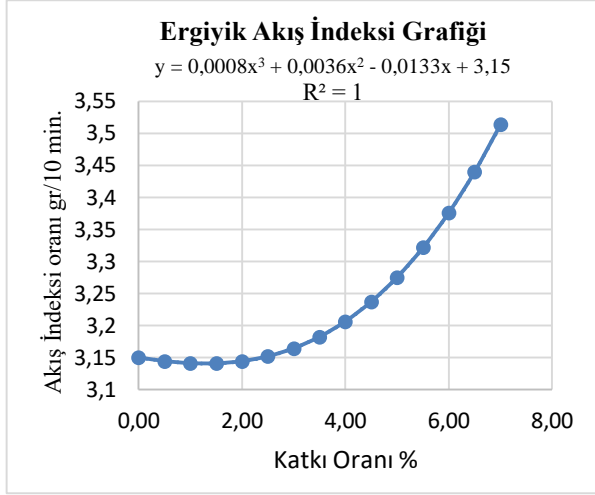
Şekil 6. Katkı oranlarına göre yüzde uzama (Strain rate according to contribution rates)



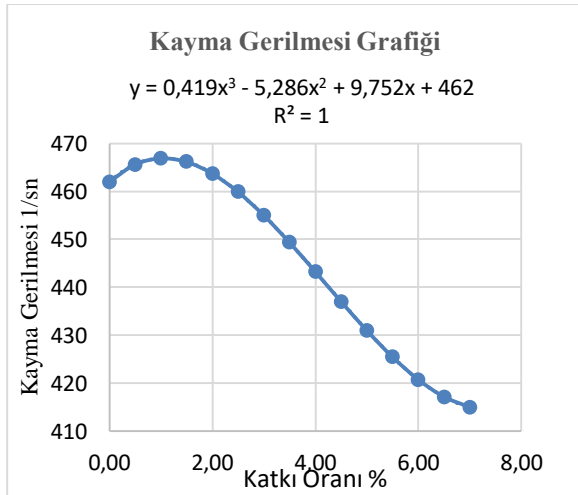
Şekil 7. Katkı oranlarına göre gerinim (Stress according to contribution rates)

2.4. Akış İndeksi (MFI Melt Flow Index)

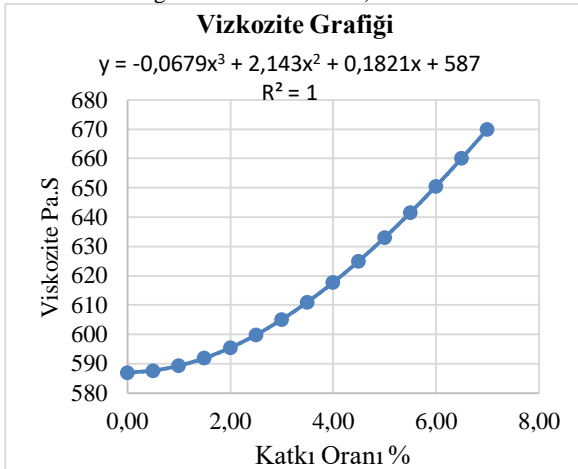
Devanpart model 3180 cihazı kullanılarak ASTM 1238-90 standardına göre yapılan ölçümlerdeki testler 190°C'de ve 2160 g kuvvet uygulanarak yapılmıştır. Her bir bakır katkı oranı için ölçüm 5 kere tekrarlanmıştır.



Şekil 8. Katkı oranlarına göre ergiyik akış indeksi (melt flow index according to the contribution rates)



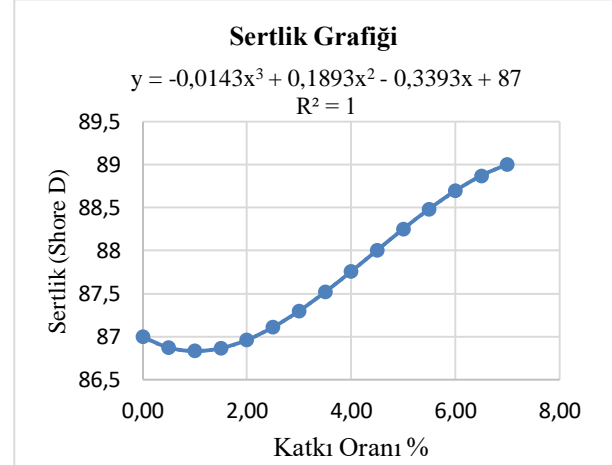
Şekil 9. Katkı oranlarına göre kayma gerilmesi (Shear Rate according to contribution rates)



Şekil 10. Katkı oranlarına göre viskozite (Viscosity according to additive ratios)

2.5. Darbe Testi (Charpy impact)

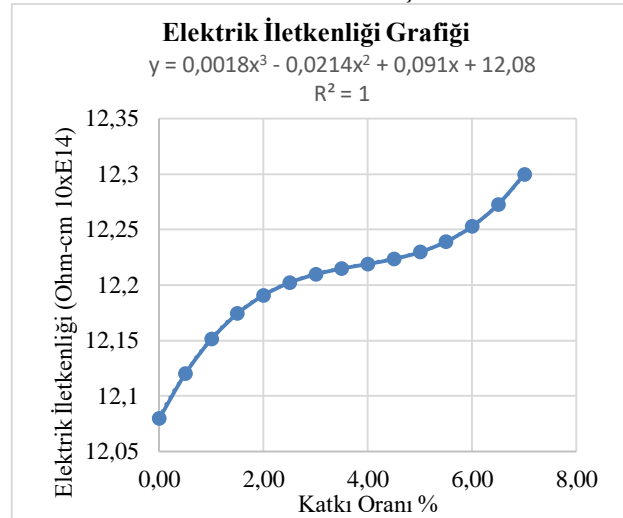
50x4x4 mm karesel numuneler kullanılarak 25°C'de Charpy darbe enerjileri ölçülmüştür. Ölçümler Housfield plastik darbe makinesinde 0.113 kg ağırlık kullanılarak yapılmıştır. Numunelerde 1 mm'lik çentikler vardır. Bu testlerde numuneler kırılmamıştır. Numunelerin sertlik değerleri Shore D ölçü birimine göre ölçülmüştür. Ölçümler aşağıda grafiklerle verilmiştir.



Şekil 11. Katkı oranlarına göre sertlik (Hardness according to the contribution rates)

2.6. Elektrik İletkenliği (Electrical Conductivity)

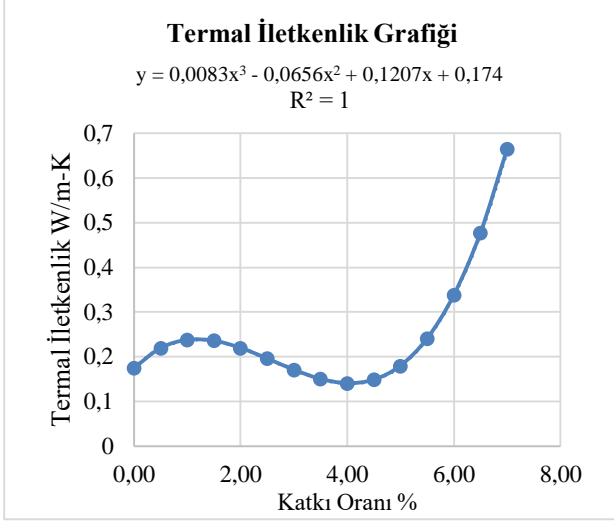
ASTM D-991 standardına göre numunelerden elektrik iletkenlik ölçümleri TR6845 Advantest marka multimetre kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm yapılmadan iyi bir iletkenlik elde etmek için baskı yönündeki sacın altına gümüş pasta sürülmüştür. Bakır elektrot ile plastik numune arasındaki iletkenliğin iyi olması ölçümde sapmanın olmaması için oldukça önemlidir. Numunelerde DC iletkenlik iki kontak noktası kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm değerleri oda sıcaklığında ve numuneye baskı uygulandıktan sonra 2 dakikalık bekleme sonucunda alınmıştır.



Şekil 12. Katkı oranlarına göre elektrik iletkenliği (Electrical conductivity according to additive ratios)

2.7. Termal İletkenlik (Thermal Conductivity)

Numunelerin termal iletkenlik değerleri kısmi tarama yöntemi kullanılarak ve termal iletkenlik testi ise Perkin Elmer DSC test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan cihaz bilgisayar kontrollü olup hesaplamalar cihazın kendi yazılımı olan Pyris programı ile yapılmaktadır. Bütün numunelerin ölçüm yapılmadan önce 20 °C sıcaklıkta olması sağlanmıştır.



Şekil 13. Katkı oranlarına göre termal iletkenlik (Thermal conductivity according to additive ratios)

3. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Deneysel sonuçlar değerlendirildiğinde sonuçların literatürdeki çalışmalar ile benzerlikler gösterdiği ve katkı oranlarının bazı testlerde olumlu etki yaparken diğer testlerde olumsuz etki yaptığı görülmektedir. Bu yüzden testlerdeki değişim miktarları yüzde olarak hesaplanmıştır. Bakır katkılı ABS malzemesinin katkı oranına göre test sonuçlarının nasıl değiştiği Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3'te karşılaştırmalı olarak verilen test sonuçlarına göre metalik katkılı geri dönüşümlü ABS malzemesinin kullanılması bazı testlere olumlu etki yapmaktadır. Özellikle termal iletkenlik ve elektrik iletkenliği özelliklerine olumlu etki yaparken mekanik özelliğine ve akıcılığına etkisi olumsuz olmuştur. Bu etkinin %3 katkı oranına kadar kabul edilebilir sınırlarda olduğu görülmektedir. Bu katkı oranlarında geri dönüşümlü malzemelerin pahalı ayrıştırma işlemleri kullanılmadan kullanılabilmesi görülmektedir. Ayrıca bazı özelliklerinin olumlu yönde artması nedeniyle geri dönüşümlü ABS malzemesinin uygulama yerine göre tercih edilebileceğini de göstermektedir. Fakat Elastik Modül, yüzde uzama ve gerinim özellikleri karşılaştırıldığında geri dönüşümlü ABS malzemesinin % 3 oranından fazla kullanılmasının dezavantaj oluşturacaktır. Ayrıca geri dönüşümlü ABS malzemesinin kullanılması enjeksiyon sıcaklığını ve basıncını arttırdığı görülmüştür. Bu yüzden enerji tüketimi açısından üretim maliyeti daha yüksek olacaktır.

Çizelge 3. Bakır katkılı ABS malzemesinin katkı oranına göre özelliklerinin yüzde değişimi (Percentage change of properties of copper additive ABS)

Testler (% Değişim)	Vol. %1 Katkılı	Vol. %3 Katkılı	Vol. %5 Katkılı	Vol. %7 Katkılı
Elastik Modül	1,8	3,39	11,3	39,53
Yüzde Uzama	2	4,83	7,93	10,33
Gerinim	0,55	4,5	10,8	14,49
Ergiyik Akış İndeksi (Melt Flow Index)	0,54	1,28	2,98	0,54
Kayma Gerilmesi (Shear Rate)	0,06	2,52	7,71	11,18
Viskozite	0,62	2,07	6,84	13,14
Setlik	0,43	0,66	1,19	1,3
Elektrik İletkenliği	0,076	0,24	0,41	0,82
Termal İletkenlik	2,09	2,96	35,7	180,79

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. V Chifor, Z. Tekiner, M. Türker, R Orban, "An Experimental Investigation of Properties of polyethylene Reinforced with Al Powders", *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A (Applied Physics Engineering)*, 1-5, 2010.
2. N. Singh, D. Hui, R. Singh, I.P.S. Ahuja, L. Feo, and F. Fraternali, "Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications", *Composites Part B*, 115: 409-422, (2017).
3. Y. Liu, M. Farnsworth, and A. Tiwari, "A review of optimisation techniques used in the composite recycling area: State-of-the-art and steps towards a research agenda", *Journal of Cleaner Production*, 140: 1775-1781, (2017).
4. K.H. Sua, J.H. Lin, and C.C. Lin, "Influence of reprocessing on the mechanical properties and structure of polyamide 6", *Journal of Materials Processing Technology*, 192-193: 532-538, (2007).
5. N. Feng, X. Wang, and D. Wu, "Surface modification of recycled carbon fiber and its reinforcement effect on nylon 6 composites: Mechanical properties morphology and crystallization behaviors", *Current Applied Physics*, 13: 2038-2050, (2013).
6. Pyrolysis of synthetic polymers and plastic wastes., Kinetic study, J.M. Encinar, J.F. González, *Fuel Processing Technology* 89: 678 - 686, (2008).
7. X. Hua, Y. Guo, L. Chen, X. Wang, L. Li, Y. Wang, "A novel polymeric intumescent flame retardant: Synthesis, thermal degradation mechanism and application in ABS copolymer", *Polymer Degradation and Stability* 97:1772-1778, (2012).
8. D.J. Jung, J. Cheon, and S.J Na, "Effect of surface pre-oxidation on laser assisted joining of acrylonitrile butadiene styrene (ABS) and zinc-coated steel", *Materials and Design* 99: 1-9, (2016).
9. Y. Li, X. Wu, J. Song, J. Li, Q. Shao, N.Cao, N. Lu, and Z. Guo, "Reparation of recycled acrylonitrile- butadiene-

- styrene by pyromellitic dianhydride: Reparation performance evaluation and property analysis”, *Polymer*, 124: 41-47, (2017).
10. A. Arostegui, M. Sarrionandia, and J. Aurrekoetxea, I. Urrutibeascoa, “Effect of dissolution-based recycling on the degradation and the mechanical properties of acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer”, *Polymer Degradation and Stability*, 91: 2768-2774, (2006).
 11. S.J. Pickering, “Recycling technologies for thermoset composite materials—current status”, *Composites: Part A* 37: 1206–1215, (2006).
 12. D. Perrin, L. Clerc, E. Leroy, J.-M. Lopez-Cuesta, A. Bergeret, “Optimizing a recycling process of SMC composite waste”, *Waste Management*, 28: 541–548, (2008).
 13. A.Ashori, and A.Nourbakhsh, “Characteristics of wood–fiber plastic composites made of recycled materials”, *Waste Management*, 29: 1291–1295, (2009).
 14. S.M. Al-Salem, and P. Lettieri, J. Baeyens “Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review”, *Waste Management* 29: 2625–2643, (2009).
 15. I. Turku, T. Karkia, A. Puurtinen, “Durability of wood plastic composites manufactured from recycled plastic”, *Heliyon*, 4: e00559, (2018).
 16. D. P. Kamdem, H. Jiang, W.Cui, J. Freed, and L. M. Matuana, “Properties of wood plastic composites made of recycled HDPE and wood flour from CCA-treated wood removed from service”, *Composites: Part A*, 35: 347–355, (2004).
 17. S. Y. Leu, T.H. Yang, S.F. Lo, and T.H. Yang, “Optimized material composition to improve the physical and mechanical properties of extruded wood–plastic composites (WPCs)”, *Construction and Building Materials* 29: 120–127, (2012).
 18. P.Y. Kuo, S.Y. Wang, J.H. Chen, H.C.Hsueh, M.J. Tsai, “Effects of material compositions on the mechanical properties of wood–plastic composites manufactured by injection molding”, *Materials and Design*, 30: 3489–3496, (2009).
 19. K. B. Adhikary, S. Pang , and M. P. Staiger, “Dimensional stability and mechanical behaviour of wood–plastic composites based on recycled and virgin high-density polyethylene (HDPE)”, *Composites: Part B*, 39: 807–815, (2008).
 20. M. Gracia, T. Garcia, M. Schlatter, F.M. Cabrera, J. T. Manzanares, and I.Hanafi, “Recycling of acrylonitrile-butadiene-styrene using injection moulding machine”, *Procedia Technology*, 22: 399-406, (2016).
 21. J. Palmer, L. Savage, O.R. Ghita, and K.E. Evans, “Sheet moulding compound (SMC) from carbon fibre recycle,” *Composites, Part A*, 41: 1232–1237, (2010).
 22. J. Howarth, S.S.R. Mareddy, and P. T. Mativenga, “Energy intensity and environmental analysis of mechanical recycling of carbon fibre composite”, *Journal of Cleaner Production* 81: 46-50, (2014).
 23. M.Rahimia, M.Esfahanianb, M. Moradi, “Effect of reprocessing on shrinkage and mechanical properties of ABS and investigating the proper blend of virgin and recycled ABS in injection molding”, *Journal of Materials Processing Technology*, 214: 2359–2365, (2014).
 24. A. Ashmawy, R. McDonald, D. Carreon and F. Atalay, “Stabilization of marginal soils using recycled materials, Final report”, *Florida Department of Transportation*, Contract Number BD-544-4, February 2006.