KAB NANO DOLGU MALZEMESİ HİDROKSİAPATİT (HAP) KULLANIMININ POLİ(3-HİDROKSİBÜTİRAT-KO-3-HİDROKSİVALERAT) (PHBV) BİYOPOLİMERİNİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Selen Ateş & Mualla Öner

15 Haziran 2023 22:38 Bildiri Sunum Dili Poster Bildiri Nanoteknoloji ve Malzeme Bilimi

Bildiri Bilgisi

Bildiri değerlendirme sonucu için tıklayınız

15. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi

NANO DOLGU MALZEMESİ HİDROKSİAPATİT (HAP) KULLANIMININ POLİ(3-HİDROKSİBÜTİRAT-KO-3-HİDROKSİVALERAT) (PHBV) BİYOPOLİMERİNİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Selen Ateş & Mualla Öner

Konu Alanı: **Nanoteknoloji ve Malzeme Bilimi**

Kabul Edildi

Özet

Bu çalışmada, mikroorganizmalar tarafından sentezlenen biyopoliester ailesinden Poli(hidroksialkanoat) (PHA)'ların biyobozunur ve fiziksel özelliklerinden yararlanarak, biyomedikal ve ilaç gibi sektörlerde kullanılmak üzere biyonanokompozitlerin geliştirilmesi için çalışmalar yürütülmüştür.

Günümüzde artan çevre kirliliğiyle birlikte biyobozunur polimerlerin özelliklerinin iyileştirilmesi, bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaç doğrultusunda, polimerlere ilave edilen katkı maddeleri arasında yer alan nano ölçekli dolgu malzemelerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada, nano dolgu malzemesi olarak Hidroksiapatit (HAP) kristalleri kullanılmıştır.

Laboratuvarda kristalizasyon yöntemi kullanılarak Hidroksiapatit (HAP) sentezlenmiştir. Ayrıca, sentezlenen HAP silanlama yöntemi uygulanarak yüzey modifikasyonu sağlanmış ve silanlanmış HAP üretilmiştir. Polihidroksialkanoat ailesinin en bilinen üyelerinden poli(3-hidroksibütirat-ko-3-hidroksivalerat) (PHBV) biyopolimerinin özellikleri, silanlanmış ve silanlanmamış HAP kullanılarak geliştirilmeye çalışılmıştır.

Eriyik harmanlama yöntemi kullanılarak farklı konsantrasyonlarda silanlanmış ve silanlanmamış HAP içeren PHBV biyonanokompozit numuneler hazırlanmıştır. İlave edilen HAP konsantrasyonunun biyonanokompozit özelliklerine etkisi incelenmiştir. PHBV/HAP ve PHBV/sHAP biyonanokompozitlerinin özellikleri DMA, SEM, FT-IR, TGA ve XRD analizleri yapılarak incelenmiştir.

Sonuç olarak, silanlanmış ve silanlanmamış biyonanokompozitlerin dinamik-mekanik özellikleri DMA analizi yapılarak ölçülmüştür. Ağırlıkça %2 konsantransyonda silanlanmış ve silanlanmamış HAP içeren kompozitlerin 37 ℃ 'deki yük modülleri sırasıyla 3,980 GPa ve 3,412 GPa olarak ölçülmüştür. Silanlanmış numunelerin silanlanmamış numunelere göre yük modülünün arttığı görülmüştür.

Biyopolimerlerin geliştirilmesi için Hidroksiapatit kullanımının etkisini incelemekte ve silanlı HAP kullanımının polimer özelliklerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir.

Problem Durumu

Son yıllarda, vücuttan uzaklaştırılabilen biyobozunur biyomalzemelere duyulan ihtiyaç artmıştır. Bu tür malzemeler, kemik büyümesi ve iyileşmesi için gerekli sürede mekanik bütünlüğünü koruyabilmelidir. Biyobozunur ve biyouyumlu polimer PHBV, yavaş bozunma hızına sahiptir. Ancak, ortopedik uygulamalar için kemik dokusuna bağlanma eğiliminden yoksun olduğu ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi gerektiği bilinmektedir.

PHBV polimerleri, nano dolgular ile birlikte kompozit şeklinde tasarlanabilirler. Bu tür polimerlerin nano boyuttaki hidroksiapatit (HAP) nanoparçacıkları gibi nano dolgu malzemeleri ile birleştirilmesi, kemik dokusuna daha uyumlu hale gelmelerini sağlayabilir. HAP, biyolojik olarak uyumlu, biyolojik olarak parçalanabilen biyopolimerdir. HAP, geleneksel boyutlarda kullanıldığından daha yakın özellikler sergileyerek, biyomineralizasyonda kemikteki HAP yapısına benzer bir yapı oluşturabilir. Ayrıca, iyileşmiş hücre proliferasyonunu da artırabilir.

HAP nanoparçacıkları, geniş bir bakteri skalasına karşı gelişmiş antibakteriyel etkiye sahiptir. Ayrıca, HAP katkısının PHBV'nin kristalliğine de etkisi vardır ve mekanik özelliklere olumlu etki eder.

Bu nedenle, biyobozunur biyomalzemelerin nano dolgularla birleştirilmesi, kemik dokusuna uyumlu hale getirilmesi ve aynı zamanda bakteriyel enfeksiyonları önlemek için HAP gibi antibakteriyel ajandaların kullanılması, tıbbi implantların geliştirilmesinde önemli bir rol oynayabilir.

Araştırma Yöntemi

Kristalizasyon yöntemi kullanılarak Hidroksiapatit (HAP) kristalleri sentezlenmiştir. Sentezlenen HAP kristallerinde yüzey modifikasyonu sağlanarak sHAP kristalleri hazırlanmıştır. Eriyik harmanlama yöntemiyle ağırlıkça %0.5, %2 ve %3 HAP ve sHAP içeren PHBV/HAP ve PHBV/sHAP kompozitleri hazırlanmıştır.

Laboratuvarımızda eriyik harmanlama yöntemi kullanılarak kompozitleri hazırlamak için çift vidalı ekstrüder kullanılmıştır. Çift vidalı ekstrüder yardımıyla üretilen biyonanokompozitler, nano dolgu malzemesi hidroksiapatit içerirler. En iyi parçacık dağılımlarını sağlamak için, ekstrüder kademe sıcaklıkları, besleme debisi ve vida dönme hızı gibi parametreler üzerinde çalışılmıştır. Ekstrüderde hazırlanan filamentler kesici yardımıyla peletlenerek vakumlu etüvde kurutulmuştur. Kurutulan polimer numuneleri sıcak-soğuk pres makinesi kullanılarak kompozit haline getirilmiştir. Üretilen biyonanokompozitler içerisindeki parçacıkların dağılımları yapısal karakterizasyonla belirlenmiştir.

Sentezlenen biyonanokompozit numunelerin karakterizasyonu için DMA, SEM, FT-IR, XRD, TG ve DSC analizleri yapılmıştır. Üretilen biyonanokompozitlere, Perkin Elmer DMA8000 (dinamik mekanik analizör) cihazı kullanılarak, DMA analizi yapılmıştır. Test numuneleri 10,10 mm × 10,00 x 0,60 mm boyutlarında olup, 1 Hz'de tek konsol modunda araştırmak için -30 °C ila 150 °C sıcaklık aralığında 2 °C dk-1 ısıtma hızında film uzatma modu uygulanmıştır. Yapılan analizler esnasında, depolama modülü E', kayıp modülü E" ve tan δ = E"/E' değerleri sıcaklığa karşı kaydedilmiştir.

Beklenen/Geçici Sonuç

Tablo 1. *Sentezlenen biyonanokompozit numuneler ve yapılan analizler*

	Analizler				
Numuneler	**DMA**	**SEM**	**FT-IR**	**TGA-DTA**	**XRD**
HAP-LAB	-	-	+	-	-
HAP-LAB-S	-	-	+	-	-
PHBV-AL-HAP-LAB-%0.5	+	+	+	+	-
PHBV-AL-HAP-LAB-%2	+	-	+	+	+
PHBV-AL-HAP-LAB-%3	+	+	+	+	-
PHBV-AL-S-HAP-LAB-%0.5	+	+	+	+	-
PHBV-AL-S-HAP-LAB-%2	+	-	+	+	+
PHBV-AL-S-HAP-LAB-%3	+	-	+	+	-

Tablo 2. *Kompozitlerin (-20)°C, 37°C ve 80°C 'de storages modules değerleri (gPA)*

	Sıcaklık		
Numuneler	**(-20)°C**	**37°C**	**80°C**
Neat PHBV	3,961	2,840	1,431
PHBV-AL-HAP-LAB-%0.5	5,533	2,463	1,303
PHBV-AL-HAP-LAB-%2	5,943	3,412	1,741
PHBV-AL-HAP-LAB-%3	3,708	1,594	0,970
PHBV-AL-S-HAP-LAB-%0.5	6,194	3,089	1,578
PHBV-AL-S-HAP-LAB-%2	6,612	3,980	1,901
PHBV-AL-S-HAP-LAB-%3	4,533	2,545	1,303

Bu çalışmada eriyik harmanlama (ekstrüzyon) yöntemi kullanılarak gelişmiş özelliklere sahip ağırlıkça %0.5, %2 ve %3 katkı maddesi içeren PHBV/HAP ve PHBV/sHAP biyonanokompozitler elde edilmiştir.

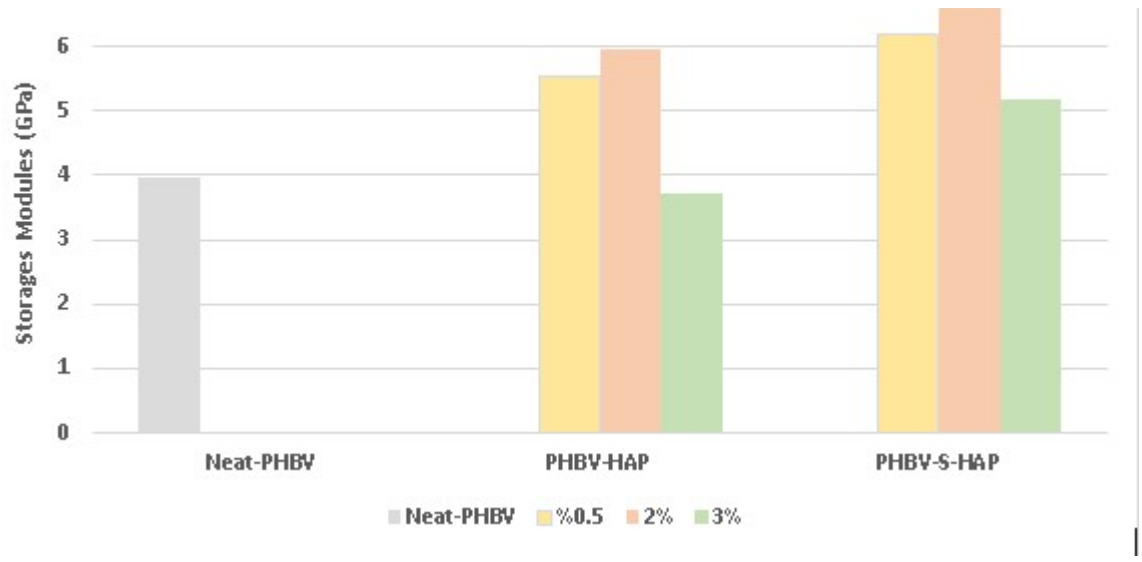
Hazırlanan silanlanmış ve silanmamış biyonanokompozitler ve katkı maddesi içermeyen Neat-PHBV polimerinin dinamik-mekanik özellikleri DMA analizi yapılarak ölçülmüştür. %2 konsantransyonda hazırlanan silanlanmış ve silanmamış numunelerin 37 ℃ 'deki yük modülleri sırasıyla 3,980 GPa ve 3,412 GPa olarak ölçülmüştür. Silanlanmış numunelerin silanlanmamış numunelere göre yük modülünün arttığı görülmüştür. Sonuçta dinamik-mekanik özellikleri geliştirilmiş PHBV/HAP ve PHBV/sHAP biyonanokompozitleri geliştirilmiştir.

En yüksek depolama modülü değeri, 37°C' de Neat-PHBV' ye göre %40,14'lük artışla ağırlıkça %2'lik PHBV/sHAP kompozitinde gözlenmiştir ve tüm sıcaklık değerlerinde PHBV/sHAP kompozitlerinde depolama modülü değerinin arttığı gözlenmiştir.

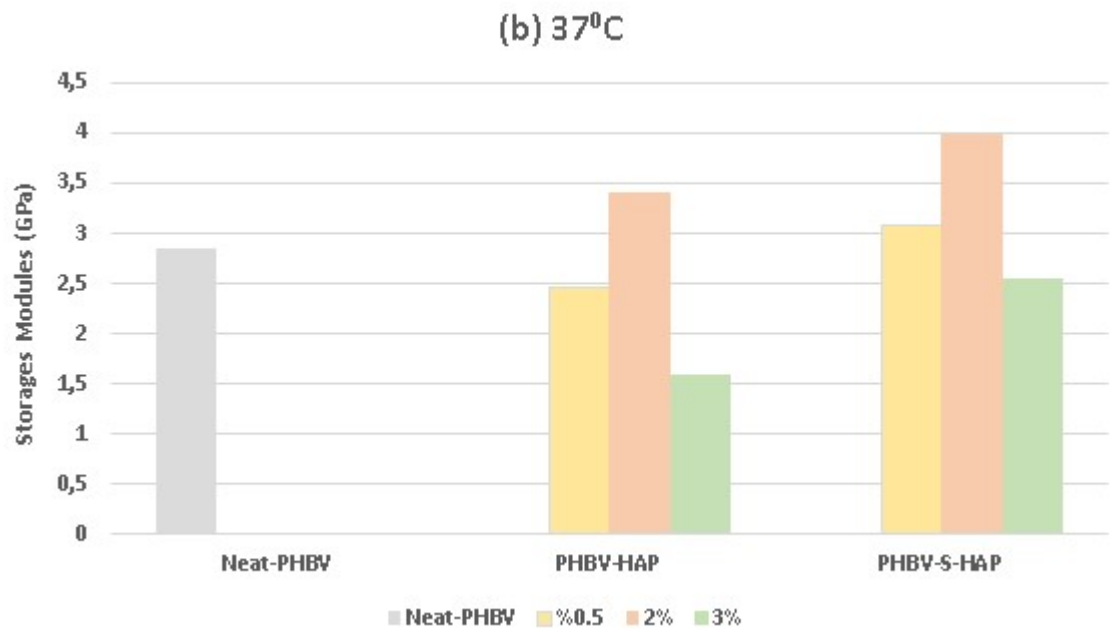
Biyonanokompozitlerde yapılan iyileştirmeler, ağırlıkça düşük konsantrasyonlarda laboratuvar ortamında üretilen HAP dolgu maddesi katkısı yapılarak elde edilmiştir.

Üretilen hidroksiapatit kristallerinin, PHBV/HAP ve PHBV/sHAP biyonanokompozitlerin FT-IR analizi için Bruker Optics Alpha marka FT-IR Spektrometresi kullanılmıştır. FTIR spektrumu 4000- 400 cm-1 'lik bölgede alınmıştır. Numunelerin infrared (IR) spektrumundan elde edilen bantlardan faydalanılarak yapısında hangi fonksiyonel grupların bulunduğuna ve molekül içindeki bağ türlerinin neler olduğuna bakılmıştır. Cihazdan, dalga boyu değerlerine karşılık absorbans ve transmitans (geçirgenlik) değerlerinin yer aldığı spektrum elde edilmiştir.

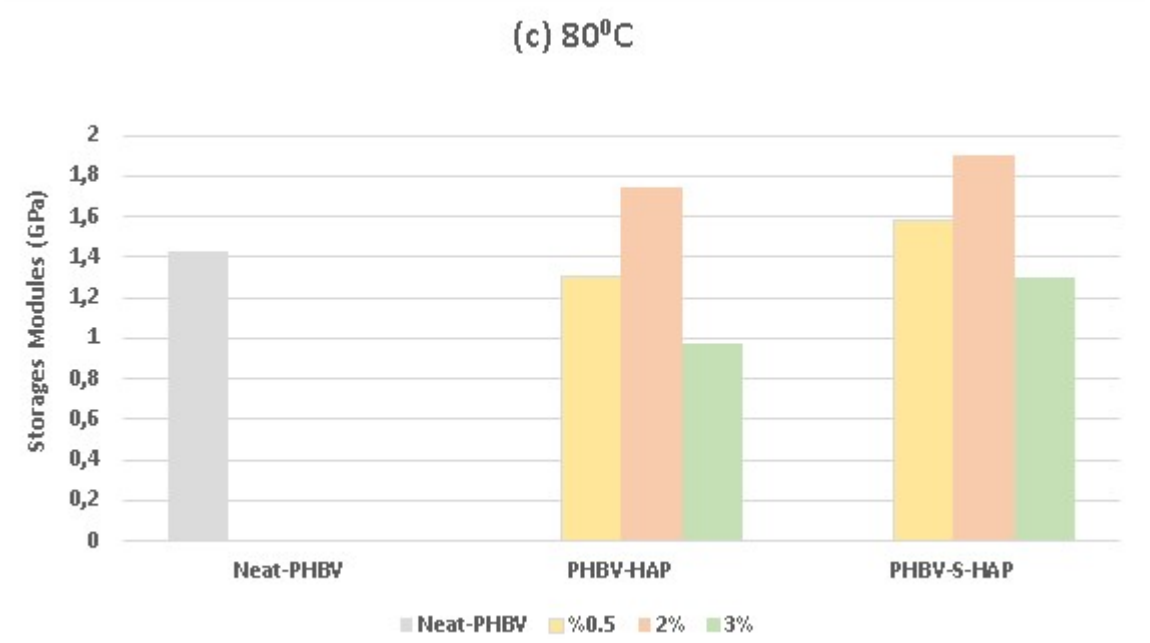
Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak HAP dolgu maddesinin iyileştirme için uygun bir seçim olduğu görülmektedir. PHBV/HAP ve PHBV/sHAP biyonanokompozitleri üzerine yapılan çalışmaların sürdürülmesi halinde, hazırlanan biyonanokompozitler termoplastik polimer sınıfıyla rekabet edebilecek bir alternatif haline gelmesi kaçınılmazıdır.



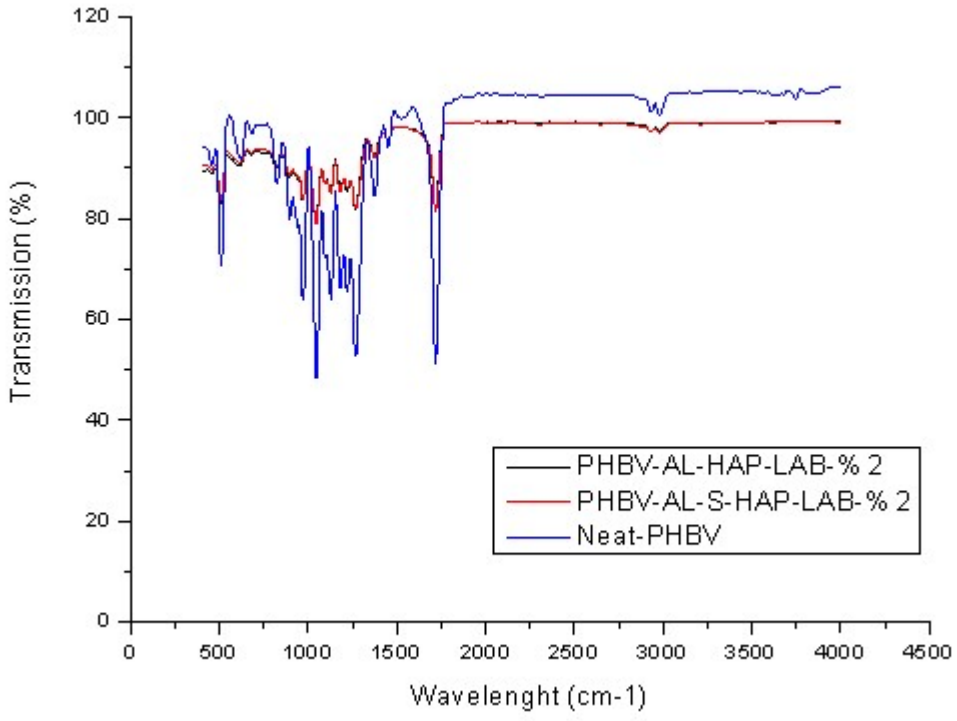
Şekil 1. *Kompozitlerin (-20) ºC'de storages modules değerleri (gPA)*



Şekil 2. *Kompozitlerin* 37ºC'de storages modules değerleri (gPA)



Şekil 3. *Kompozitlerin 80ºC'de storages modules değerleri (gPA)*



1. Cisneros-Pineda, O.G., Kao, W.H., Loría-Bastarrachea, M.I., Veranes-Pantoja, Y., Cauich-Rodríguez, J.V., Cervantes-Uc, J.M., (2014). "Towards Optimization of the Silanization Process of Hydroxyapatite for its Use in Bone Cement Formulations", Materials Science and Engineering C, 40:157–163.
2. Pandaa, R.N., Hsieha, M.F., Chunga, R.J., Chinb, T.S., (2003). FTIR, XRD, SEM and solid state NMR İnvestigations of Carbonate-Containing Hydroxyapatite Nano-Particles Synthesized by Hydroxide-Gel Technique, Journal of Physics and Chemistry of Solids 64:193–199.
3. Cisneros-Pineda, O.G., Kao, W.H., Loría-Bastarrachea, M.I., Veranes-Pantoja, Y., Cauich-Rodríguez, J.V., Cervantes-Uc, J.M., (2014). "Towards Optimization of the Silanization Process of Hydroxyapatite for its Use in Bone Cement Formulations", Materials Science and Engineering C, 40:157–163.
4. İlhan, F. Berna, Biyobozunur PHBV-Hidroksiapatit Nanokompozitlerinin Hazırlanması ve Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2015.
5. Chen, G. X., Hao, G. J., Guo, T. Y., Song, M. D., Zhang, B. H., (2004). "Crystallization Kinetics of Poly(3-Hydroxybutyrate-co-3-132
6. Harper, C.A., (2002). Handbook of Plastics, Elastomers, and Composites, Fourth Edition, The McGraw-Hill Companie.
7. Zembouai, I., Kaci, M., Bruzaud, S., Benhamida, A.,Corre, Y.M., Grohens, Y., (2013). "A Study of Morphological, Thermal, Rheological and Barrier Properties of Poly(3-hydroxybutyrate-Co-3-Hydroxyvalerate)/Polylactide Blends Prepared By Melt Mixing", Polymer Testing, 32:842–851.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı FYL-2022-4830 numaralı Yüksek Lisans Tez Projesi ile destekleyen Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü'ne sağladıkları destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Anahtar Kelimeler: poli(3-hidroksibütirat-ko-3-hidroksivalerat), biyobozunur kompozitler, hidroksiapatit, nano dolgu malzemeleri, eriyik harmanlama, silanizasyon

Bildiri Bilgisi	
Bildiri Kiliti	Kilitli *Kilitli bildiride yazar değişiklik yapamaz
Bildiri No	B-119-0362
Bildiri Türü	Poster Bildiri
Bildiri Sunum Dili	
Kayıt IP	176.234.129.39
Kayıt Tarihi	15 Haziran 2023 22:38
Sonuç Tarihi	21 Haziran 2023

Hızlı Menü

Bildiri Listesi

Bildiri Bilgisi

Kabul Mektubu

Bildiri Ödemeleri

Gizlilik İlkeleri | Kullanım Koşulları | Çerez Kullanımı

© 2012 - 2024 Kongre Yönetim Sistemi™ - Tüm hakları saklıdır. | THDSoft