

Katalizör Olarak Katılan Bor Oksit ve Borik Asidin Polyester Üzerindeki Etkilerinin Mekanik ve Mikroyapı Açısından İncelenmesi

Yahya TAŞGIN

Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, 62000 TUNCELİ
yahyatashgin@munzur.edu.tr

(Geliş/Received:10.06.2018; Kabul/Accepted:02.07.2018)

Özet

Bu çalışmada kompozit üretiminde yaygın olarak kullanılan polyester malzemelere, ülkemiz için çok öneme sahip bor elementinin türevleri olan ve üretimini yaptığımız bor oksit ve borik asidin (H_3BO_3) polyester malzemeye farklı oranlarda ilavesinin, genel yapısını ve mekanik özellikleri nasıl etkilediği araştırılmıştır. Yedi farklı bileşim kullanılarak numuneler hazırlanmıştır. Bu numuneler; polyester, %5-10-20 ilaveli bor oksit (B_2O_3) ve %5-10-20 ilaveli borik asit (H_3BO_3) kullanılarak oluşturulmuştur. Daha sonra elde edilen bu numunelerin iç yapıları metalografik olarak incelenmiş ve yapılarındaki farklılıklar tespit edilmiştir. Üretilen numunelerin mukavemetlerinin belirlenmesi amacı ile çekme testine tabi tutulmuştur. Yapılan değerlendirmeler sonucunda numunelerde B_2O_3 miktarı arttıkça mukavemet değerinin arttığı, H_3BO_3 arttığında ise mukavemet dayanımının azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polyester, Katalizör, Bor Oksit, Borik Asit (H_3BO_3), Mikroyapı.

The Investigation of the Effects of Boron Oxide and Boric Acid, Added As Catalyst, on Polyester in terms of Mechanical Properties and Microstructure

Abstract

In this study, it was investigated how the addition of the boron oxide and boric acid (H_3BO_3) which we produce and are derivatives of the boron element, that has great importance for our country, in the polyester materials, commonly used in composite production, at different rates affected their general structure and mechanical properties. The samples were prepared using seven different compositions. These samples were formed by adding 5-10-20% boron oxide (B_2O_3) and 5-10-20% boric acid (H_3BO_3) into polyester. Then, the internal structures of these samples were examined metallographically and the differences in their structures were determined. In order to determine the strength of the samples, the tensile, compression and three-point bending tests were performed. As a result of the evaluations, it was determined that as the B_2O_3 amount increased in the samples, the strength value increased; as the H_3BO_3 increased, the resistance strength decreased.

Key Words: Polyester, Catalyst, Boron Oxide, Boric Acid (H_3BO_3), Microstructure.

1. Giriş

Literatürde birçok metal tozu değişik plastik malzemelere eklenerek yeni kompozit yapı elde edilmektedir. Fakat hangi metal tozunun hangi plastik malzemeye hangi oranlarda eklenmesi konusunda literatürde bazı çalışmalar yapılmış olsa da, her bir karışım oranlarında farklı özellikler elde edildiğinden araştırmacıların yoğunlaştığı alanlardan biri olmuştur. Metal tozu ile takviyelendirilmiş polimer esaslı kompozitlerin akış özelliği, mekanik, ısı, elektrik vb. gibi birçok özelliği değişmektedir.

Bu özellikler, polimer içerisine katılan metal tozunun katkı oranı, boyutu ve yapı içerisindeki dağılımına ve üretim şekline bağlı olarak değişmektedir.

Kompozit malzeme, iki ya da daha fazla malzemenin makro düzeyde bir araya gelerek daha iyi özelliklerde oluşturdukları yeni malzemedir [1]. Gelişen teknoloji ile birlikte farklı ve daha iyi özelliklerde malzeme ihtiyacı da artmaktadır. Kompozit malzemeler son yıllarda başta otomotiv ve havacılık sanayi olmak üzere birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Mevcut malzemelere oranla

daha yüksek mekanik dayanım, aşınma direnci, yorulma dayanımı, ısıl dayanım ve korozyon dayanımına sahip olmaları tercih edilmelerinde etkili olmaktadır [2].

Metal esaslı kompozitler; toz metalurjisi, sıcak haddeleme, difüzyonla birleştirme gibi katı hal işlemleri ve karıştırmalı döküm, basınçlı döküm, sıkıştırılmalı döküm, infiltrasyon ve püskürtme çökmesi gibi sıvı hal işlemleri yöntemleriyle üretilirler [3]. Dünya üzerinde bulunan en genel kompozit malzemeler olan ağaç ve kemik doğal kompozit malzemelerdir. Diğer taraftan kompozit malzemeler, havacılık sanayinde, taşımacılıkta, yapı malzemeleri endüstrisinde, gemi yapımı endüstrisinde, korozyona dayanıklı ekipman yapımında, elektrik ve elektronik sektöründe, çok sayıda spor ekipmanında ve malzemesinde, tarımda, balıkçılıkta ve mekanik üretim sistemleri olmak üzere çok sayıda endüstride sahip olduğu üstün özellikler nedeniyle kullanım alanı bulmaktadır [4-5].

Plastikler mekanik, ısıl, elektrik, sürtünme ve aşınma boyutsal kararlılık vb. gibi özelliklerinin artırılması için metal tozu ile takviyelendirilmektedir [6-7]. Literatürde birçok metal tozu değişik plastik malzemelere eklenerek yeni kompozit yapı elde edilmektedir. Fakat hangi metal tozunun hangi plastik malzemeye hangi oranlarda eklenmesi konusunda literatürde bazı çalışmalar yapılmış olsa da, her bir karışım oranlarında farklı özellikler elde edildiğinden araştırmacıların yoğunlaştığı alanlardan biri olmuştur. Metal tozu ile takviyelendirilmiş polimer esaslı kompozitlerin akış özelliği, mekanik, ısıl, elektrik vb. gibi birçok özelliği değişmektedir. Bu özellikler, polimer içerisine katılan metal tozunun katkı oranı, boyutu ve yapı içerisindeki dağılımına ve üretim şekline bağlı olarak değişmektedir. Metal tozu katkılı plastiklerin kalıplanması ya da şekillendirilmesi sırasında akış özelliklerinin önceden bilinmesi son derece önemlidir [8].

Mamunya ve arkadaşları, yapmış oldukları çalışmada iletken polimer kompozitler de dolgu maddesi olarak kullandıkları metal tozlarının (bakır, nikel, demir) elektrik iletkenliği ve basıncın etkisini araştırmışlardır. PP içerisine katılan metal tozlarının büyüklüğü ve metal tozların yüzeyindeki oksit tabakasının iletkenliği etkilediği belirlemişlerdir [9]. Rusu ve

arkadaşları, yapmış oldukları çalışmada HDPE (High Density Polyethylene)/Çinko toz kompozitlerinin mekanik ve termal özelliklerini incelemişlerdir [10]. Bu çalışmaya göre, HDPE içerisine % 0-20 oranında çinko tozu katılmış olup kompozit mekanik özellikleri çinko tozunun katılması ile takviyesiz yüksek yoğunluklu polietilene göre azaldığı tespit edilmiştir. PVC içerisine alüminyum tozu takviye edilerek elde edilen kompozitin mekanik ve elektriksel özellikleri Bishay ve arkadaşları tarafından araştırılmıştır [11].

Bor bileşiklerinin yeni üretim tekniklerinin ve yeni kullanım alanlarının araştırılması ve geliştirilmesi konularında bilimsel ve teknolojik çalışmalar devam etmektedir. Amorf bor, kristalin bor, bor karbür, hegzagonal ve kübik bor nitür ve bor alaşımları (ferro bor, nikel bor, kobalt bor) üretim teknolojileri geliştirilen başlıca bor bileşikleri arasındadır [12].

Bor minerallerinden H_3BO_3 sülfürik asit ve nitrik asit kullanılarak elde edilir. En çok kullanılan sülfürik asittir. Üretim reaksiyonlarından sırasıyla tinkal borik asit ($Na_2B_4O_7$), sodyum pentaborat borik asit ($Na_2B_4O_7$, kolemanit borik asit ($Ca_2B_6O_{11}$), kolemanit borik asit ($Ca_2B_6O_{11}$) reaksiyonları Tablo 1’de (reaksiyon 1-4) gösterilmiştir.

H_3BO_3 kolemanitten üretilmektedir. Kolemanit çeneli kırıcılarda 35-50 mm’ye ve sonra çekiçli kırıcıda 10 mm’ye kadar kırılarak, bilyeli değirmende 1 mm’ye kadar öğütülür. Karıştırıcılı bir reaktörde %92,5’lik H_2SO_4 ’le 95°C’de reaksiyona girer. Reaktörden alınan reaksiyon karışımı filtreden süzülerek, oluşan jips süzüntüden ayrılır. Derişik süzüntü, kristallendiricide 30°C’ye kadar soğutulup, kristallendirilir. Magma santrifüjlenerek, çözültüden ayrılır. Çözelti reaktöre pompalanırken, santrifüjden alınan nemli kristaller kurutucuda kurutulur [13].

Bor oksit (B_2O_3), H_3BO_3 ün dehidrasyonundan elde edilir. H_3BO_3 100°C ye kadar yavaşça ısıtıldığında bir mol su kaybederek metaborasidine (HBO_2), ısıtmaya devam edildiğinde 140°C de bir mol su daha kaybederek pro veya tetrabor asidine ($H_2B_4O_7$) ve nihayet ısıtma şiddetlendirildiğinde kızıl derecede suyunu tamamen kaybederek bor

triokside (B_2O_3) dönüşür. Tablo 1’de (reaksiyon 5-7) gösterilmiştir.

Tablo 1. Üretim reaksiyonları

No	Reaksiyon
1	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 4H_3BO_3 + 5H_2O$
2	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 4H_3BO_3$
3	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O + H_2SO_4 + 6H_2O \rightarrow 2CaSO_4 \cdot 2H_2O + 6H_3BO_3$
4	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O + 4HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 6H_3BO_3 + 2Ca(NO_3)_2$
5	$H_3BO_3 \rightarrow HBO_2 + H_2O$ (100°C)
6	$4HBO_2 \rightarrow H_2B_4O_7 + H_2O$ (140°C)
7	$H_2B_4O_7 \rightarrow 2B_2O_3 + H_2O$ (Kızıl derece)

Sarıbıyık ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kuvars takviyeli polimer kompozitlerde kuvarsın yerine %10, %20, %30, %40 ve %47 oranlarında atık cam tozu kullanımının basma ve eğme mukavemetine etkisi araştırılmıştır. Atık cam tozu miktarının artışıyla eğme ve basma mukavemeti artmıştır. Reçinenin viskozitesine, partiküllerin şekline, boyutuna ve miktarına bağlı olarak kompozitin proses edilebilirliği değişmiştir [14]. Dong ve Davies, fındık kabuğunu dolgu elemanı olarak kullanarak (ağ. %10, 20, 30 ve 40) polyester matrisli kompozitlerin eğme dayanımına etkisini araştırmışlardır. Proses kaynaklı gözeneklerin oluşumu ve eğme dayanımına olumsuz etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Gözenek içeren numunelerin eğme dayanımları mikro-mekanik modele göre hesaplanmıştır. Deneysel sonuçlar ve teorik hesaplanan eğme dayanımları değerlerinin dolgu elemanı miktarı arttıkça arttığı ve gözenek miktarı arttıkça azaldığı görülmüştür [15].

Doğal ya da yapay organik ve inorganik atıkların takviye/dolgu elemanı olarak polimer matrisli kompozit ürünlerin üretimine yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Daha önceki çalışmalarımızda porselen, bor, ürefoaldehyt, uçucu kül ve mermer tozu atıklarının miktarları ve tane boyut dağılımlarının mekanik ve fiziksel özelliklere etkisi epoksi ve polyester matrislerde kullanımı gerçekleştirilerek araştırılmış, farklı teknikler ile yapı özellik ilişkileri değerlendirilmiştir [16-17].

Bu çalışmada kompozit üretiminde yaygın olarak kullanılan polyester malzemelere, yedi farklı bileşim kullanılarak numuneler

hazırlanmıştır. Bu numuneler; polyester, %5-10-20 ilaveli B_2O_3 ve %5-10-20 ilaveli H_3BO_3 kullanılarak oluşturulmuştur. Daha sonra elde edilen bu numunelerin içyapıları metalografik olarak incelenmiş ve yapılarındaki farklılıklar tespit edilmiştir. Üretilen numunelerin mukavemetlerinin belirlenmesi amacı tahribatlı muayene testlerine tabi tutulmuştur.

2. Materyal ve Method

2.1. Kompozit üretiminde kullanılan malzemeler

Üretim esnasında katalizör olarak Türkiye ETİ maden işletmesinde üretilen (B_2O_3) ve (H_3BO_3) kullanılmıştır. Matris malzemesi olarak ise 200 ml polyester, $200 \times 0.04 = 8$ ml Nutanox M-50 sertleştirici, $200 \times 0.06 = 12$ ml Akcobalt CX1-6 kobalt (hızlandırıcı) dan oluşan toplamda $200+8+12=220$ ml karışım kullanılmıştır. (Tablo 2, Tablo 3).

Tablo 2. Matris malzemesi

Polyester	200 ml
Sertleştirici	8 ml
Hızlandırıcı	12 ml
Toplam	220 ml

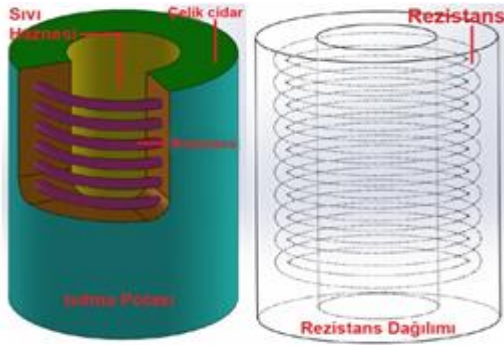
Tablo 3. Katalizör

B_2O_3	%5	%10	%20
H_3BO_3	%5	%10	%20

2.2. Deney numunelerinin imalat aşamalar

Katalizör olarak katılan (B_2O_3) ve (H_3BO_3), matris malzemesi içerisinde homojen dağılarak daha etkili olabilmesi için, maksimum ısı dayanımı $204^\circ C$ olan polyestere katılması ve istenilen yapıyı oluşturabilmesi için % 1 oranında ilave edilen Akcobalt CX1-6 kobalt (hızlandırıcı) ve Nutanox M-50 sertleştiricinin de etkisiyle $80^\circ C$ lik bir ısı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada matris malzemesi (polyester) bünyesinde istenmeyen boşlukların (hava kabarcıklarının) giderilmesi hem de katalizörün etkisini artırmak için çalışmanın $130-140^\circ C$ lik bir çalışma ortamının oluşturulması gerekmektedir. Bu çalışmaya yardımcı olacak

düzenek; Şekil 1’ de görülmekte olan çelik ısıtma potasıdır. Yüksek karbonlu çelikten yapılmış olan bu kap 20 mm cidar kalınlığına sahip ve iç kısmından geçen 2000 w lık rezistanslarla çepeçevre sarılmış, 600 ml malzeme alma kapasitesine sahip bir deney aparatıdır. Çelik deney setinin en alt kısmında rezistansın geçmesi gereken kısım iptal edilerek, setin ısısını istenilen derecede tutabilmek için bir termostat yerleştirilmiştir.

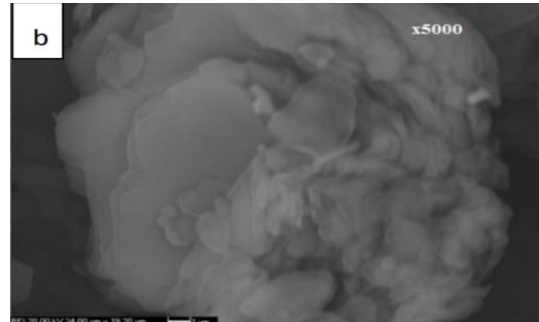
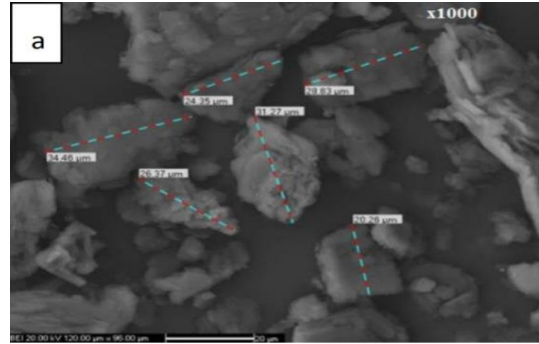


Şekil 1. Üretimde kullanılan ısıtma potasının çalışma sistemi ve rezistanslarının sistem içerisindeki dağılımı

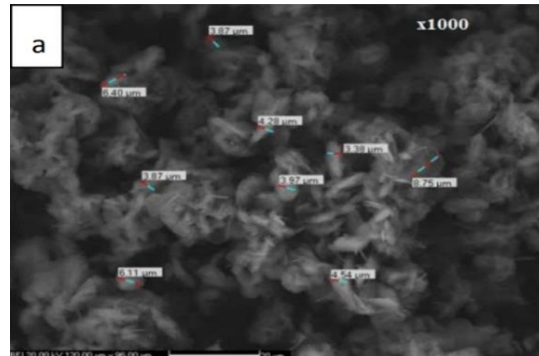
Deney numunelerinin imalatı için hazırlanmış olduğumuz ısıtma potası (Şekil 1) kontrol edilerek 80°C lik sabitleme sıcaklığının sağlanıp sağlanmadığı görmek için termostatlara kontrollerinin yapılmasının ardından, matris malzemesi polyesterin her bir numune için 200 ml ve katalizör olarak katılan B₂O₃ in % 5 (10 mg), %10 (20 mg) ve % 20 (40mg) miktarlarda hazırlanmıştır. İkinci katalizörümüz olan H₃BO₃ yine B₂O₃ de olduğu gibi % 5 (10 mg) ve % 20 (40mg) miktarlarda farklı bölmelere konularak hazırlığın ilk aşaması yapılmıştır. Deney aparatı içerisine 200 ml polyester konularak üretim aşaması başlamış ve deney aparatının 80°C ye kadar polyesterle birlikte çıkması sağlanmıştır. Daha sonra önceden miktarlarını ayarladığımız katalizörlerden %5 (10 ml) B₂O₃ matris polyester içerisine katılarak homojen bir karışımın sağlanabilmesi için ısıtma potası içerisinde 6 dk karıştırılmıştır. Polyester ve B₂O₃ in karıştırılmasının ardından 8 ml sertleştirici ilave edilip karıştırılmış ve bir sonraki aşama olan 12 ml kobalt ilave edilip karıştırılarak karışımımız hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım, önceden

hazırladığımız silindirik kalıplara dökülerek oda sıcaklığında katılaşması sağlanmıştır. Bu işlem sadece B₂O₃ oranlarının değiştirilmesiyle tekrarlanır, sertleştirici ve kobalt oranları değiştirilmez. İkinci katalizörümüz olan H₃BO₃ içinde bu işlem tekrarlandı. Yine %5- %10- %20 oranlarında ilave edildi, karışımın homojen ve daha etkili olabilmesi için çok iyi karıştırılması sağlandı. Sertleştirici ve kobalt (hızlandırıcı) oranları B₂O₃ deki oranlar ve miktarlar aynen uygulanmıştır. Kalıplar olarak yine silindirik kalıp kullanılmıştır.

3.Sonuçlar



Şekil 2. H₃BO₃ ait SEM görüntüleri (a: 1000 büyütme, b: 5000 büyütme) [18].

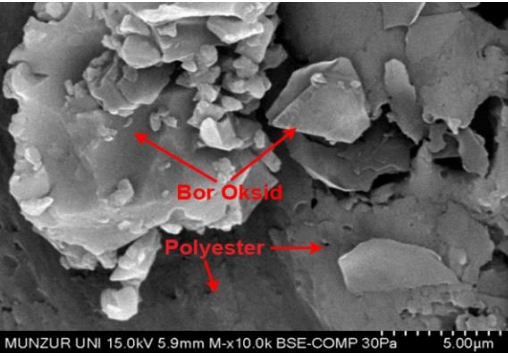


Şekil 3. B₂O₃ ait SEM görüntüleri (a: 1000 büyütme, b: 5000 büyütme) [18]. (devamı)

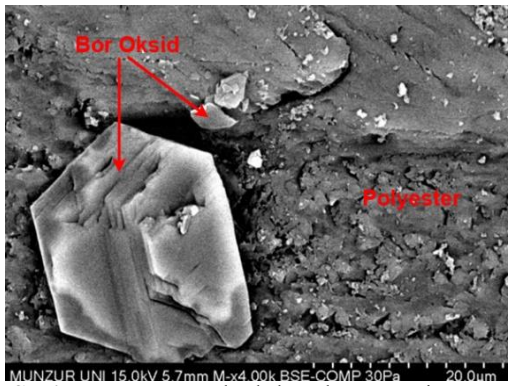


Şekil 3. B_2O_3 ait SEM görüntüleri (a: 1000 büyütme, b: 5000 büyütme) [18].

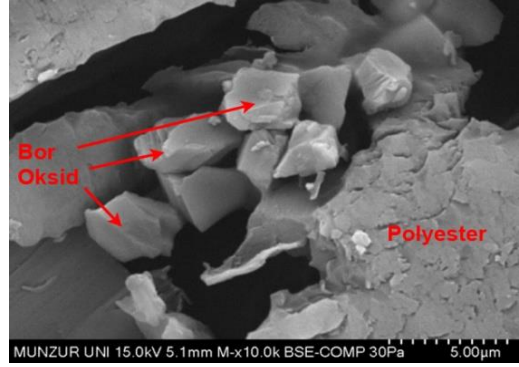
Şekil 4, 5 ve 6'da B_2O_3 katkılı numuneleri metalografik olarak incelediğimiz de katalizör olarak katılan B_2O_3 çözünme şartlarını (ısı ve çözücüler) oluşmadığı için polyester içerisinde çözünmeyip partiküller halinde kaldığı görülmüştür. Polyester bünyesinde bulunan bor oksidin farklı bir görev üslenerek, çeliklerde görülen karbürler (M_7C_3 , $M_{23}C_6$) gibi altıgen ve beşgen köşeli yapıyla malzemenin genelinde aşınmayı engelleyici bir rol üslenmiştir.



Şekil 4. % 5 B_2O_3 katkılı polyestere ait SEM görüntüsü

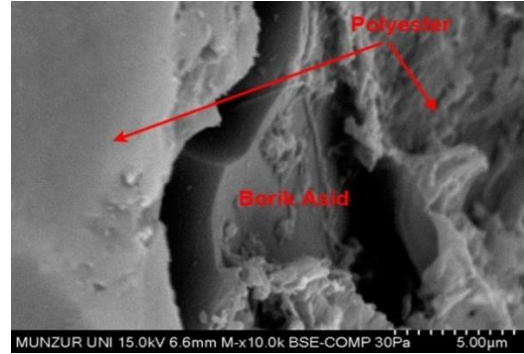


Şekil 5. % 10 B_2O_3 katkılı polyestere ait SEM görüntüsü

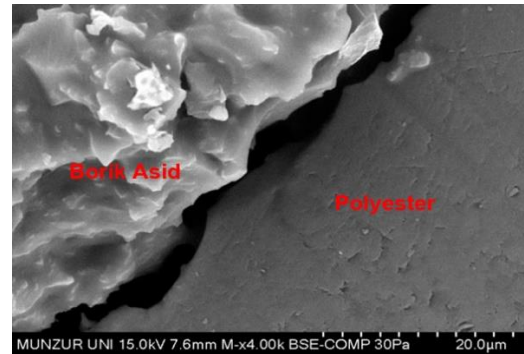


Şekil 6. % 20 B_2O_3 katkılı polyestere ait SEM görüntüsü.

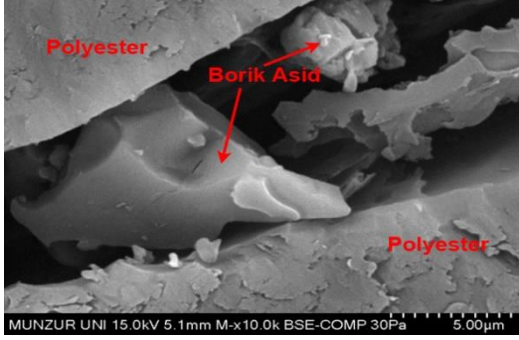
Şekil 7, 8 ve 9'da H_3BO_3 katkılı numunelere ait metalografik numuneleri incelediğimizde; bor oksit de olduğu gibi matris malzemesi olan polyesterin bünyesinde de çözünmediği görülmüştür. Yapılan analizler doğrultusunda H_3BO_3 bor okside göre daha fazla nüfuz ettiği fakat görüntülerin karbürleri benzemediği görülmektedir.



Şekil 7. % 5 H_3BO_3 katkılı polyestere ait SEM görüntüsü.



Şekil 8. % 10 H_3BO_3 katkılı polyestere ait SEM görüntüsü.

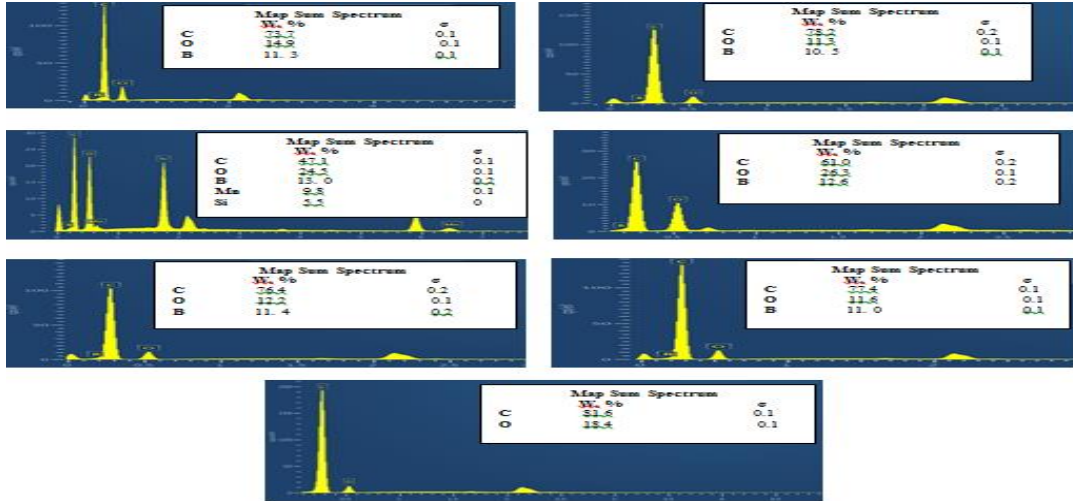


Şekil 9. % 20 H₃BO₃ katkılı polyestere ait SEM görüntüsü

Polyesterle B₂O₃ partiküllerinin bir birini sararak desteklemesi açısından baktığımızda ise; aslında bor oksit partiküllerinin polyester tarafından her ne kadar çözünmese de bünyesine aldığı makro incelemelerde görülmüştür. Partiküllerle, polyester arasındaki bağı

görebilmek için numunelerin metalografik görüntülerine baktığımızda polyesterle bor oksidin birlikte hareket etmeyerek yapı içerisinde bulunmuyormuş gibi görülmüş matris olarak kullandığımız polyesterin sünek bir malzeme olmasından dolayı, numune hazırlamak için yaptığımız kesme işlemi sırasında partiküllerin etrafını boşaltarak kendilerine bir alan açtıkları görülmüştür.

Katalizörlerin SEM de çekilerek EDS analizlerinin yapıldığı metalografik görüntüler incelendiğinde B₂O₃ ve H₃BO₃ polyester içerisine gömülerek özellikle krom içerikli çeliklerde görülen karbürler gibi bor oksidinde, karbürlerin hem şeklini hem de aşınmayı engelleyici görevini almıştır. Bu durum H₃BO₃ için geçerli olmayıp biraz daha yuvarlak partiküller olarak bünyede yer almıştır.



Şekil 10. Yedi farklı numuneye ait (B₂O₃ in % 5 (10 mg), % 10 (20 mg) ve % 20 (40mg) H₃BO₃ % 5 (10 mg), % 10 (20 mg) ve % 20 (40mg) EDS analiz sonuçları.

3.1. Numunelerin mekanik özelliklerinin incelenmesi

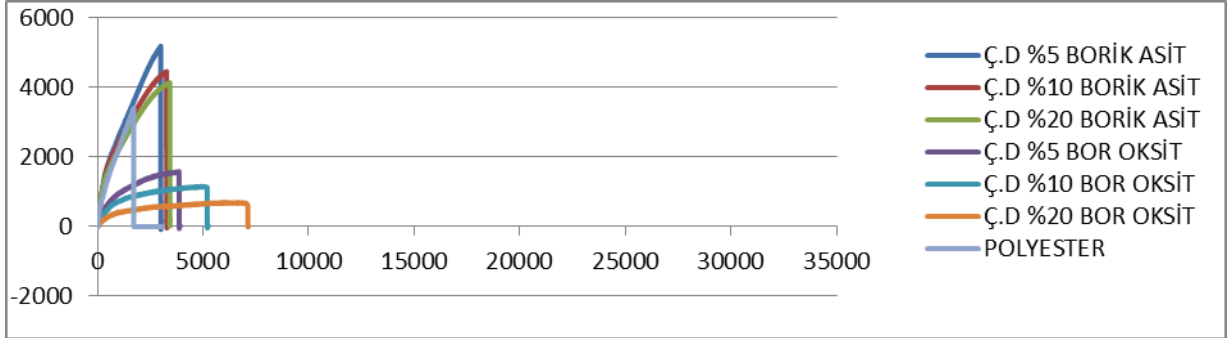
Bu çalışmada üretilen %5-10-15-20 B₂O₃ ve %5-10-15-20 H₃BO₃ katkılı polyesterlere mekanik özelliklerinin incelenmesi amacıyla çekme, basma ve üç noktalı eğilme testleri uygulanmıştır. Bu testler Shimodzu AG-IC 100 kN test cihazında gerçekleştirilmiştir. Test cihazı birbirine göre aşağı ve yukarı hareket edebilen, deney parçasının bağlandığı iki çene ve bunlara hareket ve kuvvet veren, bu iki büyüklüğü zaman mesafe vs. değerlendiren ünitelerden oluşur.

Çenelerden birisi sabit hızda hareket ettirilerek deney parçasına değişken miktarlarda çekme kuvveti uygulanır ve bu kuvvete karşılık gelen uzama ve gerilme kaydedilir.

Şekil 11' de farklı katalizörlerin (H₃BO₃ ve bor oksit) değişik oranlarda katılmasının çekme değerleri nasıl etkilediğine baktığımızda; çekme eğrisinde de görüldüğü gibi % 5 oranında ilave edilmiş H₃BO₃ in mekanik olarak daha etkili olduğu H₃BO₃ katkısının artırılmasının (%10-20) çekme dayanımına olumsuz etkilediği görülmüştür. B₂O₃ katkılı numunelerin çekme eğrilerini incelediğimizde ise olumlu yönde

katkısının hiç olmadığı görülmüştür. Polyesterin ise bir ara malzemeymiş gibi yer aldığı H_3BO_3

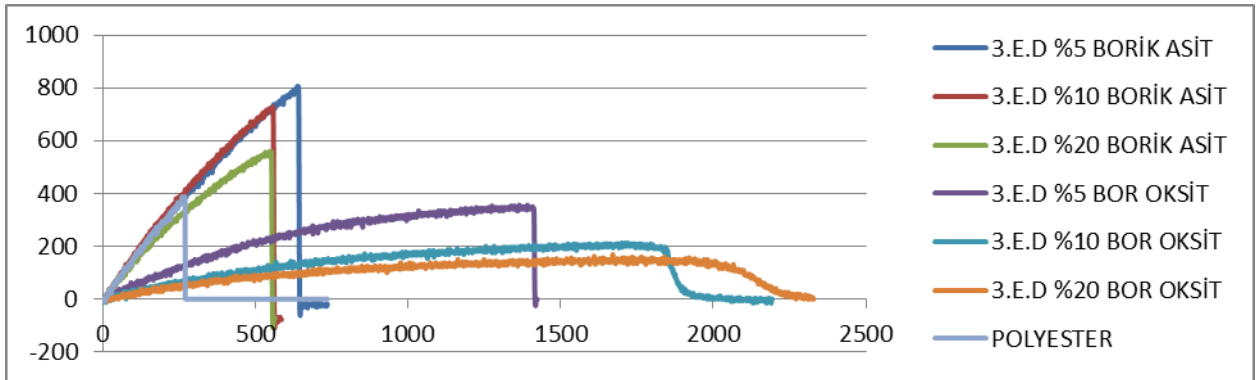
asidin olumlu katkısını ve bor oksidin olumsuz etkileri daha iyi gözlemlene imkanı vermiştir.



Şekil 11. Farklı bileşimdeki numunelere (polyester, %5-10-20 H_3BO_3 katkılı, %5-10-20 B_2O_3 katkılı) ait çekme eğrisi

Şekil 12' de üç nokta eğme testine tabi tutulan numuneleri incelediğimiz de ise H_3BO_3 ve B_2O_3 numunelerin % 5 in üzerinde ilave edilmesinin fayda yerine zarar verdiği,

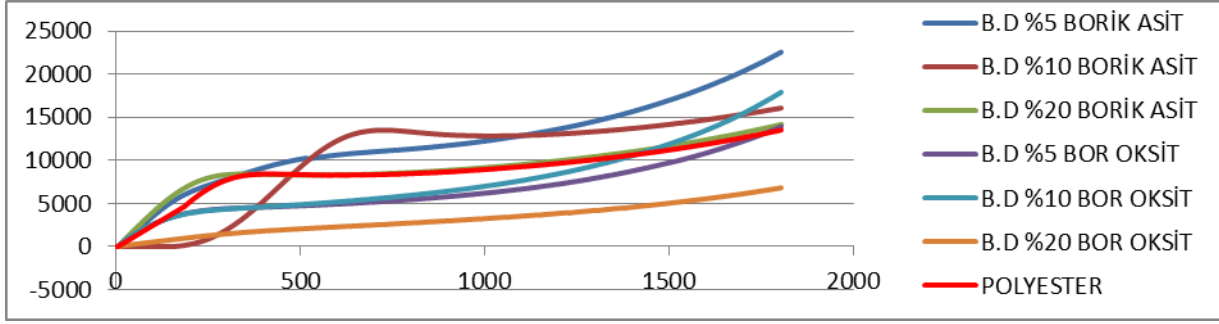
polyestere ilave edilen H_3BO_3 mekanik olarak faydalı olduğu, B_2O_3 in ise yine olumsuz etkileri gözlenmektedir.



Şekil 12. Farklı bileşimdeki numunelere (polyester, %5-10-20 H_3BO_3 katkılı, %5-10-20 B_2O_3 katkılı) ait üç noktadan eğme testi eğrisi.

Basma testine ait eğrileri şekil 13 de incelerken maksimum basma dayanımı ziyade akma bölgelerini baz aldığımızda H_3BO_3 katkılı numunelerimizin akma bölgesine kadar olan elastik şekil değişim bölgesinin daha fazla olduğu bu durumda malzemenin basma dayanımı yönünden olumlu sonuçlar oluşturduğu

görülmektedir. Maksimum basma dayanımının baz aldığımızda ise malzemenin plastik şekil değişimi sonrası yine H_3BO_3 numunelerin olumlu sonuçlarının yanı sıra, %10 B_2O_3 katkılı numunenin de basma dayanımına olumlu yönde etki ettiği görülmektedir.



Şekil.13 Farklı bileşimdeki numunelere (polyester, %5-10-20 H₃BO₃ katkılı, %5-10-20 bor oksit katkılı) ait basma eğrisi

4. Tartışma ve Öneri

Polyester malzemelerde farklı karışım oranlarında farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerin elde edilmesi nedeniyle yapılan çalışmalar farklı teknolojik malzemelerin üretimine öncülük etmesi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada katalizör olarak katılan B₂O₃ ve H₃BO₃ polyester üzerindeki etkileri incelenmiş olup, metalografik ve mekanik özellikleri açısından kullanılabilirliği, avantaj ve dezavantajları değerlendirilmiştir.

Katalizör olarak katılan bor ürünlerinin polyestere olan etkisini tespit etmek amaçlı yapılan bu çalışmada, öncelikli hedef polyestere katılma sıcaklığının üzerine çıkarak takviye elamanlarının biraz daha polyesterle etkileşimini arttırmak amaçlı bir ısıtma potası üretilmiştir.

Isıtma pompası, polyesterle katalizörlerin karıştırılması sırasında oluşabilecek hava kabarcıklarını gidererek en ideal numunelerin üretilmesine olanak sağlamıştır.

Bor oksit ve H₃BO₃, polyester içerisine mikron mertebesinde katıldığı için karışımda ve yapı içerisinde homojen dağılımı sağlanmıştır.

Mekanik test sonuçları incelendiğinde; B₂O₃ miktarı arttıkça polyestere dayanımın arttığı, H₃BO₃ miktarı arttığında ise dayanımın azaldığı tespit edilmiştir.

Ayrıca kullanılan bor ürünlerinin yalnızca metal malzemelerle birlikte değil plastik malzemelerde de kullanılabileceği gözlemlenmiştir.

Borun diğer minarelerinin polyester üzerine etkileri araştırılarak borun özellikle teknolojik yoğun üretimlerde kullanılması sağlanabilir.

Bu çalışmada yapılan çekme, basma ve üç noktalı eğilme testlerinin yanı sıra yorulma,

aşınma ve iletkenlik katsayılarının araştırılması hususu özellikle de gelişmekte olan kompozit malzeme çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

5. Kaynaklar

- 1.Sanjay, M.K. (2002). Composites Manufacturing, Materials, Product and Process Engineering, CRC Press, LLC, Florida, 315-326
- 2.Aycan, M. F. (2010). Yaşlandırma Isıl İşleminin SiC ve Al₂O₃ Parçacık Takviyeli Alüminyum Alaşımı Esaslı Kompozit Malzemelerin Mekanik Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 15-19.
- 3.Şahin, Y. (2000). Kompozit Malzemelere Giriş. Gazi Kitabevi, Ankara, 91-134.
- 4.Açıkbaş, G., Göçmez, H. (2017). Polyester Matrisli Kompozit Özelliklerine Vitriye Seramik Sağlık Gereçlerine Atık Miktarının Etkisi. Cilt.5, sayı.3, 138-145.
- 5.Adrian, P.P., Gheorghe, B.M. (2010). Manufacturing Process and Applications of Composite Materials. Fascicle of Management and Technological Engineering, vol.19: NR2.
- 6.Servet, T. (2014). The Determination Of Rheological And Mechanical Properties Of Aluminum Powder Reinforced Polypropylene. Ms.C. Thesis, Gazi University, Graduate School of Natural And Applied Sciences, Ankara.
- 7.Gültaş, A., Temel, S. (2013). Alüminyum Tozu Takviyeli Polipropilenin Takviye Oranına Göre Mekanik Özellikleri. 1st International Symposium on Plastic and Rubber Technologies and Exhibition, Ankara, vol.4, number.3, pp.147-158
- 8.Gültaş, A. (2016). Alüminyum tozu takviyeli polipropilenin viskozite değerlerinin incelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(3): 147-158.

- 9.Mamunya, Y.P., Zois, H., Apekis, L., Lebedev, E.V. (2004). Influence of pressure on the electrical conductivity of metal powders used as fillers in polymer composites. *Powder Technology*, **140**: 49-55.
- 10.Rusu M., Sofian N., Rusu D. (2001). Mechanical and thermal properties of zinc powder filled high density polyethylene composites. *Polymer Testing*, Vol.**20**: 409-417.
- 11.Bishay, I.K., Abd-El-Messieh, S.L., Mansour, S.H. (2011). Electrical, Mechanical and Thermal Properties of Polyvinyl Chloride Composites Filled with Aluminum Powder, *Material and Design*. Vol **32**: 62–68.
- 12.Sarıbıyık, M., Piskin, A., Sarıbıyık, A. (2013). The effects of waste glass powder usage on polymer concrete Properties. *Construction and Building Materials*, vol.**47**: 840–44.
- 13.Addemir, O. (2002). Bor Ürünlerinin Teknolojileri ve Türkiye'nin Durumu. I. Uluslararası Bor Sempozyumu, Dumlupınar, 15-20.
- 14.Erdoğan, Y. (2001). Borik Asit Fabrikasının Atıklarının Değerlendirilmesi. *K.T.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi*, sayı.**2**: 58-1
- 15.Dong, C., Davies, J.I (2012). Flexural properties of macadamia nutshell particle reinforced polyester composites. *Composites: Part B*, vol. **43**: 2751–56.
- 16.Acikbas, G., Acikbas, N.C., İkizek, E., Özel, M., Eker, A.S. (2014). Characterization of green epoxy matrix composites filled with ceramic wastes. 2nd International symposium on innovative technologies in engineering and science ISITES2014, Karabük Üniversitesi, Karabük, 597–606.
- 17.Pehlivan, T., Akbulut, A., Furat, Ç., Açıkbaş, G., Açıkgoz, Ç. (2013). Mermer atıkları ve çinko oksit/ külçe pirinç üretim tesisi cürufunun polyester matriksli kompozit malzemelerin özelliklerine etkisi. 2. Ulusal Kimya Mühendisliği Öğrenci Kongresi 2.UKMÖK, Ankara Üniversitesi, Ankara, 103-115.
- 18.Kıpçak, S. (2013). Çeşitli Magnezyum ve Bor Kaynaklarından Farklı Yöntemler ile Yapay Magnezyum Borat Üretimi ve Üretim Parametrelerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, .29.