T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

Farklı metaller ile floroborik asit reaksiyonu sonucu değerli floroboratların sentezlenmesi saflaştırılması ve fonksiyonel özelliklerinin araştırılması

Proje No:FGA-2024-9521

Proje Türü
Genel Araştırma Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Dr. Öğr. Üyesi Levent NURALIN
Kimya Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi

Araştırmacının Adı Soyadı
Birimi/Bölümü

Prof. Dr. Metin GÜRÜ
Kimya Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi
Doç. Dr. Neslihan BAL
Biyoloji Bölümü/Fen Fakültesi
Yunus Ceyhun Yücel
Fen Fakültyesi Biyoloji Bl YL Tez Öğrencisi

Ekim 2025

ANKARA

TEŞEKKÜR

FGA-2024-9521 proje numarası ile bu projenin tüm gerekli teçhizat ve sarf malzemelerin teminini sağlayan Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz. Projemizin tüm aşamalarında katkılarını esirgemeyen kıymetli hocamız Prof. Dr. Metin GÜRÜ'ye, Bor ve ürünleri konusunda bilgilerini bizlerle paylaşan Doç Dr. Murat BİLEN'e ürün karakterizasyonu için katkı sunan Yük. Kim. Müh. Cem TAŞDEMİR'e ve proje ile elde edilen Nikelfloroborat kimyasalının biyolojik fonksiyon testlerini planlayan Doç. Dr. Neslihan BAL'a ve uygulamada yardımcı olan yüksek lisans öğrencisi Yunus Ceyhun Yücel'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET ……..	5
ABSTRACT…….	5
1. GİRİŞ……...	6
2. Genel Bilgiler……..	6
3. Gereç ve Yöntem…….....	7
3.1 Yaş yöntemle nikel tetrafloroborat sentezi……...	7
3.2 Yaş yöntemle sentezlenen ürünlerin kurutma işlemleri……..…..	7
3.3 Karekterizasyon……..……..	8
4. Bulgular ve Tartışma……..	8
5. Tartışma Sonuç……	10
Referanslar…….....	11
Ekler…….	12
Ek 1. Ticari nikel tetrafloroborat ve optimum koşullarda sentezlenen nikel tetrafloroboratın karşılaştırmalı XRD grafiği…….....	12
Ek 2. Farklı deney koşullarında sentezlenen nikel tetrafloroboratın karşılaştırmalı FT-IR spektrumları…….....	13

Çizelge Listesi

Çizelge 1. Deneyde kullanılan kimyasallar ve özellikleri…….	7
Çizelge 2. ICP-OES analiz sonuçları ve $NiBF_4$ verimleri…….....	9

Resim Listesi

Resim 1. Farklı parametreler kullanılarak sentezlenen ürünler……..	9

ÖZET

Bor ürünleri, farklı ve özgün fonksiyonel özellikleri nedeni ile günümüz dünyasında artan nitelikli üretim ve gelişen teknoloji için araştırmaya ve geliştirmeye değer bileşiklerdir. Özel bor ürünlerinden olan bor hidrürler, boratlar, boranlar, elementel bor ve floroboratlar bu fonksiyonel bor bileşiklerinden bazılarıdır. Floroboratlar; organik reaksiyonlarda katalizör olarak, malzeme alanında alev geciktirici katkı olarak, cam sanayinde optik özelliği geliştirici olarak, böcek ve mantarlara karşı da doğal pestisitler olarak kullanımları olan geniş kullanım alanına sahip bileşiklerdir. Floroboratlar aynı zamanda basılı devreler ve elektronik bileşenlerin üretiminde dağlayıcı madde olarak da kullanılmaktadır. Floroborik asit ile farklı metal formlu bileşiklerin sentezlenmesi yöntemi yangın geciktiricilik ve denizcilikte kullanılan antifouling boya üretiminde sıklıkla kullanılan uygulamalardır. Literatürde fenol ve floroborik asit reaksiyonundan sentezlenen fenil floroborat pigment olarak kullanılmış epoksi bağlayıcı ilavesi ile solvent bazlı antifouling boya üretilmiş fonksiyon testleri yapılarak yeni ürün geliştirilmiştir [1]. Bir başka bilimsel çalışmada kobalt oksit ve floroborik asit bileşikleri kullanılarak kobalt floroborat sentezlenmiş, LOI testleri ile alev geciktiriciliği incelenmiş, bu özelliği yönünden oldukça etkili ve kullanışlı bir bileşik olduğu yanmazlık/güç tutuşurluk gereken birçok alanda stabil özellikleri ile kullanılabileceği görülmüştür [2]. Proje kapsamında nikel floroboratın üretimi ve yaş metot ile üretime ait optimizasyon çalışmaları tamamlanarak SCI sınıfı bir dergide makale olarak sunulması için çalışmalar sürmektedir. Sentezlenen bu bileşiğin karakterizasyonu için gerekli XRD ve FT-IR çalışmaları yapılmıştır. Alev geçiktiricilik özelliğine ait deneysel planlama ve fonksiyon özelliğinin pamuklu kumaşlarda uygulanabilirliğine ait deneysel çalışmalar tamamlanmış ve pamuklu kumaşlara LOİ değeri % 35 olan yanmazlık özelliği kazandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bor bileşikleri, Nikel floroborat, Zirai mücadele, Yanmazlık, Güç tutuşurluk.

ABSTRACT

Boron products are compounds worthy of research and development for today's world of increasing quality production and advancing technology due to their diverse and unique functional properties. Boron hydrides, borates, boranes, elemental boron, and fluoroborates are some of these functional boron compounds. Fluoroborates are compounds with a wide range of applications, including as catalysts in organic reactions, as flame retardant additives in materials, as optical property enhancers in the glass industry, and as natural pesticides against insects and fungi. Fluoroborates are also used as etching agents in the production of printed circuits and electronic components. The synthesis of different metal-form compounds with fluoroboric acid is a method frequently used in the production of fire retardants and antifouling paints used in marine applications. In the literature, phenyl fluoroborate synthesized from the reaction of phenol and fluoroboric acid has been used as a pigment in solvent-based antifouling paint production with the addition of an epoxy binder, and functional tests have been conducted to develop new products [1]. In another scientific study, cobalt fluoroborate was synthesized using cobalt oxide and fluoroboric acid compounds, and

its flame retardancy was examined using LOI tests. It was found to be a highly effective and useful compound in terms of this property and could be used in many areas requiring non-flammability/flame resistance due to its stable properties [2]. Within the scope of the project, the production of nickel fluoroborate and optimization studies related to wet method production have been completed, and work is ongoing to submit an article to an SCI-class journal. The necessary XRD and FT-IR studies have been carried out to characterize this synthesized compound. Experimental planning related to flame retardancy and experimental studies on the applicability of its functional properties to cotton fabrics have been completed, and cotton fabrics have been imparted with a flame retardancy property with an LOI value of 35%.

Keywords: Boron compounds, Nickel fluoroborate, Agricultural control, Flame retardancy, Ignition resistance.

1. Giriş

Bu proje ile ülkemiz kaynaklarından katma değerli yeni bor ürünlerinin üretimi amaçlanmıştır. Bu proje ile kimya mühendisliği bölümü altyapısı ve projeden temin edilen BF_4^- analiz sistemi ile kimyasallar kullanılarak bor bileşiklerinden fonsiyonel özellikler göstermesi beklenen NiBF4 üretimi gerçekleştirilmiştir. Metal tuzları ve oksitleri kullanılarak borik asitten veya Floroborik asitten başlayarak sentez çalışmalarının tamamlanmasının planlandığı çalışma deneysel plana uygun olarak ve gerçekleştirilmiştir. Deneysel tasarımında uygulandığı planlama ile optimum üretim koşulları sıcaklı reaksiyon süresi ve NiO Floroborik asit mol oranları Bağımsız parametrelerinin optimizasyonu yapılmış ve uygun üretim şartları belirlenmiştir. Karakterizasyon testleri FT-IR ve XRD kullanılarak gerçekleştirilen deneyler sonrası referans olarak temin edilen NiBF4 maddesiyle mukayese edilmiş ve %92 saflıkta laboratuvar ölçeğinde üretim gerçekleştirildiği görülmüştür. Bunu ürünün fonksiyonun özellikleri için alev geciktiricilik özelliğine bakılmış ve pamuklu kumaşlarda LOİ indexi %35 lik alev dayanımı değeri elde edilmiştir.

2. Genel Bilgiler

Bor bileşiklerinin sentezi ve katma değerli ürünler olarak ticari potansiyele sahip olması temel hedef olarak benimsenmiştir. Bor kaynaklarının bu amaçla metal floroboratların üretimi ile ilgili ulusal düzeyde yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bilimsel bir çalışmada yaş yöntem ve mekanokimyasal yöntem ile sodyum floroborat sentezlenmiş ve LOİ testi sonucu sodyum floroboratın yüksek alev geciktirici özelliğe sahip olduğu görülmüştür [3]. Bir başka araştırmada ise kalsiyum floroborat bileşiği benzer bir metot ile sentezlenmiş ve kalsiyum floroborat kullanılarak tekstil ürünlerinde güç tutuşurluk özelliği araştırılmıştır [4]. Yaş metotlar yöntem olarak uygulama kolaylığı atmosferik çalışma şartları gibi avantajları ile ekonomik metotlardır. Sentez sonrası saflaştırma çalışmaları için literatüre ait veriler incelenmiş ve reaksiyon parametrelerinin seçimi bu literatür ışığında seçilmiştir. Karekterizasyon için literatüre uygun olarak FT-IR analizi ile uygun sentezin yapılıp yapılmadığı, XRD ile ürün yapısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu proje geçmiş araştırmalar ışığında uygun yaş metodun geliştirilmesi ve reaksiyon şartlarının optimizasyonu ile yeni ürün geliştirilmesini gerçekleştirilmiştir. Bu proje ile üretilen nikel floroborat kimyasalı ülke kaynaklarının kullanımına, katma değerli ürün üretimine, bu ve benzer ürünlerin ithalatının

azalmasına destek olacağı öngörülmektedir. Bu araştırma sonrası biri uluslararası diğeri ulusal 2 sempozyumda projeye teşekkür edilmiştir. SCI yayınımız ise hazırlanmaktadır.

3. Gereç ve Yöntem

Nikel tetrafloroborat sentezi, yaş yöntem üretim metodu ile Eşitlik (1) de yer alan reaksiyon denklemine göre gerçekleştirilmiştir. Farklı miktarlarda nikel oksit ve floroborik asit reaktant olarak kullanılmıştır.

$NiO + 2\ HBF4 \quad Ni(BF4)2 + H2O$ (1)

Yapılan deneysel çalışmada kullanılan kimyasallar ve özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneyde kullanılan kimyasallar ve özellikleri

Kimyasal	Alınan Firma	Saflık
NiO	Acros Organics	%97
HBF_4	Acros Organics	%50
$NaBF_4$	abcr	%98
$Ni(BF_4)_2$	Acros Organics	%98

3.1 Yaş yöntemle nikel tetrafloroborat sentezi

Yapılan bu çalışmada nikel tetrafloroboratın yaş yöntem üretim metoduna göre üretimi amaçlanmıştır. Katı reaktif nikel oksit ile kuvvetli asit olan floroborik asit deney sistemi ile reaksiyon vermişlerdir.

Ekzotermik reaksiyon koşullarında yüksek sıcaklıkta buharlaşan floroborik asitin çevreye yaydığı zararlı gazların etkisini azaltmak ve buharlaşan floroborik asiti sisteme tekrar kazandırmak için geri soğutuculu bir sistem düzeneği tasarlanmıştır. Reaktör kabı içerisine belirlenen miktarda floroborik asit tartılıp eklenmiştir. Manyetik karıştırıcılı ısıtıcı ile bu asit ısıtılmış ve istenen sıcaklığa geldiğinde reaksiyon balonuna nikel oksit eklenerek deney başlatılmıştır. Deney sonunda sentezlenen çözelti halinde bulunan ürün soğutulmuş ve kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Deneylere farklı mol oranı, sıcaklık ve süre gibi parametrelerin varlığında yüzey cevap metoduna göre yapılan optimizasyon çalışmasına göre tamamlanmıştır.

3.2 Yaş yöntemle sentezlenen ürünlerin kurutma işlemleri

HBF4/ NiO mol oranı 4:1, 8:1, 12:1 , sıcaklığın 30°C, 60°C, 90°C , sürenin 20,60 ve 100 dakika olarak belirlendiği deney koşullarında reaksiyonlar tamamlandıktan sonra oluşan sulu çözeltiler kurutma işlemlerine tabi tutulmuştur. Sıcaklığın 30°C ve 60°C olduğu deneylerde reaktant olarak kullanılan nikel oksitin varlığı çökelti oluşturması sonucunda elde edilen çözeltiler süzülmüş ve sıvı fazı kurutulmuştur. 90°C sıcaklıkta gerçekleşen deneyler

sonucunda çökelti oluşmaması nedeni ile süzme işlemine gerek kalmaksızın kurutmaya alınmıştır. Kurutma işlemi için sırasıyla liyoflizatör cihazı ve vakum etüvü kullanılmıştır.

3.3 Karekterizasyon

Reaksiyon sonucu sentezlenen ve toz haline getirilen katı numunenin kristal yapısının karakterizasyonu GNR Marka APD 2000 Pro Model XRD cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analiz; X ışını kaynağı Bakır (Cu) kullanılarak, 1,5406 A° dalga boyunda ve θ-2θ dedektör dönme açısında 10-80 aralığında gerçekleştirilmiştir.

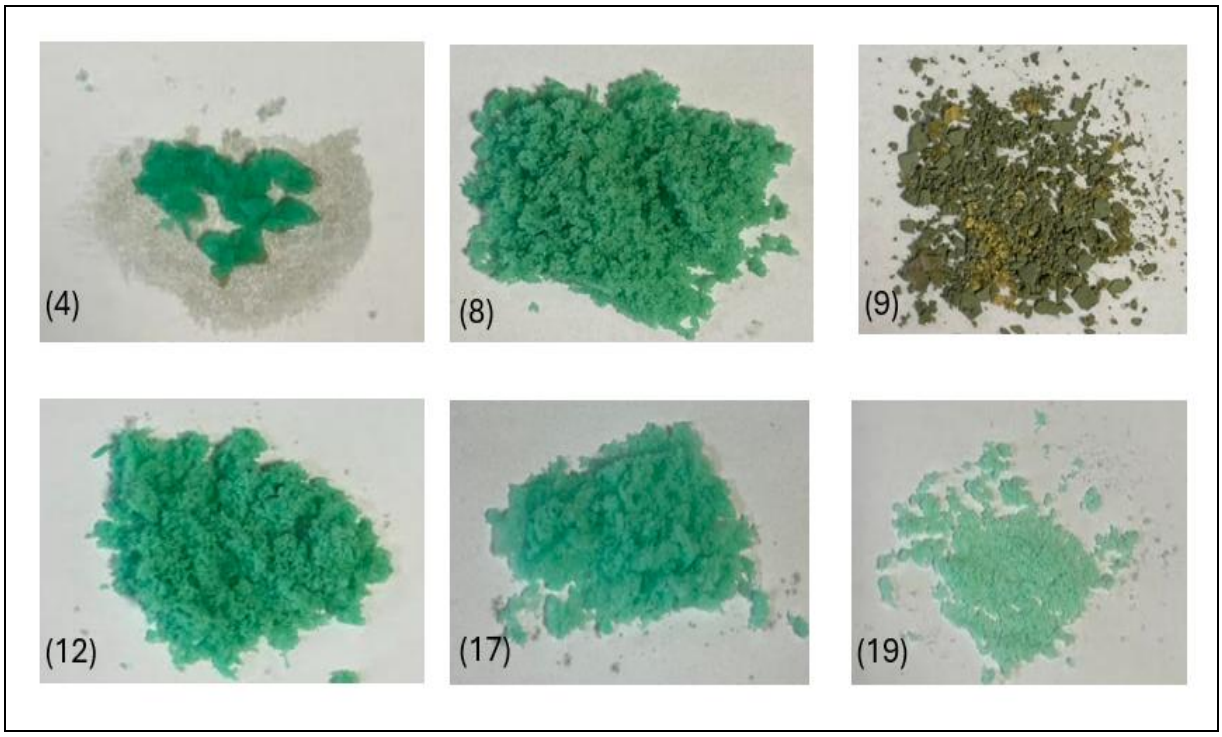
Sentezlenen ürünlerin belirlenen sabit bir konsantrasyonundaki çözeltilerinde bulunan Bor ve Ni elementlerine ait elementel analizi Agilent Marka 5800 serisi ICP-OES cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sentez aşamasında gerçekleştirilen deneyler sonucunda çözelti içerisindeki floroborat (BF_4^-) iyon konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla Mettler Toledo S220 iyon metre, DX287 BF_4^- iyon seçici elektrot ve referans elektrot kullanılmıştır. Ölçüm sonucu iyon metrede okunan değer ile floroborat (BF_4^-) iyon konsantrasyonunu ve çözeltideki miktarları hesaplanmıştır.

Deneyler sonucunda ürünlerin yapısal karakterizasyonları Shimadzu marka IRSpirit-X serisi FT-IR spektrometre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler 4000-400 cm^{-1} dalga sayısı aralığında gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen numunelerin bağ yapılarının incelenmesinde FT-IR spektrumlarından yararlanılmıştır.

4. Bulgular ve Tartışma

Deneysel tasarım ile gerçekleştirilen sentez çalışmalarına ait seçilmiş 6 deneye ait elde edilen ürünler Resim 1 de verilmiştir. Sıcaklığın 30°C ve 60°C olduğu deney şartlarında ürün fazında nikel oksit varlığı ve kristallerin çok az oluştuğu gözlemlenmiştir.



Resim 1. Farklı parametreler kullanılarak sentezlenen ürünler

Elde edilen veriler kullanılarak reaksiyon verimi hesabı yapılmıştır. Verim hesabında; ICP-OES analiz sonuçlarına göre elde edilen nikel ve bor konsantrasyonları ile ürünlerin seyreltme miktarları kullanılarak ilk çözeltideki bor ve nikel miktarları bulunmuştur. Ardından Eşitlik (1)'de verilen denkleme göre, nikel oksite kıyasla fazla miktarda kullanılan floroborik asitten sisteme geçebilecek bor miktarının, ICP analiziyle elde edilen bor sonuçlarını kontrol edilemeyecek şekilde etkileyebileceği göz önünde bulundurularak, sentez sonucu oluşan nikel tetrafloroborat miktarı, ICP analizi ile belirlenen elementel nikel miktarları esas alınarak hesaplanmıştır. Reaksiyon verim hesabı ve analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. ICP-OES analiz sonuçları ve $NiBF_4$ verimleri

Deney Numarası	Bor konsantrasyonu (ppm)	Nikel konsantrasyonu (ppm)	Reaksiyon Verimi (%)
1	19,71	4,66	0,13
2	10,77	6,22	0,18
3	18,04	21,21	6,14
4	13,82	7,62	61,13
5	20,17	1,4	0,12
6	22,4	1,37	7,93
7	18,76	3,53	0,20
8	25,31	34,57	98,07
9	18,91	1,95	5,64
10	16,71	0,85	4,92
11	16,75	2,37	0,21

12	19,85	23,66	68,52
13	18,87	17,08	1,98
14	21,76	1,14	6,60
15	18,42	1,55	8,97
16	17,41	13,02	5,66
17	19,51	9,04	78,59
18	19,37	1,1	6,37
19	19,9	8,93	77,63

Yüzey cevap metoduna göre elde edilen verimler ile design expert program çıktıları incelendiğinde en yüksek saflıkta sentez çalışması için programın öngördüğü verim %91,423 olurken bu çalışma için optimum koşular sıcaklığın 90°C, floroborik asit ve nikel oksit mol oranının 4:1, sürenin 100 dakika olarak ayarlandığı deney şartları olduğu görülmüştür.

5. Tartışma Sonuç

Yüzey cevap metoduna dayalı optimizasyon çalışmalarında sıcaklık, mol oranı ve süre bağımsız değişkenler olarak, verim ise cevap değişkeni olarak belirlenmiştir. Metodun önerdiği deneysel tasarıma göre deneyler gerçekleştirilmiş, optimum koşullar belirlenirken üretilen madde miktarından yapılan verim hesabı dikkate alınmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen çözelti halindeki nikel floroborat numuneleri belirli oranlarda seyreltme işlemine tabi tutulduktan sonra elementel bor ve nikel miktarlarını ppm cinsinden tespit edebilmek için ICP-OES analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen veriler kullanılarak verim hesabına geçilmiştir. Yüzey cevap metodu ile yapılan optimizasyon sonucunda optimum koşullar reaktant mol oranının (nHBF4/nNiO) 4:1, sıcaklığın 90°C ve deney süresinin 100 dakika olduğu durumda elde edilmiştir. Optimum koşullara göre verim %98 olarak bulunmuştur. ICP-OES analiz sonuçlarına göre hesaplanan verim ile ürünün kurutma işlemleri sonrasında yapılan katı verim hesabının birebir uyuştuğu görülmüş ve analizin çok yüksek doğrulukta gerçekleştiği tespit edilmiştir. Optimum koşullarda sentezlenen nikel floroborat ve ticari olarak temin edilen nikel floroborat kristallerinden aynı miktarda alınıp belirli konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmış ve BF_4^- iyon seçici elektrot kullanılarak iyon konsantrasyonları ölçülmüştür. Yapılan karşılaştırmalı hesaba göre sentezlenen numunenin %89,5 saflıkta olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın son aşamasında optimum şartlarda üretilen nikel floroboratın pamuklu kumaşlarda alev geciktiriciliği araştırması yapılmış ve 200 g/L, 300 g/L, 400 g/L konsantrasyonlarda emdirme işlemi yapılmış kumaş numunelerinin LOI değerleri sırasıyla %30, %33 ve %35 olarak bulunmuştur. Çözelti konsantrasyonunun artmasıyla LOI değerinin de arttığı ve nikel floroboratın da etkin bir alev geciktirici özelliği sahip olduğu görülmüştür.

Projenin öneri aşamasında ortaya konulan araştırma hedeflerinde bulunan yaş metot ile nikel floroboratın sentez optimizasyonu hedefine, karekterizasyon çalışmalarının tamalanması hedefine, alev geciktiricilik testlerinin yapılması hedeflerine ulaşılmıştır. Projenin öneri aşamasında belirtilen biyolojik uygulamalar ve böcek kovucu fonksiyon özelliğine ait çalışmalarımız Doç. Dr. Neslihan BAL'ın koordinesinde sürmektedir. Yine proje önerimizde bahsettiğimiz sempozyum hedefleri için özet metni proje kodu kayıtlı Gazi Üniversitesi bap

birimine teşekkürü içeren 2 adet sempozyum gerçekleştirildi. Hedeflenen en az bir adet SCI makale için ise hazırlıklarımız sürmektedir.

Projemize ait sonuçlar değerlendirildiğinde, floroborik asitin doğası gereği yüksek tahriş kapasitesine uygun sistem, reaktör kabı, geri soğutucu, vakum etüv kullanmanın gerekliliği belirtilmelidir. Ayrıca benzer projelerde çeşitli fonksiyon testlerinin aranması ve sonuçlarından bilimsel makaleler üretilmesi, farklı floroboratların sentezi ve maliyet analizlerinin yapılarak üretimi teşvik edici sonuçların alınması da yeni projelerde dikkat edilmesi gereken noktalardır.

Demirbaş Formu: Bütün proje yürütücüleri tarafından doldurulmalıdır**.** Projeden herhangi bir demirbaş ***alınmamışsa*** proje yürütücüsün imzası yeterlidir. (Projede demirbaş alınmamıştır.

Referanslar

[1] Olgun Ş., Gürü M., Aydın D. Y. ve Ertürk A. A., "Fenol ve bor esaslı çevre dostu pigmentin deniz araçlarında boya olarak kullanılabilirliği", Journal of Polytechnic, 26(1): 215-221, (2023).

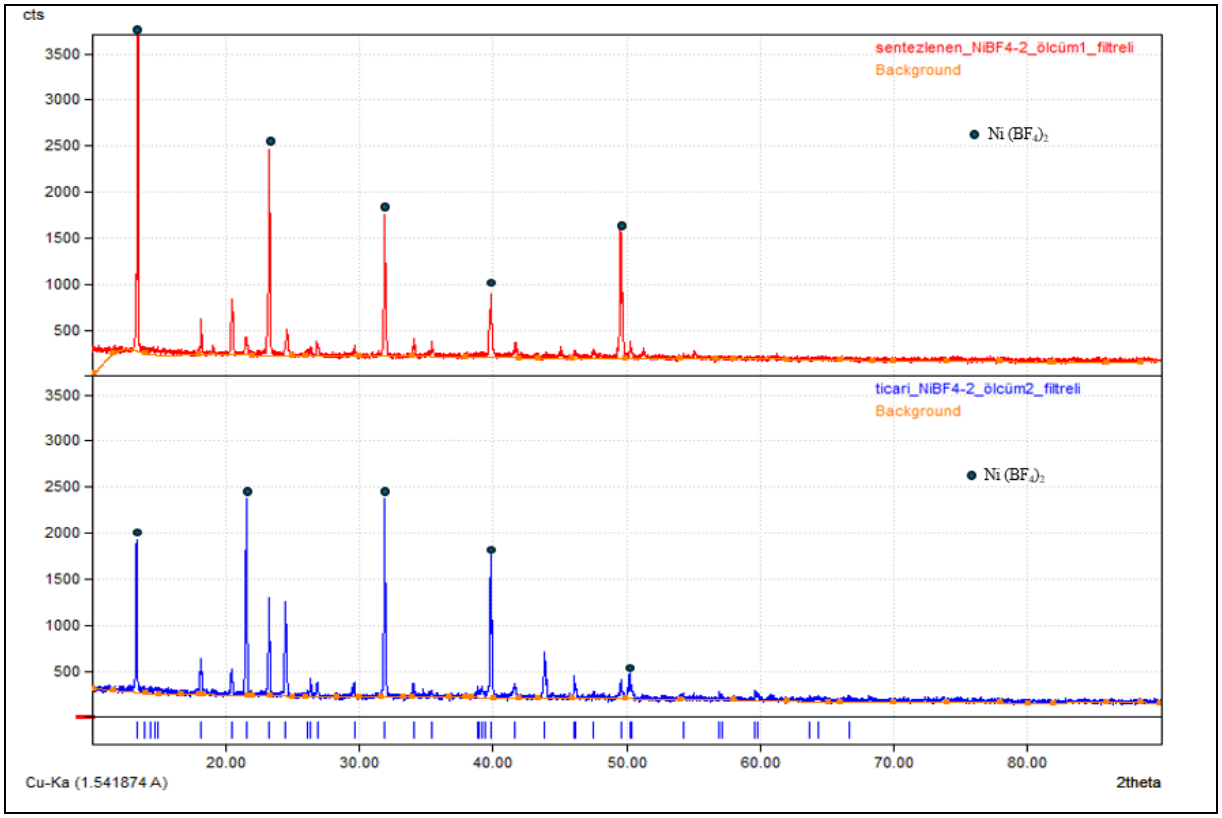
[2] Biberoğlu, R. (2020). Kobalt floroborat sentezi ve alev geciktirici olarak kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[3] Arda,T. (2022).Sodyum floroborat sentezi, karakterizasyonu ve alev geciktirici olarak kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[4] Gürü, M., Güngör, G., Yılmaz Aydın, D., Çakanyıldırım, Ç. (2021). Kalsiyum floroborat sentezi, kinetik ve alev geciktirici özelliklerinin belirlenmesi. Journal of Boron, 6(3), 326-331. https://doi.org/10.30728/boron.880116

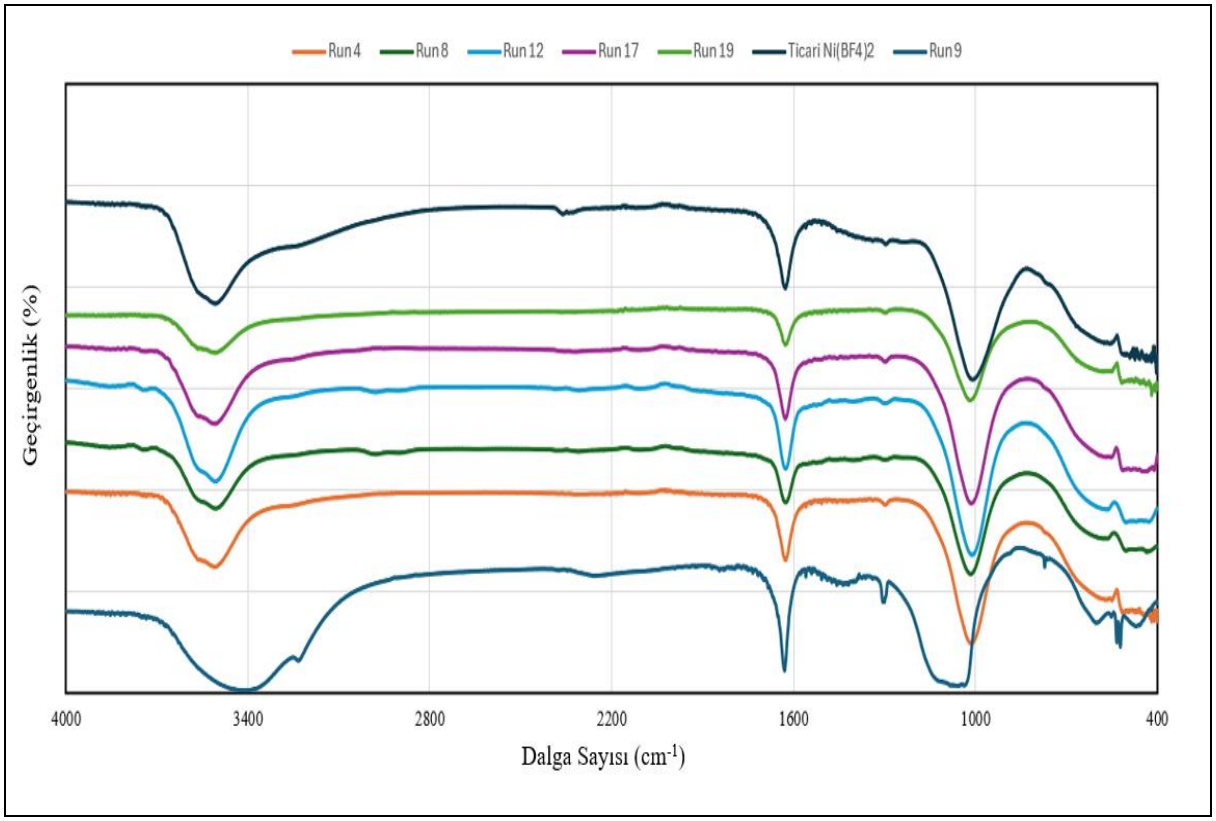
Ekler

Ek 1.



Ticari nikel tetrafloroborat ve optimum koşullarda sentezlenen nikel tetrafloroboratın karşılaştırmalı XRD grafiği

Ek 2.



Farklı deney koşullarında sentezlenen nikel tetrafloroboratın karşılaştırmalı FT-IR spektrumları

Gazi Üniversitesi

Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi

DEMİRBAŞ ORTAK KULLANIMA AÇMA FORMU

PROJE BİLGİLERİ

Projenin Başlığı	Farklı metaller ile floroborik asit reaksiyonu sonucu değerli floroboratların sentezlenmesi saflaştırılması ve fonksiyonel özelliklerinin araştırılması
Proje Kodu	FGA-2024-9521
Proje Yürütücüsü	Dr. Öğr. Üyesi Levent NURALIN
Proje Türü	GAP
Demirbaş	VAR ☐ YOK * ☒

Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine

Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen projeden alınmış olan ürünler tüketim malzemesi olup Demirbaş içermemektedir.

Proje Yürütücüsü Levent NURALIN Unvanı Adı Soyadı Dr. Öğr. Üyesi imza	Taşınır Kayıt Sorumlusu Unvanı Adı Soyadı imza

Fakülte Dekanı

Unvanı Adı Soyadı

Mühür ,imza

**Cevabınız yok ise bu formun proje bilgileri kısmı proje yürütücüsü tarafından doldurulup imzalanarak sisteme yüklenmelidir.*

*** **Madde 25**. (1) Projeler için BAP Koordinasyon Birimince sağlanan makine, teçhizat ve donanımların mülkiyeti Birime aittir. Söz konusu makine, teçhizat ve donanımlar, ilgili proje tamamlanıncaya kadar proje yürütücülerinin kontrol ve kullanımındadır; bunların korunmasından, bakım ve onarımdan proje yürütücüleri sorumludur. Tamamlanan projelere ait, özellik arz eden makine ve teçhizatlar ise ihtiyaç duyan üniversitemiz araştırmacılarının kullanımına açıktır. BAP Komisyonu, bu tür makine ve teçhizatlar ile ilgili olarak, ortak bir alanda kullanıma sunulmaları, başka projelerde kullanılmak üzere geri alınmaları veya gerekli göreceği diğer tasarruflarda bulunmaya yetkilidir.*

****Bulunduğu Enstitü, Fakülte, Yüksekokul vs. yazılmalıdır.*

*****Bulunduğu yer belirtilmelidir.(Örnek: Edebiyat fakültesi Ziya Gökalp salonunda)*