TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Düşük Maliyetli Nano Bor Karbür ile Sentezlenen Boya ve Kompozit Malzemelerin EMR Zırhlama Özelliklerinin İncelenmesi

TAKIM ADI: KompoPlaka

KATEGORİ: Sağlık ve İlk Yardım

Başvuru ID: #447803

TAKIM SEVİYESİ: Lise

DANIŞMAN ADI: Pınar Sabaz

İçindekiler

1.Proje Özeti 3
2.Problem/Sorun: 3
3. Çözüm 4
4.Yöntem 4
4.1 Bor Karbür Sentezi 4
4.2 Bor Karbürün Nano Boyuta İndirgenmesi 4
4.3 Bor Karbür/Nano Bor Karbür Polivinil Alkol (PVA) Kolloidal Silika Kompozitlerinin Sentezi. 4
4.4 Bor Karbür İçerikli Boya Malzemelerinin Sentezi 5
4.5 Sentezlenen Malzemenin Elektromanyetik Radyasyon Zırhlama Özelliklerinin İncelenmesi..... 5
4.6 Malzemelerin Absorplama Yeteneklerine Göre En Uygun Maddenin Seçilmesi ve Verilerin Toplanarak Analiz Edilmesi 5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü 6
6. Uygulanabilirlik..... 6
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması 7
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar): 8
9. Riskler 8
10.Kaynaklar..... 8

1.Proje Özeti

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte günlük hayatta kullandığımız elektronik cihazların (telefon, saç kurutma makinesi, wi-fi modem vb.) sayısı giderek artmaktadır. Bu cihazlar bizlere birçok alanda fayda sağlasalar da yaydıkları elektromanyetik radyasyon bizlere zarar verme potansiyeline sahiptir. Artan elektromanyetik radyasyonun dozu ve maruz kalınma süresi, çeşitli sağlık problemlerine yol açmaktadır. Bu zararlar kısa vadede stres ve yoğun baş ağrılarına; uzun vadede ise kanser ve türevi hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır. Biz de bu sorunlara çözüm bulmak adına radyasyondan korunmada en etkili yöntemlerden biri olan zırhlama prensibinden faydalanarak elektronik cihazlar tarafından yayılan elektromanyetik radyasyonu yüksek oranda absorbe edebilen yeni nesil, sürülebilir, yüksek ısı dayanımına sahip, su geçirmez kompozit ve nanokompozit malzemeler geliştirdik. Malzemelerimizden bor karbür, borik asit ve mannitolun kullanıldığı alternatif bir sentezleme süreciyle piyasadakinden çok daha ucuza mal edilmiştir. Elde edilen bor karbür nano boyuta indirgenmiştir. Bor karbür, Polivinil Alkol (PVA) ve kolloidal silika ile kompozit malzeme; nano boyuttaki bor karbür, PVA ve kolloidal silika ile nanokompozit malzeme sentezlenmiştir. Üretilen bu iki malzemeye TiO2 eklenerek boyar kompozit ve nanokompozit malzeme üretilmiştir. Üretilen boyar malzemeler sayesinde maddenin kullanım alanlarının arttırılması amaçlanmıştır. Elektromanyetik radyasyon kaynağı üzerine jel kıvamı sayesinde kolayca uygulanabilen bu kompozit ve nanokompozit malzemeler sayesinde elektronik cihazlardan yayılan bu radyasyon, en çok %97,19 oranında, ortalama %82,69 oranında absorbe edilebilmiştir. Bor karbürün nano boyuta indirgenmesiyle EMR daha yüksek oranlarda absorbe edilmiştir. Bu durum, fizikteki ‘’Kuantum Size Etkisi’’ ile doğrudan bağlantılıdır.

2.Problem/Sorun:

Elektronik cihazlar tarafından yayılan EMR doz açısından az gibi gözükse de uzun zaman boyunca sürekli maruz kalındığında kanser ve türevi hastalıklara, DNA ve hücrelerimizin zarar görmesine, kalp rahatsızlıklarına, beyin hücrelerinde ölüm ve beyin tümörüne, embriyo gelişiminin zarar görmesi gibi hastalıklara; kısa süreli maruz kalınmalardaysa baş ağrısı, stres gibi sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Yaptığımız araştırmalar sonucunda bu radyasyonun zararlarının bilinmesine rağmen maruz kalınımı azaltmaya yönelik yeterli önlemlerin alınmadığını ve bu radyasyondan korunmak için yapılan diğer çalışmalarda kullanılan malzemelerin günlük yaşamda hem uygulanabilirliğinin zor olması hem de maliyet açısından yüksek olmaları nedeniyle kullanımlarının verimsiz olduğunu sonucuna ulaştık. Bu radyasyondan korunmada etkili yöntemlerden olan elektronik cihazlarla aramızdaki mesafeyi arttırma ve bu cihazların kullanım süremizin azaltılması bu soruna yalnızca kısa süreli çözüm sağlayacak ve günümüz şartları ele alındığında pandemi döneminde iş, eğitim gibi alanlarındaki ihtiyaçların bizleri bu cihazları daha fazla kullanmaya yöneltmesi nedeniyle bu çözümler yetersiz kalacaktır. Ek olarak elektronik cihazların kullanımları sonucunda karşılaştığımız

problemlerden bir tanesi de ısınma sorunudur. Isınan cihazlar zaman geçtikçe daha fazla EMR ve manyetik alan oluşturmaktadır.

3. Çözüm

Günlük hayatımızın artık ayrılmaz bir parçası haline gelen elektronik cihazların (telefon, saç kurutma makinesi, wi-fi modem vb.) yaydığı elektromanyetik radyasyon, yukarıda yazılan birçok sağlık problemine ve insan vücudu için bir takım olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Bu tür yan etkilerin en aza indirgenmesi için üç farklı çözüm yöntemi vardır. Bunlar zaman, uzaklık ve koruyucu engeldir(zırhlama). Gündelik hayatta elektronik cihazlarla geçirdiğimiz zamanı azaltmak ve onlarla aramıza uzaklık koymak etkili çözümlerdir. Fakat bu iki çözüm yolu da gündelik hayatta bize birçok zorluk yaşatacak ve bizi kısıtlayacaktır. Bu yüzden bu soruna ek bir çözüm getirmek için radyasyon engellemede en çok kullanılan zırhlama (kalkanlama) prensibinden yararlanarak bu tür cihazları, projemizde ürettiğimiz kompozit ve nanokompozit malzemelerle kapladık ve ölçümlerimizi yaptık. Böylelikle günlük hayatta karşılaşabileceğimiz birçok sorunu da çözmüş olduk. Ayrıca elektronik cihazların sıcaklığı arttığı zaman performansları ciddi anlamda düşmektedir. Nanokompozit ve kompozit malzemelerimizin içinde bulunan, yüksek ısı dayanımına sahip B4C ile bu soruna bir çözüm üretmiş olduk. Bu sorunu da çözerek cihazların performanslarının artmasını, cihazların daha konforlu ve uzun süreli bir kullanımını sağlamış olduk.

4.Yöntem

4.1 Bor Karbür Sentezi

Bor karbürün sentezlenmesi için bor türü olarak yerli borik asit; karbon türü olarak D (-)-Mannitol kullanılmıştır. Malzemeler hazırlanırken esterifikasyonu takip amacıyla stokiyometrik (nBA:nM ;C/B_2O_3=6) oranı kullanılmıştır. İlk etapta 0.5 M D (-)-Mannitol-saf su çözeltisi oluşturulmuş olup devamında 0.1 M Borik asit-saf su çözeltisi hazırlanmıştır. Mannitol-saf su çözeltisi 10 ml/dk hızında borik asit-saf su çözeltisi üzerine eklenmiştir. Oluşan yeni çözeltinin pH değeri 10'a ulaşana kadar kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) eklenmiş ve sıcaklık 80 ^oC de sabit tutulmuştur. Çözeltideki fazla su etüv cihazında buharlaştırılmış ve çözelti jel kıvamını almıştır. Oluşan jel 100 ^oC de 24 saat etüvde bekletilerek kurutulmuştur. Elde edilen maddenin kimyasal özelliklerinin anlaşılabilmesi ve FTIR analizlerinin yapılabilmesi için numuneler ayrılmıştır. Bor karbür sentezinin son aşamasında ürünler metal kroze içerisine konularak 1100-1200^oC aralığında 6 saat boyunca karbotermik indirgeme işlemine sokulmuştur. Sentezin önceki aşamalarında pH oranını ayarlamakta kullanılan kalsiyum karbonatın, borik asitle sentezi sonucu oluşabilecek fazları gidermek amacıyla hidroklorik asitsaf su çözeltisi kullanılarak yıkanıp etüvde bekletilmiş ve bor karbür sentezlenmiştir.

4.2 Bor Karbürün Nano Boyuta İndirgenmesi

Sentezlenen B_4C, Tungsten Karbür bilyalı öğütücüde (4/80 B_4C/Bilya (g/g))10 dakikalık sürelerle 750 rpm'de 3 kez arka arkaya öğütülerek nano boyuta indirgenmesi sağlanmıştır.

4.3 Bor Karbür/Nano Bor Karbür Polivinil Alkol (PVA) Kolloidal Silika Kompozitlerinin Sentezi

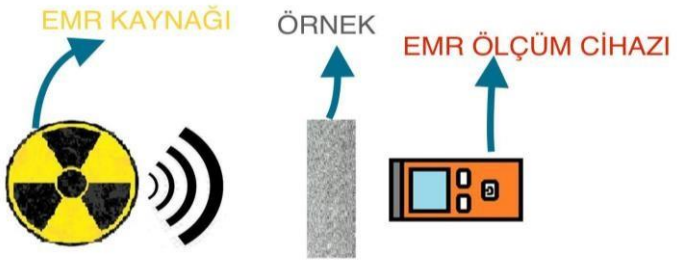
Sentezlenen nano boyutlu B_4C kompozit haline gelmesi için 100 ml saf suyun içerisine eklenen 8 g Polivinil alkol (PVA) çözülene kadar karıştırılmıştır. Elde edilen polimer solüsyonuna 20 ml 1 g bor karbür eklenmiş ve madde jel kıvamını alana kadar manyetik karıştırıcı kullanılarak karıştırılmıştır.

4.4 Bor Karbür İçerikli Boya Malzemelerinin Sentezi

Üretilen bor karbür, bağlayıcı olarak kolloidal silika kullanılarak boya haline getirilmiştir. Yapıya hem pigment malzemesi hem de su itici özellik kazandırmak için nano boyutlu TiO2 eklenmiştir.

4.5 Sentezlenen Malzemenin Elektromanyetik Radyasyon Zırhlama Özelliklerinin İncelenmesi

Sentezlenen kompozit malzemeler ve boya örnekleri katman halinde yüzeylere sürülerek EMR absorplama kapasiteleri telefon, televizyon, süpürge, wi-fi modem, bilgisayar, radyo, hoparlör, bluetooth kulaklık, saç kurutma makinesi üzerinde test edilmistir. Bu cihazlardan yayılan EMR oranları mikrotesla (µT) cinsinden ölçülmüstür.Radyasyon kaynağı ile cihaz arasında 15 ve 30 cm olmak üzere iki farklı mesafe aralığı kullanılmış ve EMR ortalamaları alınmıştır. Deneyde, kompozit malzeme kullanılmadan oluşan radyasyon seviyeleri ölçülmüs ardından oluşturulan kompozit, nano kompozit ve boyar maddeler yüzeylere uygulanarak testler gerçekleştirilmiştir.



4.6 Malzemelerin Absorplama Yeteneklerine Göre En Uygun Maddenin Seçilmesi ve Verilerin Toplanarak Analiz Edilmesi

Üretilen boya ve kompozit malzemeler yapılan testler sonucunda benzer absorbe etme özelliklerine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Üretilen nano boya ve nanokompozit malzemeler diğer boya ve kompozit malzemeye göre çok daha yüksek oranda EMR'u absorbe edebilmiştir.

Tablo-1: Kompozit Malzemenin Elektromanyetik Radyasyon Seviyelerinin µT Cinsinden Ölçümü

Cihazlar	15 cm Kontrol	15 cm Kompozit	15 cm Nanokompozit	30 cm Kontrol	30 cm Kompozit	30 cm Nanokompozit
Bilgisayar	17,19 µT	6,61 µT	3,41 µT	10,05 µT	4,01 µT	1,92 µT
Saç Kurutma Makinesi	19,89 µT	7,18 µT	2,97 µT	12,65 µT	5,16 µT	3,05 µT
Radyo	10,11 µT	3,11 µT	1,86 µT	6,81 µT	1,97 µT	1,02 µT
Hoparlör	3,92 µT	1,72 µT	0,95 µT	1,78 µT	0,71 µT	0,05 µT
Bluetooth Kulaklık	8,95 µT	3,06 µT	1,92 µT	4,32 µT	1,16 µT	0,83 µT
Süpürge	21,42 µT	5,67 µT	3,11 µT	16,19 µT	8,17 µT	2,13 µT
Televizyon	16,05 µT	5,98 µT	2,86 µT	9,82 µT	3,71 µT	1,19 µT
Wi-Fi Modem	25,17 µT	8,21 µT	3,19 µT	18,84 µT	8,73 µT	4,11 µT
Telefon	7,61 µT	2,79 µT	0,81 µT	4,32 µT	1,21 µT	0,79 µT

Tablo-2: Kompozit Malzemenin Elektromanyetik Radyasyon Absorplama Oranları

Cihazlar	15 cm Normal	15 cm Nano	30 cm Normal	30 cm Nano
Bilgisayar	%61,54	%80,16	%60,09	%80,89
Saç Kurutma Makinesi	%63,90	%85,06	%59,20	%75,88
Radyo	%69,23	%81,60	%71,07	%85,02
Hoparlör	%56,12	%75,76	%60,11	%97,19
Bluetooth Kulaklık	%65,81	%78,54	%73,14	%80,78
Süpürge	%73,52	%85,48	%49,53	%86,84
Televizyon	%62,74	%82,18	%62,21	%84,88
Wi-Fi Modem	%67,38	%87,32	%53,66	%78,18
Telefon	%63,33	%89,35	%71,99	%81,71

Tablo-3: Boya Maddesinin Elektromanyetik Radyasyon Seviyelerinin µT Cinsinden Ölçümü

Cihazlar	15 cm Kontrol	15 cm Normal	15 cm Nano	30 cm Kontrol	30 cm Normal	30 cm Nano
Bilgisayar	17,19 µT	7,12 µT	3,96 µT	10,05 µT	4,16 µT	1,90 µT
Saç Kurutma Makinesi	19,89 µT	7,35 µT	3,03 µT	12,65 µT	5,21 µT	3,01 µT
Radyo	10,11 µT	3,61 µT	1,92 µT	6,81 µT	2,13 µT	1,16 µT
Hoparlör	3,92 µT	1,83 µT	0,93 µT	1,78 µT	0,81 µT	0,09 µT
Bluetooth Kulaklık	8,95 µT	3,23 µT	1,94 µT	4,32 µT	1,20 µT	0,86 µT
Süpürge	21,42 µT	6,01 µT	3,15 µT	16,19 µT	8,26 µT	2,19 µT
Televizyon	16,05 µT	6,10 µT	2,89 µT	9,82 µT	3,83 µT	1,21 µT
Wi-Fi Modem	25,17 µT	8,61 µT	3,23 µT	18,84 µT	9,01 µT	4,08 µT
Telefon	7,61 µT	2,96 µT	0,93 µT	4,32 µT	1,26 µT	0,83 µT

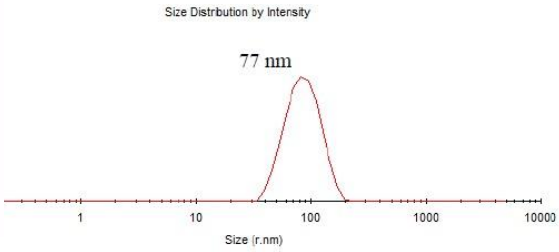
Tablo-4: Boya Maddesinin Elektromanyetik Radyasyon Absoplama Oranları

Cihazlar	15 cm Boya	15 cm Nano Boya	30 cm Boya	30 cm Nano Boya
Bilgisayar	%58,58	%76,96	%58,60	%81,09
Saç Kurutma Makinesi	%63,04	%84,76	%58,81	%76,20
Radyo	%64,29	%81,00	%68,72	%82,96
Hoparlör	%53,31	%76,27	%54,49	%94,94
Bluetooth Kulaklık	%63,91	%78,32	%72,22	%80,09
Süpürge	%71,94	%85,29	%48,98	%86,47
Televizyon	%61,99	%81,99	%60,99	%87,67
Wi-Fi Modem	%65,79	%87,16	%52,17	%78,34
Telefon	%61,10	%87,77	%70,83	%80,78

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Yaptığımız literatür taramaları sonucunda elektromanyetik radyasyona karşı alınan önlemlerin yetersiz olduğunu gözlemledik. Bu alanda yapılan diğer çalışmalarda kullanılan malzemelerin, yüksek maliyetli ve projemizde üretilen malzemeye göre çok daha ağır olması nedeniyle günlük hayata geçebilme olasılığının düşük olduğu sonucuna ulaştık. Ürettiğimiz malzemelerin jel kıvamında olması uygulanabilirlik açısından diğer yapılan çalışmalara göre daha kolaydır.

Bu projede yaptığımız kompozit ve nanokompozit malzemelerde kullandığımız bor karbürün üretiminde yüksek verimli alternatif bir yöntemden faydalanılmıştır. Bu sayede bor karbür çok daha ucuza mal edilebilmiştir. Kullanılan bor karbür sayesinde üretilen malzemenin çok daha hafif ve yüksek ısı dayanımına sahip olması sağlanmıştır. Aynı zamanda bor karbür, nano boyuta indirgenerek kuantum size etkisinden faydalanılmıştır. ‘’Kuantum Size Etkisi’’, cismin taneciklerinin küçülüp bant aralıklarının genişlemesiyle daha fazla yalıtkanlık eğilimi göstermesidir. Bu da ürettiğimiz nanokompozit malzemenin daha yüksek oranda EMR absorplamasını sağlamıştır. Ayrıca kattığımız kolloidal silika ile malzememize su iticilik özelliği kazandırılmıştır.



6. Uygulanabilirlik

Ürettiğimiz kompozit, nanokompozit ve boyar maddeler içeriğinde bulunan bağlayıcı polivinil alkol malzemesi sayesinde uygulandığı yüzeylere kolayca tutunabilmektedir. Ayrıca bu malzeme UV radyasyona, kimyasal olaylara, hava durumlarına karşı dayanıklılık göstermektedir. Üretilen malzemelerin içerisinde yer alan kolloidal silika uygulandığı yüzeye pürüzsüzlük katarak su iticilik özellik kazandırmaktadır ve yüksek bağlayıcılığı nedeniyle yüzeylere tutunabilmektedir. Ek olarak jel kıvamıyla yüzeylere kolayca uygulanmakta ve termal stabilite kazandırmaktadır.
Üretilen boyar maddeler, malzemelerin kullanım alanlarını arttırdığı için elektronik cihaz firmaları tarafından bu cihazların kaplanmasında kullanılabilir. İçerisinde herhangi sağlığa zararlı madde içermeyen bu kompozitler; seri üretime geçerek sağlık, askeri ve birçok sanayi alanında uygulama alanına sahip olabilir. Çalışmamızda kullanılan malzemelerde nano boyutlu bor karbür bulunduğundan ve bor karbürün hücresel düzeydeki etkileri ile ilgili çalışmalar sınırlı olduğundan malzemelerin üretim sürecinde dikkatli olunmalıdır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Yapmış olduğumuz çalışmada düşük maliyetli alternatif bir bor karbür sentezleme süreci sunulmuştur. Böylece ülkemizde bulunan bor bileşikleri işlenerek katma değeri çok daha yüksek olan ürünlere dönüştürülebilir ve ülke ekonomisine ciddi anlamda katma değer sağlanabilir. Piyasada gramı 570 TL'ye mal edilen bor karbür, alternatif üretim süreciyle 20 TL'ye mal edilmiştir.

Tarih	Yöntem Basamakları	Kullanılan Malzemeler	Maliyet
26.02.2021	Alternatif bor karbür sentezi	D-Mannitol, Borik Asit	22,5 ₺
27.02.2021	Bor karbürün pH oranını dengelemek	CaCO3(Kalsiyum karbonat)	3 ₺

29.02.2021	Kalsiyum karbonatın oluşturabileceği fazları engellemek	HCI (Hidroklorik Asit)	2 ₺
01.03.2021	Bor karbürün karakterizasyonunu belirlemek için FTIR-ATR analizlerinin yapılması	FTIR spektrometre cihazı	-
02.03.2021	Bor karbürün nano boyuta indirgenmesi	Bilyalı Öğütücü	-
02.03.2021	Bor karbürün yüzeylere kolayca tutunabilmesini sağlamak	Polivinil Alkol	5 ₺
02.03.2021	Malzemeye su itici özellik kazandırmak	Kolloidal Silika	3 ₺
22.03.2021	Boya malzemesinin sentezlenmesi	TiO2 (Titanyum dioksit)	5 ₺
-	Kompozit ve nanokompozit malzemelerin sentezlenmesinde kullanılan laboratuvar aletleri	pH ölçer, etüv, kül fırını, metal kroze, havan, manyetik karıştırıcı	-
15.05.2021	Sentezlenen nano boyutlu boya ve kompozit malzemenin elektromanyetik radyasyon zırhlama özelliklerinin incelenmesi	EMR ölçüm cihazı	-

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Genel olarak projemizin hedef kitlesi teknolojinin gelişimiyle birlikte kullandığımız elektronik cihaz sayısı ve kullanım süresinin artmasıyla bu cihazlardan yayılabilecek elektromanyetik radyasyona maruz kalma potansiyeline sahip tüm bireylerdir. Bu bireylerin ileriki dönemlerde bu radyasyonun zararlarına maruz kalmamaları için önlemler alınması gerekmektedir. Bu nedenle bu zararlı etkilere maruz kalabilecek olan herkes projemizin hedef kitlesi içerisinde yer almaktadır.

9. Riskler

Risk Planlaması

Riskin Gerçekleşme Olasılığı	Hafif	Ciddi
Az	Çalışmamızda kullanılan nano boyutlu bor karbür sentezi sırasında çok yüksek sıcaklıklarda çalışıldığından ortam iyi havalandırılmalı ve gerekli koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.	Çalışmamızda test etmediğimiz elektromanyetik radyasyon kaynaklarının yaydığı radyasyon türlerine etkisi bilinmemektedir.
Normal	Çalışmamızda kullanılan malzemelerde nano boyutlu bor karbür bulunduğundan ve bor karbürün hücresel düzeydeki etkileri ile ilgili çalışmalar sınırlı olduğundan üretim sürecinde dikkatli olunmalıdır.	-
Çok	-	-

10. Kaynaklar

Belgin, E. E. (2017). Elektromanyetik Radyasyon Zırhlama Uygulamaları İçin Farklı Metal Tuz Takviyeli Polimer Esaslı Kompozit Malzemelerin Geliştirilmesi. (DOKTORA TEZİ). Sıtkı Koçman Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

COŞKUN, Ö. (2011). İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri. Teknik Bilimler Dergisi, 1 (2), 13-17. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/tbed/issue/20927/225012

Çimen, B. (2018). İyonlaştırıcı Radyasyon ve Çevre Güvenliği. (Yüksek Lisans Tezi). T.C. Selçuk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Demirci, G. (2019). Elektromanyetik Radyasyonu Absorplayan Boyalar İçin Manyetik Nanometal Oksitlerin Sentezi. (Yüksek Lisans Tezi). T.C. Akdeniz Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Er, H. (2018). 3g Cep Telefonlarından Yayılan Elektromanyetik Radyasyonun Akut ve Kronik Uygulamasının Uyumsuzluk Negativitesine Etkisi ve Mekanizması. (Doktora Tezi). T.C. Akdeniz Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

ERDOĞAN, M. (2017). İyonlaştırıcı Radyasyon ve Korunma Yöntemleri. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi , 43 (2) , 139-147 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/sufefd/issue/31772/294796

Eren, E., (2005). Kinetic investigation of boron oxide production from boric acid. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Eren, S. (2014). Emr (Elektromanyetik Radyasyon) Koruma Amaçlı Bikomponent Polyester İplik Üretimi. (Doktora Tezi). T.C. Uludağ Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Genç, B. (2006). Elektromanyetik Spektrumun X-ışını ve Görünür Bölgesinde, Ortamlardan Yayılan Fotonları Kaydetmek İçin Spektrometre ve Görüntüleme Sistemlerinin Tasarımı. (Yüksek Lisans Tezi). KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ/FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, Kocaeli.

Kabuto M., Nitta H., Yamamoto S., Yamaguchi N., Akiba S., Honda Y., Hagihara J., Isaka K., Saito T., Ojima T., Nakamura Y., Mizoue T., Ito S., Eboshida A., Yamazaki S., Sokejima S., Kurokawa Y., Kubo O. (2006) Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: a case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan, Int J Cancer, 119(3),643-50.

Kalyoncu, H. (2007). Çelik, Karbon ve Polivinil Aalkol (PVA) Mikroliflerin Tekil ve Karma Olarak Kullanımının Çimento Harçların Mekanik Özelliklerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Karaağaç, A. (2015). Endüstriyel Bor Atıklarından Borun Geri Kazanımı ve Nanoboroksit Eldesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Karabaş, K. (2006). Bor Karbür Üretimi. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kutucu, B. (2010). Nanoteknoloji ve Çift Duvarlı Karbon Nanotüplerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özdoğan, E, Demir, A, Seventekin, N. (2006). LOTUS EFFECT. Textile and Apparel, 16(1), 287-290Retrievedfromhttps://dergipark.org.tr/tr/pub/tekstilvekonfeksiyon/issue/23622/251590

Pierson O.H., (1996): Characteristics and Properties of Boron Carbide, Handbook of Refractory Carbides and Nitrides, 142

Seyhan, N., Canseven, AG., (2006) In vivo effects of ELF MFs on collagen synthesis, free radical processes, natural antioxidant system, respiratory burst system, immune system

activities, and electrolytes in the skin, plasma, spleen, lung, kidney, and brain tissues, Electromagn Biol Med, 25(4):291-305

Tezcan, F. (2008). Aljinat/ Kil Biyopolimer Nanokompozit Filmlerin Eldesi ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. Wolf, F., Torsello, A., Tedesco, B., Fasanella, S., Boninsegna, A., D'Ascenzo, M., Grassi, C., Azzena, G.B., Cittadini, A. (2005) 50-Hz extremely low frequency electromagnetic fields enhance cell proliferation and DNA damage: possible involvement of a redox mechanism, Biochim Biophys Acta, 1743:120-129.

Yağmur, F., Bozbıyık, A., Hancı, H. (2003). Elektromanyetik Wolf, F., Torsello, A., Tedesco, B., Fasanella, S., Boninsegna, A., D'Ascenzo, M., Grassi, C., Azzena, G.B., Cittadini, A. (2005) 50-Hz extremely low frequency electromagnetic fields enhance cell proliferation and DNA damage: possible involvement of a redox mechanism, Biochim Biophys Acta, 1743:120-129. İnsan Biyokimyası Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi, 2003, cilt 12, sayı 8, 296. https://i.kontrolkalemi.com/8/elektromanyetik.pdf

Yalçın, F. (2019). Polimer Nanokompozit Malzemeler Süper Kritik Karbondioksit Yardımıyla Nanopartikül Dağılımının Kontrolünün Araştırılması. Erciyes Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü,Kayseri.

Yılmaz, D, Koç, N, Turan, S. (2018). Yerli Borik Asitten Kalıntı Karbon İçermeyen Bor Karbür Sentezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18 (1), 306-314. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/akufemubid/issue/43824/538610

Zorlu, E. (2015). Haberleşme Sistemlerinin Yaydığı Elektriksel Alandan Kaynaklanan Elektromanyetik Radyasyon (EMR) ve İnsan Sağlığı. (Yüksek Lisans Tezi). Türk Hava Kurumu Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.