

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

LİSE SEVİYESİ FİKİR KATEGORİSİ

TAKIM ADI

SÜR-Bİ-TEK

PROJE ADI

ANTİRADYASYON KREMİ

BAŞVURU ID

463740

<u>İçindekiler</u>	<u>Sayfa Numarası</u>
1.Proje Özeti	3
2. Problem/Sorun	3
3. Çözüm	5
4. Yöntem	8
5.Yenilikçi (İnovatif) Yönü	12
6.Uygulanabilirlik	13
7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	13
8.Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)	15
9.Riskler	15
10.Kaynaklar	16

1. Proje Özeti

Çağımızın teknoloji çağı olması, teknolojinin kazandırdığı faydaların yanında insanlığı ve doğal yaşamı olumsuz etkileyen zararlı atıkların oluşmasına da sebep olmaktadır. Bu atıklardan bazıları gözümüzle göremediğimiz elektromanyetik dalgalar veya elektromanyetik parçacıklar halinde çevreye yayılmaktadır. Bu atıklara radyasyon da denilmektedir. Evrende enerjinin olduğu her yerde radyasyon bulunmaktadır. Günümüzde elektronik aletlerin yaygınlaşması ile birlikte radyasyonun insanlara “Moleküler/Hücreyel” düzeyde ve “Doku/Sistem” düzeyinde olmak üzere verdiği zararlar artmakta, bu zararın azaltılması yönünde yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmaktadır. Bu bağlamda gerçekleştirilen bu çalışmada, radyasyonun zararlı etkilerini azaltmak için dünya rezervinin yaklaşık %73’ü gibi yüksek oranda sahibi olduğumuz bor elementinin bir bileşiği olan “sodyum pentaborat”, soğurucu etkisi ile radyasyon yayılımını durdurucu özelliğe sahip “parafin” ve radyoterapide radyasyonun zararlı etkilerinden cildi koruyucu özelliğe sahip olduğu bilinen “*tubbi nane*” bitkisi yağının, konvektif karıştırma yöntemleri ile karıştırılarak radyasyondan koruyucu özelliğe sahip bir kremin üretilmesi amaçlanmıştır. Nicel araştırma deseninde, deneysel olarak yürütülen bu çalışmada elektromanyetik radyasyon yaydığı bilinen bir akıllı telefon 1. Deney Grubunda; parafin+nane yağı kremi ile 2. Deney Grubunda; parafin+sodyum pentaborat+nane yağı kremi ile yüzeyinde boşluk kalmayacak şekilde ve ~1 mm kalınlığında sürülen eskiz kağıdı ile kaplanmıştır. Kontrol grubunda ise aynı akıllı telefon, krem kullanılmadan düz eskiz kağıdı ile kaplanmıştır. Kontrol ve deney grupları farklı mesafelerden “*Elektromanyetik Alan Radyasyon Test Cihazı (EMF)*” ile ölçülerek yaydıkları radyasyonlar “*Mikrotesla (μT)*” cinsinden kaydedilerek veriler toplanmıştır. Ayrıca 1. Deney (D1), 2. Deney (D2) ve Kontrol (K) Grupları, “K.T.Ü. Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü” bünyesinde bulunan laboratuvar ortamında cep telefonundan daha yüksek frekansta (10 ghz boyutunda) elektromanyetik dalgalar verilererek “*spektrum analizörü*” ile ölçülmüştür. Gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarına göre elde edilen verilerin deney grubu lehine anlamlı farklılıklar sergilediği görülmüştür. Bu sonuçlara göre üretilecek “parafin, sodyum pentaborat ve nane yağı” karışımı krem veya losyon benzeri ürünlerin başta radyasyon riskinin bulunduğu meslek gruplarında kullanılması ve üretiminin yaygınlaştırılarak günlük hayatta herkesin erişebileceği şekilde kullanıma sunulması düşünülmektedir. Bunlara ek olarak, gerekli teknolojik destek ve ar-ge çalışmaları ile birlikte mevcut üretilen kremlerin daha da geliştirilerek tehlikeli radyasyon türlerine yönelik malzeme, teçhizat ve ortamlara yönelik zırh ve ara malzeme olarak kullanılabilmesi ön görülmektedir.

2. Problem/Sorun

İyonlaştırıcı radyasyonun oluşturduğu kronik(müzmin), akut(iveğen) ve somatik(bedensel) etkilerini azaltmak için kullanılan bilinen yöntemler:

- **Zaman:** Radyasyon kaynağının yakınında geçirilen zamanın ayarlanması veya radyasyonla daha az zaman geçirilmeye çalışılmasıdır.
- **Mesafe:** Radyasyon kaynağına olan mesafenin ayarlanarak, kaynağa belirlenen sınırdan fazla yaklaşılmamasıdır.

- **Zırhlama:** Radyasyon kaynağı ile kişiler arasında kağıt, plastik, metal gibi uygun birer engeller konulmasıdır (Al, 2020).

Ancak bu yöntemler günlük hayatta maruz kaldığımız elektromanyetik radyasyonu önlemek için kullanılmamaktadır (AFAD, 2022).

Yaygınlaşan elektronik teknolojileriyle birlikte çevremizde artan elektromanyetik radyasyon; devre, sensör, batarya, ekran, anten gibi bazı bileşenlerle aktarılmakta, yayılan elektromanyetik dalgalar uzun süreli kullanımlarda sağlık açısından olumsuz etkiler meydana getirebilmektedir (Güler vd., 1994). Yapılan bilimsel çalışmalarda elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan deney hayvanlarında belirlenen etkilerden bazıları: “*İmmünolojik Kaynaklı Etkiler, Sinir Sistemine Yönelik Etkiler, Kardiyak Fonksiyonlara Yönelik Etkiler, Nöroendokrin Sistemine Yönelik Etkiler, Cilt Sağlığı Üzerindeki Etkiler, Büyüme ve Gelişim Hormonları Üzerindeki Etkiler, Genetik Üzerindeki Etkiler, Klinik Kimya, Metabolizma ve Oküler Etkiler*” olarak sınıflandırılmıştır (TED, 2018).

Günlük yaşam alanlarında bulunan radyasyona karşı ülkeler kendi standartlarına göre sınırlar belirlemiştir. Başta Avrupa Birliği(AB) ve Amerika Birleşik Devletleri(ABD) olmak üzere birçok gelişmiş ülkede yasal sınırlar bulunmaktadır. Bu uyulması zorunlu değerler “Dünya Sağlık Örgütü(WHO)” tarafından da tanınmaktadır. Uluslararası düzeyde faaliyet gösteren “İyonize Edilmeyen Radyasyondan Koruma Komisyonu” (ICNIRP) tarafından bir günlük (24 saat) sürede maruz kalınan maksimum değerler, cihazlardan yayılan radyasyonun frekansıyla doğru orantılı olarak, mevcut her frekans aralığı için *Tablo 1*'de gösterilen aralıklarda sınırlandırılmıştır (Türkkan ve Pala, 2009).

Tablo 1. Ortama ve tek bir cihaza göre üst sınır değerleri

Frekans Aralığı (MHz)	E-alan şiddeti (V/m)		H-alan şiddeti (A/m)		B-Manyetik akı yoğunluğu (μ T)		Eşdeğer düzlem dalga güç yoğunluğu (W/m^2)	
	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın Toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın Toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın Toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın Toplam limit değeri
0.010-0.15	22	87	1.3	5	1.5	6.25	-	-
0.15-1	22	87	0.18/f	0.73/f	0.23/f	0.92/f	-	-
1-10	22/f ^{1/2}	87 f ^{1/2}	0.18/f	0.73/f	0.23/f	0.92/f	-	-
10-400	7	28	0.02	0.073	0.023	0.092	0.125	2
400-2000	0.341 f ^{1/2}	1.375 f ^{1/2}	0.0009 f ^{1/2}	0.0037 f ^{1/2}	0.001 f ^{1/2}	0.0046 f ^{1/2}	f/3200	f/200
2000-60000	15	61	0.04	0.16	0.05	0.2	0.625	10

“Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı” da çevremizde bulunan cihazlardan kaynaklı radyasyonu "olası kanserojen" unsuru olarak nitelendirmektedir. Amerika Kanser Topluluğu (ACS) ise akıllı telefonlardan yayılan dalgaların tümörlerin gelişme riskini artırabileceğini belirtmektedir. Bu bağlamda *Tablo 1*'e ek olarak yayılan elektromanyetik radyasyonun insan sağlığına zararını belirlemek için özgül emilim oranı (SAR) değerleri belirlenmiş, bu sar değerlerine göre ülkeler ve şirketler bazı sınırlandırmalar getirmiştir (BBC, 2018).

Belirtilen yasal değerlerin üzerindeki elektromanyetik radyasyon ve “SAR” değerlerinden bireysel kullanıcıların tekil olarak etkilenebileceği gibi, çevrede bulunan diğer canlı ve insanlar da dolaylı yollardan etkilenebilmektedir (Gökoğlan vd., 2020). Bu sebeple hastane,

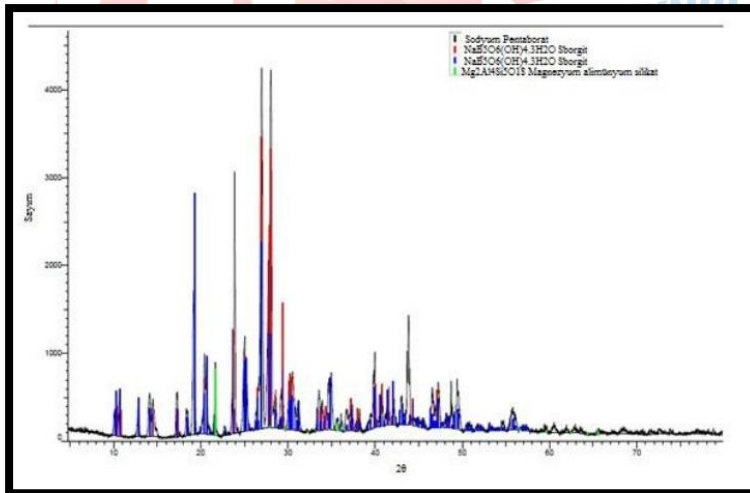
fabrika, ofis, teknik servis, mağaza, baz istasyonu vb. gibi elektromanyetik radyasyon dalgalarının yüksek olduğu ortamlarda bulunan veya günlük hayatta teknolojiyi yoğun olarak kullanan insanlara yönelik pratik ve koruyucu ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır.

3. Çözüm

Antiradyasyon özellikli kremlerin; sağlık için kullanılan diğer kremler gibi (nemlendirici, besleyici, anti-aging vb.) üretilerek insanlığa sunulmasının radyasyonun ciltte ve vücutta oluşturacağı zararları azaltacağı düşünülmektedir. Üretilen kremlerin radyasyona karşı koruyuculuk sağlayabilmesi için radyasyon yalıtım kapasitesi yüksek malzemelerin tercih edilmesi ve bu malzemelerin sağlık açısından bir risk oluşturmaması gerekmektedir. Bu kriterler göz önünde bulundurulduğunda antiradyasyon kremine kullanılacak temel malzemeler “Sodyum Pentaborat, Nane Yağı ve Parafin” olarak belirlenmiştir.

3.1. Sodyum Pentaborat:

Dünya rezervinin büyük bir bölümü ülkemizde bulunan, kullanımında bilinen bir sağlık riski olmayan, bor madeninin saflaştırılmasıyla elde edilen “sodyum pentaborat” bileşiğinin; “T.C. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi”nde gerçekleştirilen ölçümler sonucunda, radyasyon yalıtımı ve koruyuculuğu konusunda olumlu sonuçlara sahip olduğunun tespit edilmiş olması, bu bileşiğin radyasyona karşı yalıtım malzemesi olarak kullanılabileceği fikrini desteklemektedir (Doğan, 2019). İstenilen yüzey ve malzeme gruplarının radyasyona karşı yalıtım-soğurma gücünün belirlenmesinde deneysel çalışmaların yanında, uygulama yapılmasının zor ve tehlikeli olduğu durumlarda, teorik çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır (Çiçek, 2018). Bu teorik çalışmaların yürütüldüğü uygulamalardan bazıları simülasyon programları olup, en çok bilinen ve kullanılan simülasyon programlarından birisi “Monte Carlo” simülasyon programıdır (Bıçak, 2019). Monte Carlo simülasyon programında “Sodyum pentaborat” bileşiği için “FLUKA Monte Carlo Kodu” kullanılarak santimetre başına gama soğurma katsayıları hesaplanmış olup (Resim 1), soğurma katsayısının yüksek olduğu belirlenmiştir (Akçaalan, 2015).



Resim 1. Sodyum Pentaborat bileşiğine ait sanal spektrum analiz değerleri

Ayrıca Akçaalan, 2015'te yaptığı çalışmada; standart beton ile sodyum pentaborat içeren betonun ihtiva ettiği farklı yoğunluklardaki sodyum pentaborat bileşiği için radyasyon soğurma kapasitelerini "FLUKA Monte Carlo Kodu" kullanarak hesaplamıştır (Tablo 2). Gerçekleştirilen çalışma sonucunda beton karışımında kullanılan sodyum pentaborat yüzdesinin artırılması ile üretilen malzemenin radyasyon soğurma kapasitesi arasında olumlu bir ilişki olduğu gösterilmiştir.

Tablo 2. FLUKA kodu ile betonda ölçülen soğurma katsayıları (cm^{-1})

Teorik	662 keV	1173 keV	1332 keV
Standart beton	0,2050	0,1593	0,11316
%1 Sodyum Pentaborat katkılı beton	0,1865	0,1249	0,1114
%3 Sodyum Pentaborat katkılı beton	0,2322	0,13272	0,09324
%5 Sodyum Pentaborat katkılı beton	0,2634	0,14916	0,0774

3.2. Nane Yağı:

Deney hayvanları ile yapılan araştırmalar sonucunda, kanser tedavisinde alınan zararlı radyasyona bağlı hasarların önlenmesinde nane bitkisinden elde edilen yağların losyon olarak kullanılmasının, hastalar üzerinde olumlu etkilerinin olabileceği görülmektedir (Yeşilada, 2015). Yapılan klinik çalışmalarda nane yağının radyasyon tedavisi gören hastalara uygulanmasının radyasyonun hastalarda sebep olduğu başta halsizlik, bulantı ve kusma olmak üzere bazı semptomların şiddetinin azaltılmasında etkili olduğu, buna bağlı olarak kullanılan antiemetik ilaç alımının azaldığı görülmüştür. Ayrıca uygulanan nane yağının hiçbir hastada ciddi bir yan etkiye sebep olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Efe Ertürk, 2019).

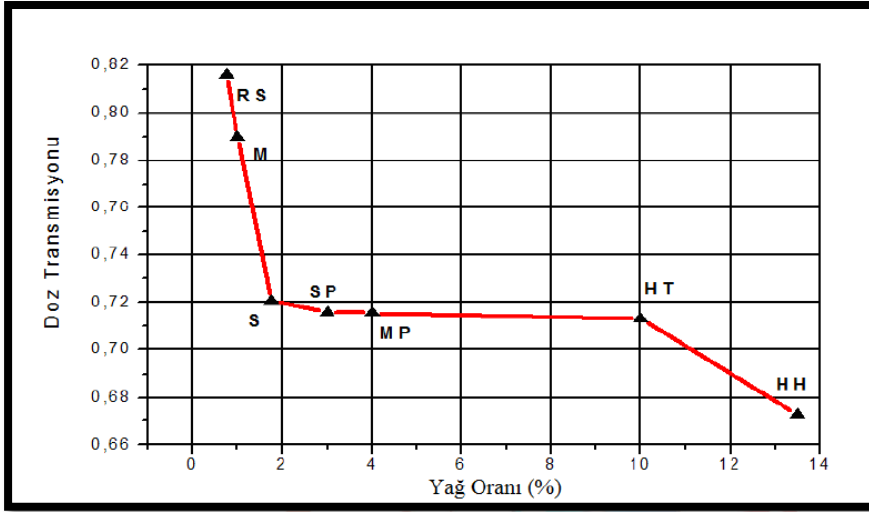
3.3. Parafin:

Parafin son yıllarda cilt ve vücut bakımı için pek çok madde ile birlikte karıştırılarak kullanılmakta, özellikle mum ve krem yapımında öne çıkan, sevilen ve tercih edilen bir üründür. Petrol jeli olarak da bilinen parafin, beyaz renkli, yarı saydam yapıda oda sıcaklığında katı halde bulunan bir maddedir (Kutlu, 2022). Antiradyasyon kreminde parafin:

- Diğer bileşiklerle tepkime vermediği,
- Cilde zarar vermediği,
- Bilinen toksik özellik taşımadığı,
- Suda erime özelliği olmadığı,
- Viskozite görevi gördüğü,
- Krem olarak kullanıldığında aşınma ve yıpranmaya karşı güçlü dirence sahip olduğu,
- Radyasyondan korunmada çok iyi bir soğurucu olduğu, için tercih edilmiştir.

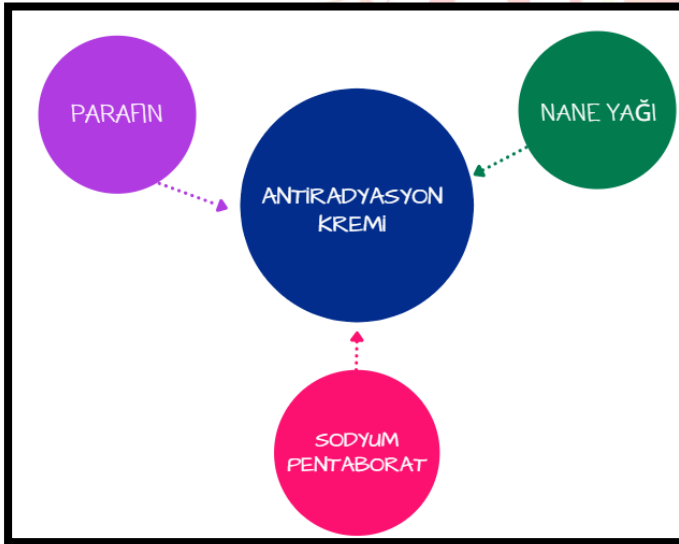
Parafinin, tıp, eczacılık, sanayi gibi kullanım alanlarında ortaya çıkan ve nötronlardan oluşan radyasyondan koruma özelliği bilinmektedir (Ertunçay, 2016). Resim 2'de zırhlanan malzemedeki parafin yoğunluğunun artırılması ile nötron geçişkenliği arasındaki ilişki

gösterilmektedir. Parafin yoğunluğu arttıkça nötron geçişkenliği azalmaktadır. Bu sonuç parafinin radyasyon yalıtımı üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir (Aygün, 2010).



Resim 2. Parafin yoğunluğu ve nötron geçirgenliği

Radyasyon yalıtımının bor madeninin saflaştırılmış bir bileşiği olan “sodyum pentaborat”, petrol jeli olarak bilinen “parafin” ve “tıbbi nane yağı” karışımı ile homojen olarak elde edilecek olan antiradyasyon kreminin (Resim 3), çağımızın en büyük problemlerinden biri olan radyasyonun ciltte ve vücuttaki olumsuz etkilerini azaltabileceği fikri yapılacak olan laboratuvar çalışmaları ile denenecektir.



Resim 3. Antiradyasyon kremi bileşenleri

4. Yöntem

4.1. Bain Marie Eritme Yöntemi ile Kremin Üretilmesi:

Bain Marie yöntemi, üretilecek malzemenin ısıtılan bir sıvı üzerinde eritilerek karıştırılması esasına dayanmaktadır. Genellikle yemek ve gıda sektöründe kullanıldığı gibi mum ve krem yapımında da kullanılmaktadır (Akyol ve Güneşdoğdu, 2019).



Resim 4. Parafinin eritilmesi

Resim 5. Sodyum pentaboratın eklenmesi

Resim 6. Nane yağının eklenmesi

2. Deney (D2) grubunda kullanılacak olan antiradyasyon kreminin “Bain Marie” yöntemi ile üretilmesi için 50 gram parafin, 20 gram sodyum pentaborat ve 10 ml nane yağı karışımı hazırlanarak, parafinin eritilmesi ile toz haldeki sodyum pentaborat eklenerek karıştırılır. Karışıma son olarak nane yağı eklenerek homojen bir karışım olması için soğuyup katılaşınca kadar karıştırılır (Resim 4,5,6). Ayrıca çalışmada sodyum pentaborat’ın radyasyon yalıtım gücünü ölçmek için 1. Deney (D1) grubunda kullanılmak üzere 50 gram parafin ve 10 ml nane yağı aynı yöntemlerle eritilerek parafin+nane yağı karışım kremi hazırlanır.

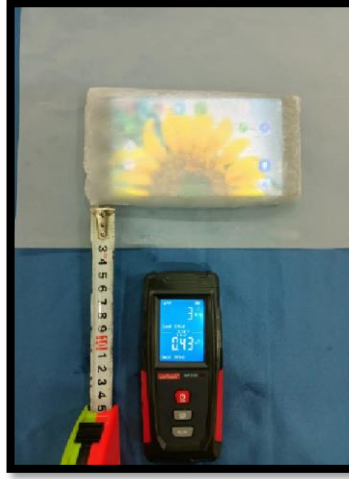
4.2. Kontrol ve Deney Grupları Arasında EFT Cihazı ile Yapılan Ölçüm Sonuçlarına Göre Farklılıkların Belirlenmesi:

Kontrol Grubu (K), 1. Deney Grubu (D1) ve 2. Deney Grubu (D2) arasında “eskiz kağıdı”, “parafin+nane yağı karışım kremi sürülmüş eskiz kağıdı” ve “parafin+nane yağı+sodyum pentaborat karışım kremi (antiradyasyon kremi) sürülmüş eskiz kağıdı” olmak üzere kaplanan bir cep telefonu, telefonda sim kartı takılı, wi-fi bağlı durumda iken 5 cm’lik mesafelerden Resim 7, Resim 8 ve Resim 9’da görüldüğü gibi elektromanyetik radyasyon ölçüm cihazı ile ölçümler yapılarak her bir grubun yaydığı radyasyon değerleri “Mikrotesla (μT)” cinsinden kaydedilmiştir.

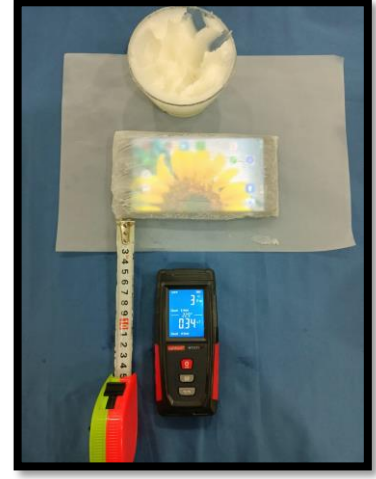
(**Not:** Kontrol grubunda krem kullanılmamış, 1. Deney ve 2. Deney gruplarında eskiz kağıdına sürülen kremler eşit miktarda ve ~1 mm kalınlığındadır.)



Resim 7. Eskiz kağıdı



Resim 8. Eskiz kağıdı+parafin+nane yağı



Resim 9. Eskiz kağıdı+parafin+nane yağı+sodyum pentaborat

1. Deney Grubu (D1) ve 2. Deney Grubu (D2) farklılıkları *Tablo 3*'te incelendiğinde 2. Deney grubu lehine oluşan anlamlı farklılığın, antiradyasyon kreminde kullanılan sodyum pentaborat bileşiğinin elektromanyetik radyasyonun yayılımını azaltıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir ($0,34 \mu\text{T} < 0,43 \mu\text{T}$).

Tablo 3. 5 cm uzaklıktan yapılan ölçümler

Gruplar	(K)	(D1)	(D2)
Değerler	0,62 μT	0,43 μT	0,34 μT

Diğer bağımsız değişkenler sabit tutularak, farklı uzaklıklardan yapılan ölçümler sonucunda; mesafe arttıkça EFT cihazına ulaşan elektromanyetik radyasyonun azaldığı görülmüş, bununla birlikte antiradyasyon kreminin koruyuculuk etkisinin uzaklığa bağlı olarak 2. Deney Grubu lehine daha da arttığı sonucuna ulaşılmıştır (*Tablo 4, Tablo5*).

Tablo 4. Farklı mesafelerden deney ve kontrol grupları arasında yapılan ölçümler

Uzaklık	(K)	(D1)	(D2)
10 cm	0,47 μT	0,32 μT	0,23 μT
20 cm	0,32 μT	0,21 μT	0,14 μT
30 cm	0,23 μT	0,14 μT	0,09 μT

Tablo 5. Deney grupları arasında uzaklığa bağlı koruyuculuk yüzdeleri

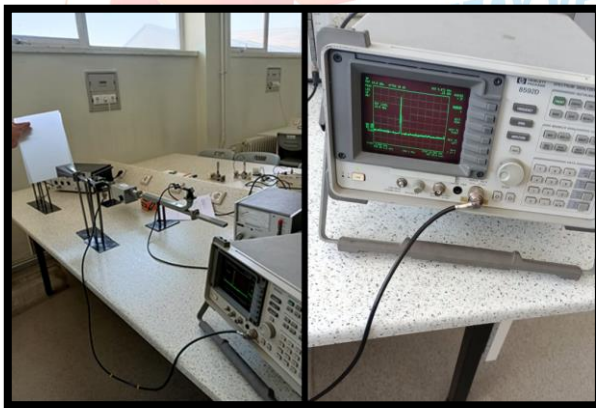
Uzaklık	(D1)	(D2)
5cm	%30,64	%46
10cm	%31,91	%51,06
20cm	%34,37	%56,25
30cm	%39,13	%60,89

4.3. Kontrol ve Deney Grupları Arasında Spektrum Analizörü ile Yapılan Ölçüm Sonuçlarına Göre Farklılıkların Belirlenmesi:

Çalışmanın bu kısmında akıllı telefonda daha yüksek elektromanyetik radyasyon altında kontrol ve deney grupları arasındaki farklılıkların ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Bu amaçla alanında uzman iki akademisyen görüşü alınarak “K.T.Ü. Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü” bünyesinde bulunan laboratuvar ortamında eskiz kağıdı yüzeyine, aynı miktar ve ~1 mm kalınlığında sürülen kremler; 1. Deney Grubu (D1) ve 2. Deney Grubu (D2) bileşenlerinde ve krem sürülmeden düz eskiz kağıdı Kontrol Grubu (K) bileşenlerinde, 10 ghz frekansta elektromanyetik dalgalar verilerek “*spektrum analizörü*” ile ölçülmüştür.

4.3.1. Düz Eskiz Kağıdının Elektromanyetik Radyasyon Geçirgenliğinin Ölçülmesi:

Çalışmada kontrol ve deney gruplarında kullanılan düz eskiz kağıdının radyasyon geçirgenliğinin belirlenmesi, çalışmanın geçerliğini ve güvenilirliğini artırmak açısından önemlidir. Bu amaçla spektrum analizörü ile yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler (*Resim 10*) incelenerek analiz edilmiştir. Bir ve iki adet eskiz kağıdı kullanılarak ayrı ayrı yapılan ölçümlerde, sonuçların önemsenmeyecek kadar küçük olduğu görülmüş, çalışmada kullanılan eskiz kağıdının radyasyon yalıtımı yok sayılmıştır (*Tablo 6*).

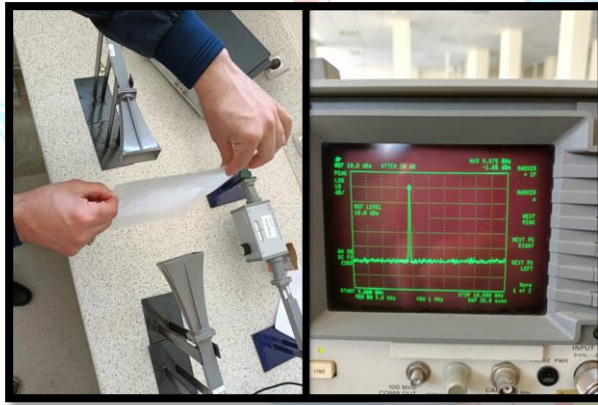
**Resim 10.** Düz eskiz kağıdının elektromanyetik radyasyon geçirgenliği

Tablo 6. Eskiz kağıdının radyasyon yalıtım değerleri (μT)

Adet	Radyasyon Yalıtımı (μT)
1	0,13
2	0,28

4.3.2. 1. Deney (D1) Grubunda “Parafin+Nane Yağı” Karışım Kreminin Elektromanyetik Radyasyon Geçirgenliği:

Düz bir eskiz kağıdına ~ 1 mm kalınlığında sürülen “Parafin+Nane Yağı” karışım kreminin 10 ghz elektromanyetik frekans altındaki yalıtımı ölçülmüştür. Spektrum analizöründe “Parafin+Nane Yağı” karışım kreminin 1,65 ghz boyutunda koruma sağladığı görülmüştür (*Resim 11*).

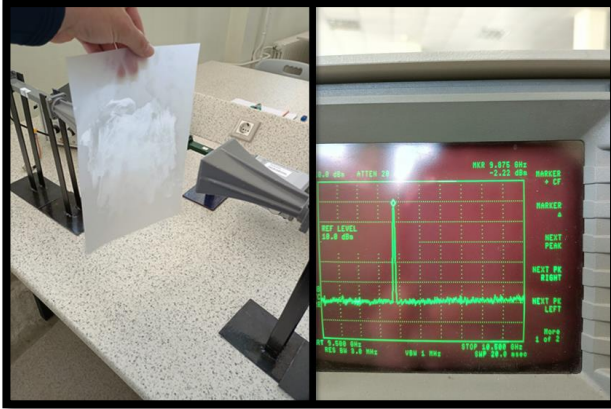


Resim 11. Eskiz kağıdı üzerindeki parafin+nane yağı karışım kreminin uygulanan 10 ghz frekanstaki yalıtımı

4.3.3. 2. Deney (D2) Grubunda Parafin+Nane Yağı+Sodyum Pentaborat Karışım Kreminin Elektromanyetik Radyasyon Geçirgenliği:

2. Deney grubunda düz bir eskiz kağıdına ~ 1 mm kalınlığında sürülen “parafin+nane yağı+sodyum pentaborat” karışım kreminin (antiradyasyon kreminin), 10 ghz frekanstaki elektromanyetik radyasyon altındaki yalıtımı ölçülmüştür. Spektrum analizörde kremin 2,22 ghz frekans boyutunda koruma sağladığı görülmüştür (*Resim 12*).

1. Deney Grubu (D1) ve 2. Deney Grubu (D2) bileşenlerine ait ölçüm sonuçları incelendiğinde 10 ghz frekansta uygulanan elektromanyetik radyasyona karşı 1. Deney Grubunun 1,65 ghz, 2. Deney Grubunun 2,22 ghz frekans boyutunda koruma sağladığı, 2. Deney Grubunun daha güçlü yalıtım sağladığı görülmüştür ($2,22 > 1,65$). Bu farklılık antiradyasyon kremine kullanılan “Sodyum Pentaborat” bileşiğinin elektromanyetik radyasyona karşı yalıtım gücünü de göstermektedir (*Tablo 7*).



Resim 12. Eskiz kağıdı üzerindeki parafin+nane yağı+sodyum pentaborat karışım kreminin uygulanan 10ghz frekansa karşı gösterdiği yalıtım

Tablo 7. Kontrol Grubu (K), 1. Deney Grubu (D1) ve 2. Deney Grubu (D2) bileşenlerinin uygulanan 10 ghz frekansa karşı gösterdikleri yalıtımları

Gruplar	Yalıtım (μT)	Yalıtım (%)
Kontrol Grubu	0,13 μT	%0
1. Deney Grubu	1,65 μT	% 16,5
2. Deney Grubu	2,22 μT	% 22,2

4.2., 4.3.1., 4.3.2. ve 4.3.3. başlıkları altında sunulan deneylere ek olarak yapılan literatür taramalarında, parafinin nükleer santrallerde yalıtım ara malzemesi olarak kullanıldığı, sodyum pentaborat bileşiğinin ise nötron radyasyonuna karşı yüksek koruma sağladığı görülmüştür (Akkaş, 2015). Bu bağlamda üretilen antiradyasyon kreminin yüksek teknoloji kullanılarak yapılacak ar-ge çalışmaları ile birlikte geliştirilerek; cilde, vücutta, kıyafet, malzeme ve teçhizatlara daha farklı miktar ve kalınlıklarda uygulanarak kullanılmasının, tehlikeli durumlarda yüksek radyasyona karşı koruma sağlayacağı düşünülmektedir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Bilinen en eski radyasyon olan yeryüzüne düşen güneş ışınlarına (ultraviyole radyasyona) uzun süre maruz kalmanın ciltte ve vücutta oluşturduğu hasarların önlenmesi ve giderilmesinde kullanılan mevcut yöntemlerin en önemlileri güneş ve yanık kremleridir (Çınar vd., 2015). Literatürde yanık kremleri ve ultraviyole ışınlarına karşı kullanılan güneş kremlerinden farklı olarak sadece Çin ve Hindistan'da radyasyon yanıklarına karşı üretilen bazı kremlere rastlanmış ancak günlük hayatta maruz kalınan başta elektromanyetik radyasyon olmak üzere radyasyonun vücutta oluşturacağı zararları önceden önlemeye yönelik kremlere rastlanmamıştır. Bu sebeple özgün bir fikre sahip olan antiradyasyon kremi fikri, başvuru tarihi itibarıyla literatürde daha önce bulunmadığı için eşsiz bir fikirdir. Ayrıca “parafin” ve “sodyum pentaborat bileşiğinin nükleer radyasyona karşı yalıtım ve soğurma kapasitesinin yüksek olduğu yapılan literatür çalışmalarında görülmüştür. Üretilen bu

kremlerin gerekli durumlarda vücuda, kıyafetlere ve ortamlardaki yalıtım malzemelerine optimum miktar ve kalınlıklarda uygulanarak kullanılmasının, tehlikeli radyasyon türlerine karşı da koruma sağlayacağı düşünülmektedir.

6. Uygulanabilirlik

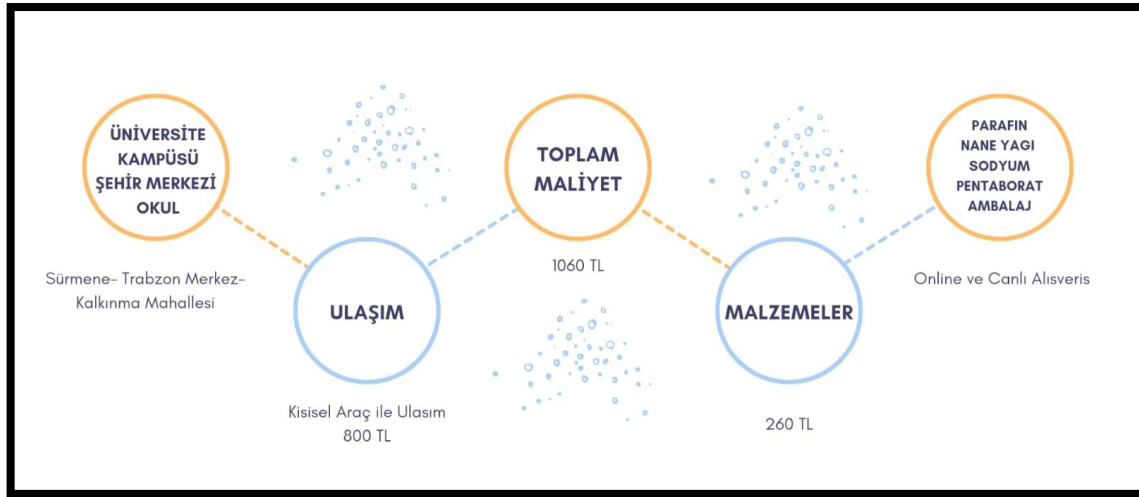
Proje, ar-ge ve uygulama çalışmaları olmak üzere “Kasım 2021- Nisan 2022” zaman aralığında 6 ay boyunca yürütülmüştür. Bu takvim sürecinde maliyet-hacim-kâr analizi yapılırken rekabette bulunacağı benzer bir ürüne rastlanmadığı için ticari değerinin yüksek olacağı düşünülmektedir. Buna ek olarak hammadde sıkıntısı, üretim (arz) ve pazar (talep) kısıdı olmadığı için ürünün ticari bir ürün olarak piyasaya kolaylıkla sunulabileceği ön görülmektedir. Prototip olarak üretilen kremin koruma sağladığı alanlara ek olarak daha ileri teknoloji kullanılarak yapılacak çalışmalarla, antiradyasyon kreminin kullanım alanının genişletilebileceği, diğer tehlikeli radyasyon türlerinde, vücut, kıyafet, ortam yalıtımı gibi alanlarda zırh ve ara malzeme olarak görev yapabileceği, parafin ve bor bileşiğinin literatürde görülen benzer çalışmalarda sağladığı olumlu etkileriyle birlikte düşünülmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projenin üretim aşamasında başta ulaşım ve malzeme harcamaları olmak üzere Aralık 2021 - Şubat 2022 dönemi gerçekleştirilen harcamalar Tablo 8’de gösterilmiştir. Harcama giderlerinde en fazla payı ulaşım giderleri almış olup, ulaşımın yapıldığı yerler *Resim 12*’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Ar-ge süreci *harcamalar - iş - zaman* takvimi

Giderler	Miktar	Fiyat	Tarih(Ay, Yıl)
Ulaşım	400 km	800 TL	12.2021 – 03.2022
Parafin	1 kg	80 TL	01.2022
Nane Yağı	80 gr	80 TL	01.2022
Sodyum Pentaborat	200 gr	50 TL	01.2022
Kutu ve Ambalajlar	10 adet	50 TL	02.2022
TOPLAM MALİYET:		1060 TL	



Resim 12. Proje maliyet şeması

Tablo 8' de gösterilen giderlerde ar-ge için imalatta harcanan enerji giderleri çok düşük olduğu için hesaplanmamıştır. Ancak seri üretimde toplu alımlarla malzeme birim maliyetleri azalırken enerji giderleri artacaktır. *Tablo 9'*de sunulan seri üretim maliyetleri hesaplanırken bunlar göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Seri üretim için tahmini birim fiyat analizi yapılırken; parafin dışındaki malzemelerin hammaddelerinin ülkemizde bulunduğu, özellikle dünya rezervinin büyük çoğunluğu Türkiye'de bulunan bor madeninin saflaştırılmasıyla elde edilen sodyum pentaboratın maliyetinin çok daha düşük olacağı düşünülmüştür.

Tablo 9. 80 gramlık antiradyasyon kreminin seri üretimdeki tahmini birim fiyatı

Giderler	Miktar	Fiyat (KDV Dahil)
Parafin	50 gr	3 TL
Nane Yağı	10 gr	4 TL
Sodyum Pentaborat	20 gr	3 TL
Kutu ve Ambalaj	-	2 TL
Ulaşım ve Enerji	-	2 TL
TOPLAM:		14 TL

Tablo 10. İş ve Zaman Çizelgesi

AY / YIL							
İş Adı	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
	2021	2021	2022	2022	2022	2022	2022
Literatür Taraması	X	X	X	X	X		
Malzeme Tedariği		X	X	X			
Üretim			X	X			
Deneyler				X	X	X	
Raporlaştırma				X	X	X	X

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Proje sonucunda üretilen antiradyasyon kreminin başta hastane, fabrika, teknik servis, mağaza, ofis gibi radyasyondan etkilenme riskinin fazla bulunduğu yerlerdeki meslek gruplarına, teknoloji çalışanlarına ve günlük yaşamda teknolojiyi ve akıllı cihazları fazla kullanan kişilere yönelik kullanıma sunulması düşünülmektedir. Antiradyasyon kreminin zamanla üretiminin yaygınlaştırılarak, direk ya da dolaylı yollardan radyasyona maruz kalan herkesin rahatlıkla ulaşabileceği şekilde sunulması düşünülmektedir. Ayrıca dünya rezervinde zengini olduğumuz bor madeninin ihracatına katma değer getirilebilmesi için antiradyasyon kreminin yurt dışı pazarındaki radyasyona maruz kalan meslek grupları, teknoloji çalışanları ve teknoloji kullanıcılarına gerekli reklam çalışmaları ile birlikte ulaşılarak ürünün dünya genelinde büyük bir kullanıcı kitlesine sahip olması düşünülmektedir.

9. Riskler

Proje hayata geçirilirken riskler; “hammadde sıkıntısı, personel temini, maliyet, ürün performansı, yan etkiler ve zararlar, pazarlama, saklama ve ambalaj, çevre kirliliği” olmak üzere 8 başlıkta toplanmış ve bu risklerin rank puanları hesaplanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Antiradyasyon kremi olası riskler ve rank puanları

Riskler	Rank Puanı(1-5)
Hammadde sıkıntısı	1
Personel temini	2
Maliyet	1
Ürün performansı	2
Yan etkiler ve zararlar	2
Pazarlama	2
Saklama ve ambalaj	1
Çevre kirliliği	2

5: Çok yüksek 4: Yüksek 3: Orta 2: Düşük 1: Uzak

Projenin toplam rank puanı 13'tür. Antiradyasyon krem projesi için geliştirilen “*toplam risk puanı hesaplama*” ölçeğine göre projenin olumsuz sonuçlanma ihtimali “düşük ihtimal” olarak hesaplanmıştır (Tablo 12).

Tablo 12. Toplam risk puanı hesaplama ölçeği

Riskin oluşma olasılığı	Olası gerçekleşme oranı	Toplam Skor
Çok yüksek ihtimal	≥ 3 'de 1	33-40
Yüksek ihtimal	20'de 1	25-32
Orta ihtimal	2000'de 1	17-24
Düşük ihtimal	150000'de 1	9-16
Uzak ihtimal	≤ 1500000 'de 1	0-8

Projede düşük rank puanına sahip başlıklar “personel temini, ürün performansı, yan etkiler ve zararlar, çevre kirliliği” olup bu başlıkların uzak ihtimal riske dönüştürülebilmesi için:

- Personel temini için; uygun planlamalar ile gerekli istihdamın sağlanması,
- Ürün performansı için; ilgili kurum ve kuruluşlarla daha fazla ar-ge çalışmalarının gerçekleştirilmesi,
- Olası yan etkiler ve zararlar için; teknolojik laboratuvar ortamlarında dermatolojik testlerle birlikte gerekli tüm deneylerin yapılması,
- Çevre kirliliği için; doğaya zarar vermeyen geri dönüştürülebilir ambalaj ve paketlerin kullanılması, mevcut risk skorunu azaltarak, proje risk ihtimalini “uzak ihtimal” skoruna getirecektir.

10. Kaynaklar

- AFAD (2022). İçsel Ve Dışsal Radyasyondan Korunma Erişim tarihi:10.01.2022, <https://www.afad.gov.tr/kbrn/icsel-ve-dissal-radyasyondan-korunma>
- Akçaalan, U. (2015). Farklı Maddelerle Katkılanmış Beton Malzemenin Gama Soğurma Katsayılarının Deneysel Ve Teorik Olarak İncelenmesi. (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi/ Fen Bilimleri Eğitim Enstitüsü, Afyon.
- Akkaş, A. (2015). Alüminyum-Bor-Karbür Kompozit Malzemelerin Radyasyon Karsısındaki Davranışının Belirlenmesi, Xcom Bilgisayar Programı İle İncelenmesi Ve Yeni Bir Hibrit Kompozit Radyasyon Zirh Malzemesi Önerisi. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi/ Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Al, M. (2020). Radyasyon Güvenliği Ve Radyasyondan Korunma [PowerPoint slaytı]. 15 Ocak 2022 https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kanser-db/yayinlar/sunular/mamografi_cekim_teknikleri_20.11.2019/Radyasyon_Guvenligi_ve_Radyasyondan_Korunma_Is_Guvenligi_Uzmani_Mustafa_Al.pdf adresinden erişildi.

- Akyol, E. ve Güneşdoğdu, M. (2019). Benmari ve Ultrasonik Banyo Yöntemleriyle Isıtmanın Balların Kristalize Olması Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology*, 7(12): 2291-2294. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i12.2291-2294.3088>
- Aygün, B. (2010). Değişik Yağ Oranlarına Sahip Parafin Waxlarda Hızlı Nötronların Makroskopik Soğrulma Tesir Kesitlerinin Belirlenmesi Ve Değişen Yağ Oranının Zırlama Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- BBC (2018). Günlük Hayatımızın Parçası 5 Radyasyon Kaynağı 2018, Erişim Tarihi: 23.02.2022 <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-43329777>
- Bıçak, F. (2019). Simülasyonlarla Zenginleştirilmiş Etkileşimli Tahta Kullanımının Fen Bilimleri Dersinde Akademik Başarıya Etkisi: “6. Sınıf Kuvvet Ve Hareket Örneği. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Trabzon Üniversitesi/ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.
- Çınar, F. İ., Çetin, F. Ş., Kalender, N. ve Bağcivan, G. (2015). Hemşirelik Yüksekokulu Öğrencilerinin Güneşten Korunmaya İlişkin Davranışlarının Belirlenmesi. *Gülhane Tıp Dergisi*, 57(1), 241 – 246.
- Çiçek, M. V. (2018). Bor Madeni Katkısının Betondaki Mekanik Ve Fiziksel Özellikler Açısından İncelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Doğan, A. (2019). Bor Türevi Bileşikler İçeren Bazı Yapı Malzemelerinin Radyasyon Tutuculuk Özellikleri. *Türkiye Hazır Beton Birliği Akademi Bildirileri 2022*, Erişim tarihi:25.12.2021, <https://www.thbbakademi.org/beton-kongreleri-bildirileri/>
- Efe Ertürk, N. (2019). Kemoterapi Alan Hastalara Uygulanan Nane Yağının Bulantı Kusma ve Öğürme Üzerine Etkisi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Erciyes Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Ertunçay, N. (2016). Beyaz Eşya Uygulamaları İçin Parafin ve Poliethilen Glikol Bazlı Faz Değiştiren Malzemelerin Hazırlanması ve Karakterizasyonu. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gökoğlan, E., Ekinci, M., Özgenç, E., Özdemir, D. İ. ve Aşıkoğlu, M. (2020). Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, 25(3), 289-294.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1994). Elektromanyetik Radyasyon. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, 32(1), 2-28.
- Kutlu, A. (2022). Parafin Aktivatörlerin Isıl Histerezis Özelliklerinin İyileştirilmesi İçin Parafin-Nanolif Nanokompozit Geliştirilmesi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- TED (2018). Elektromanyetik Radyasyonlar ve İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri 2018, Erişim Tarihi: 01.03.2022 <https://www.tedankara.k12.tr/index.php/elektromanyetik-radyasyonlar-ve-insan-sagligina-olumsuz-etkileri>.
- Türkkan, A. ve Pala, K. (2009). Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik Radyasyon ve Sağlık Etkileri . *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 14(2). Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/uumfd/issue/21677/233298>
- Yeşilada, E. (2015, 29 Mart). Radyasyona Karşı En Etkili Bitki Nane. *Star*. Erişim adresi: <https://www.star.com.tr/yazar/radyasyona-karsi-en-etkili-bitki-nane-yazi-1015058/>