

## TEKNOFEST

### HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

**PROJE KATEGORİSİ** : Sağlık ve İlk Yardım/Afet Yönetimi/Sosyal İnovasyon  
**PROJE ADI** : Gama Işını Zırhlama Malzemesi Olarak Tantal Polimer Kompozitin Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

**TAKIM ADI:Radioactive**

**TAKIM ID** : T3-12516-151

**TAKIM SEVİYESİ:** Lise

**DANIŞMAN ADI** :Gülnaz PAZARCIK

#### İçindekiler

- 1.Proje Özeti( Proje tanımı)
- 2.Problem/Sorun
- 3.Cözüm
- 4.Yöntem
- 5.Yenilikçi (İnovatif) Yönü
- 6.Uygulanabilirlik
- 7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması
- 8.Proje Fikrinin Hedef Kitleleri(Kullanıcılar)
- 9.Riskler
- 10.Proje Ekibi
- 10.1.Takım Lideri
- 11.Kaynaklar

**1.Proje Özeti (Proje Tanımı):** Günümüzde yaygınlaşan nükleer uygulamalardan dolayı bu alanlarda çalışanların radyasyona maruz kalması kaçınılmazdır.Bu nedenle maruz kalmanın etkisini azaltabilmek için zırhlama önem taşımaktadır. Genel olarak kullanılan zırhlama teknikleri kurşun içerir. Ancak kurşun hem toksik etkisi hem de kişisel zırhlamada ağır olması nedeniyle ideal bir zırhlama tekniği değildir. Bu nedenle hem toksik etkisi olmayan, çevreye zararsız hem de kişisel olarak kullanılabilir ve daha hafif materyale sahip olan zırhların önemi artar.

Polimerler kurşuna göre daha hafif olmaları nedeniyle iyi bir seçim olabilirler. Ancak buna karşın yoğunlukları kurşundan çok daha düşüktür ve gama zırhlamasında kendi başlarına etkisizdirler.Polimer tantal kompozitler belirli orandaki tantal ile bir levha haline getirildiklerinde ise bu levhanın yoğunluğu kurşuna göre daha fazla ve gama zırhlaması için kurşun bazlı zırhlara göre daha etkili olabilirler.Hem toksik etkisinin olmaması hem de kişisel zırhlama materyali olarak kurşun bazlı zırhlara göre daha hafif olması nedeniyle tantal katkı polimer kompozitler zırhlama materyali hedeflenmektedir.

Bu çalışmanın amacı tantal polimer kompozitin gama zırhlama etkinliğinin incelenmesidir. Tantal polimer kompoziti malzeme elde edildikten sonra gama ışınlarına karşı durdurucu potansiyeli test edildi.

Çalışmada etilen vinil asetat ile tantal belirli oranlarını (%50, %60, %70) içeren kompozit disklerin zırhlama etkinliklerinin elde edilebilmesi için diskler Geiger Müller dedektör penceresine yerleştirilmiştir. Dedektörden 2, 6 ve 10 cm mesafelerle Am-241 ve Cs-137 nokta kaynakları ile I-131 kaynağına maruz bırakılmışlardır. Bu sonuçlara göre tantal polimer kompozitinin optimum absorpsiyonu  $94.19 \pm 0.19$  olarak ağırlıkça %70 tantal oranına sahip 2 mm kalınlığındaki disklerde görülmüştür.

## 2.Problem/Sorun:

Nükleer araştırma ve uygulamalarından dolayı bu alanlarda çalışanların radyasyona maruz kalması kaçınılmazdır. Bu nedenle maruz kalmanın etkisini azaltabilmek için zırhlama önem taşımaktadır. Genel olarak kullanılan zırhlama teknikleri kurşun içerir. Ancak kurşun hem toksik etkisi hem de kişisel zırhlamada ağır olması nedeniyle ideal bir zırhlama tekniği değildir. Bu nedenle hem toksik etkisi olmayan, çevreye zararsız hem de kişisel olarak kullanılacak ve daha hafif materyale sahip olan zırhların önemi artar.

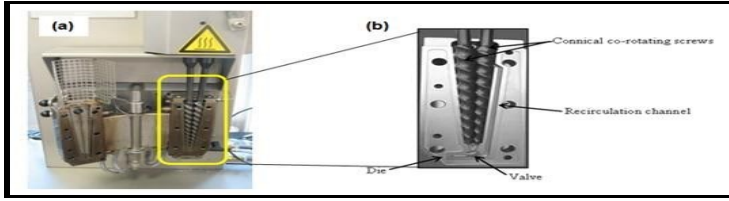
## 3.Çözüm

Problem için çözüm önerisi, gama ışınları gibi radyasyonlardan korunmak için yüksek yoğunluklu metal ve toksik etkisi olmayan, hafif, ince ve şekil verilebilen bir malzeme üretilmesidir.

Bu çalışmada gama radyasyonuna karşı durduruculuğu ve elastikiyeti yüksek malzeme üretilmiştir. Bu malzemede en iyi verimin yüksek enerjili Cs-137 kaynağında olduğu gözlenmiştir. En düşük verim ise en düşük enerjili Am-241 kaynağında gözlenmiştir. Bunun nedeni ise düşük enerjilerde tantalın yaptığı madde ile etkileşim kaynaklı olayların yüksek enerjilere göre çok daha fazla olmasıdır. Yapılan deneylerde %60'lık disklerle %70'lik disklerin zırhlama verimleri arasında çok büyük farklar olmadığı tespit edilmiştir. Sertlik testi sonuçları ise EVA-Tantal kompozitin elastik olduğunu göstermiştir. Diğer yandan sertlikle işlenebilirlik arasındaki ters bağıntı nedeniyle malzemenin işlenebilirliği Shore-D testi sonuçlarıyla ortaya konulmuştur. Taramalı elektron mikroskopuyla (SEM) yapılan homojenite testleri bütün örneklerin homojen olarak karıştığını göstermektedir. Zırhlama potansiyeli ortaya konulmuş olan EVA-Tantal kompozit malzemenin zırhlamada kullanılacak materyal haline getirilmesi önem arz etmektedir.

## 4.Yöntem

**4.1. EVA-Tantal Metal Polimer Kompozitin Hazırlanması :** Metal polimer kompozit diskler Kocaeli Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü Plastik ve Kauçuk Teknolojisi Laboratuvarında hazırlanmıştır. Belirlenen miktarlarda EVA-Tantal Kompozit örnekleri 15 ml DSM Xplore Microcompounder cihazı ile karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 100 rpm vida hızında 2 dakika boyunca gerçekleştirilmiştir. Karıştırma işlemi tamamlandıktan ekstrüderin kafa kısmından eriyik halde alınan karışım peletler halinde kesilir. Ardından karışımların yoğunlukları belirlendikten sonra belirlenen miktarlardaki örnekler  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de hot pres ile 5 cm çapında ve 1 mm kalınlığında örnekler elde edebilmek için preslenmiştir.



Şekil 1. a) Microcompounder, b) Microcompounder'ın kovan yapısı

Şekil 1-a'da görüldüğü gibi, mikro-compounder cihazı dikey konumlandırılmış konik, çift burgulu bir ekstrüderdir.

Şekil 1-b'de görüldüğü gibi, karışım arzulanan süre sonunda bir vana yardımıyla kafaya yönlendirebilir.



Şekil 2. Elde edilen polimer ve metal polimer kompozit disk örnekleri

**4.2. Metal Polimer Kompozit Örneklerin Gama Dedeksiyonu :** Malzemenin zırhlama potansiyelini farklı gama enerjilerine sahip radyoizotoplarla çalışarak belirlenmiştir. Hazırlanan ağırlıkça %50, %60 ve %70 tantal içeren 1 mm ve 2 mm'lik diskler zırhlama verimlerinin elde edilmesi için GM dedektörünün penceresine yerleştirildiler. Daha sonra ise 59.5 keV enerjili Am-241 nokta kaynağı dedektörden yine 2, 6 ve 10 cm uzağa konularak her bir işlem yineleni. Son olarak ise malzemenin zırhlama potansiyeli I-131(364 keV) kaynağının dedektörden 2,6ve10 cm uzağa konulup her bir işlemin tekrarıyla ortaya konuldu.

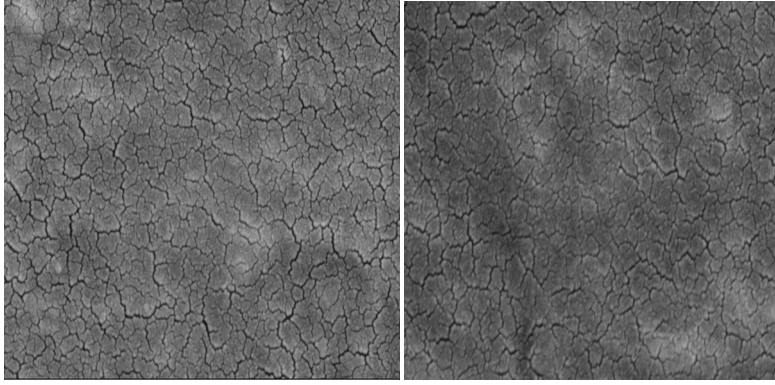


Şekil 3. Zırhlama deney düzeneği

**4.4.Sertlik Testi ve Homojen Testi:**Hazırlanan disklerin sertlik testi Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde yapılmıştır. Burada Shore-D testi uygulanmıştır. ShoreD testi ile maddenin sertliği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre malzeme elastiktir.

#### 4.5. EVA-Tantal Kompozitin Zırhlama Etkinliği

Geiger-Müller dedektörü ile yapılan ölçümler sonucunda ağırlıkça %50, %60 ve %70 oranında tantal içeren 1 mm ve 2 mm'lik disklerin zırhlama etkinliği elde edilmiştir.

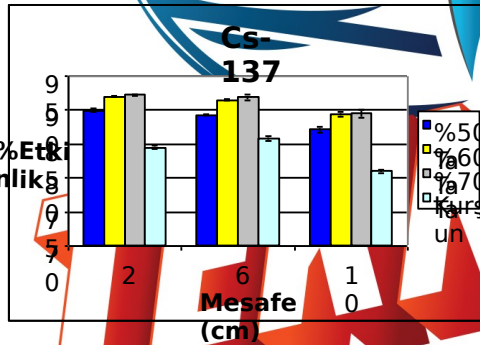


Şekil 1-a %50'lik Disk

Şekil 1-b %60'lik Disk

Çizelge 2. 1mm'lik disklerin Cs-137 kaynağı kullanılarak elde edilen zırhlama etkinlikleri

%Ta	2cm	6cm	10cm
50	89.98±0.19	89.25±0.10	87.13±0.42
60	92.00±0.10	91.45±0.09	89.37±0.34
70	92.25±0.10	91.86±0.34	89.53±0.61
EVA	2.50±0.05	1.90±0.06	2.30±0.35
Kurşun	84.51±0.28	85.84±0.37	81.00±0.29

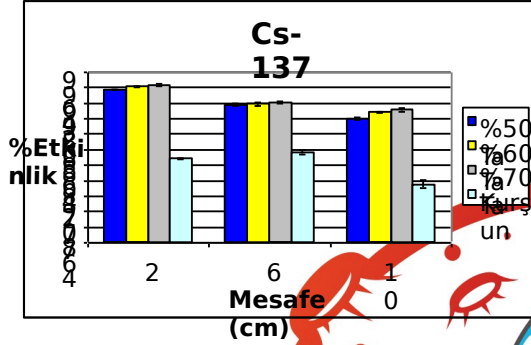


Tablo 1. Kompozit ve kurşun disklerin (1 mm) zırhlama etkinliklerinin mesafeye göre değişimi

Çizelge 2'e göre 5  $\mu$ Ci aktiviteli ve 662 keV gama enerjili Cs-137 nokta kaynağı kullanıldığında 1 mm'lik disklerde en iyi zırhlama etkinliğinin nokta kaynaktan 2 cm uzaklıkta bulunan ve ağırlıkça %70 oranında tantal içeren diskte olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. 2mm'lik disklerin Cs-137 kaynağı kullanılarak elde edilen zırhlama etkinlikleri (%)

%W	2cm	6cm	10cm
50	93.75±0.05	91.80±0.11	90.05±0.13
60	94.16±0.12	91.94±0.21	90.85±0.09
70	94.37±0.19	92.14±0.14	91.18±0.24
KurÇun	84.87±0.11	85.65±0.34	81.50±0.52

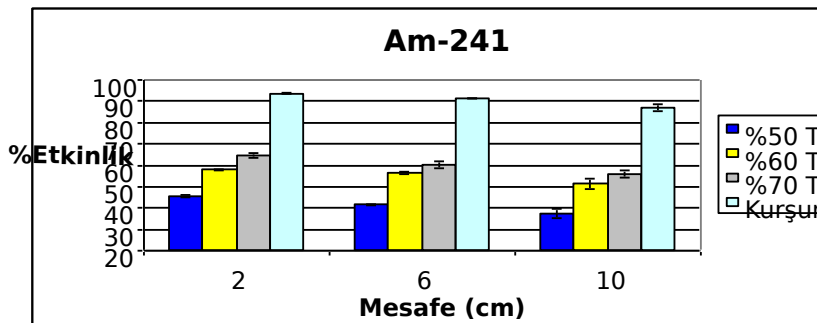


Tablo 2. Kompozit ve kurÇun disklerin (2 mm) zırlama etkinliğinin mesafeye göre değişimi

2 mm kalınlığındaki diskler yine Cs-137 nokta kaynağı ile test edildiğinde Çizelge 4 ve tablo 2'ye göre zırlama etkinliği en yüksek olan diskın kaynaktan 2 cm uzaklıktayken %70'lik tantal oranına sahip olan disk olduğu görülmüştür. Her mesafede ise en yüksek zırlamayı %70'lik tantal oranına sahip diskler yaparken, en düşük etkinliğe ise %50'lik diskler sahiptir.

Çizelge 4. 1mm'lik disklerin Am-241 kaynağı kullanılarak elde edilen zırlama etkinlikleri (%)

%Ta	2cm	6cm	10cm
50	45.37±0.51	41.55±0.15	37.30±2.04
60	58.00±0.26	56.34±0.44	51.31±2.35
70	64.81±1.16	60.23±1.62	55.92±1.44
EVA	4.80±0.43	2.70±3.67	6.40±3.57
KurÇun	93.64±0.24	91.41±0.04	86.94±1.38



**Tablo 3. Kompozit ve kurşun disklerin (1 mm) zırhlama etkinliklerinin mesafeye göre değişimi**

1 mm kalınlığındaki diskler 5  $\mu$  Ci aktiviteli ve 59.5 keV gama enerjisine sahip olan Am-241 kaynağı ile test edildiklerinde ise zırhlama etkinliğinin kaynaktan 2 cm uzaklıktayken %70'lik tantal oranına sahip diskte en yüksek olduğu gözlenmiştir. Yine mesafe arttıkça zırhlama etkinliği düşmüştür. En yüksek etkinlik her mesafede %70 tantal oranına sahip disklerde iken en düşük etkinlik ise ağırlıkça %50 tantal içeren örneklerdedir

**Çizelge 5. 2mm'lik disklerin Am-241 kaynağı kullanılarak elde edilen zırhlama etkinlikleri (%)**

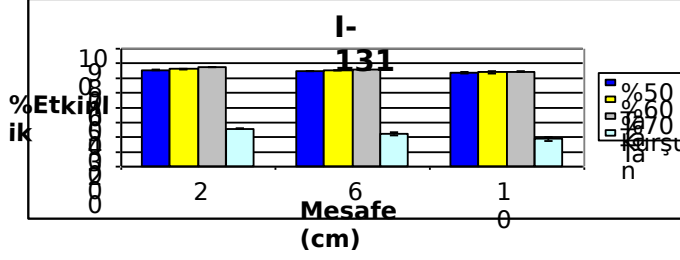
%Ta	2cm	6cm	10cm
50	60.40±0.56	54.70±0.68	54.87±1.03
60	72.02±0.12	68.67±1.68	67.87±1.51
70	78.19±0.34	74.78±0.73	71.23±2.82
Kurşun	97.68±0.06	93.06±0.43	86.58±2.25

**Tablo 4. Kompozit ve kurşun disklerin (2 mm) zırhlama etkinliklerinin mesafeye göre değişimi** Çizelge 5'e göre Am-241 nokta kaynağından 2 cm uzaklığa konulan %70'lik tantal oranına sahip diskin en yüksek zırhlama etkinliğine sahip olduğu gözlenmiştir. Her mesafede %70'lik tantal içeren disklerde en yüksek zırhlama etkinliği gözlenirken en düşük zırhlama etkinliği ise %50 oranında tantal içeren disklerde gözlenmiştir Tantal-EVA kompozit disklerin zırhlama etkinliklerinin hem 1 mm hem de 2 mm kalınlığındaki diskler için kurşun disklerle göre daha küçük olduğu saptanmıştır.

%W	2cm	6cm	10cm
50	85.44±0.23	84.84±0.07	83.59±0.45
60	86.28±0.21	85.19±0.10	83.99±0.61
70	87.34±0.12	85.70±0.05	84.42±0.23
EVA	3.90±0.50	3.00±0.50	2.20±0.80
Kurşun	45.64±0.27	42.28±1.18	38.86±1.27

**Çizelge 5. 1mm'lik disklerin Am-241 kaynağı kullanılarak elde edilen zırhlama etkinlikleri (%)**

**1mm'lik disklerin Am-241 kaynağı kullanılarak elde edilen zırhlama etkinlikleri (%)**



**Tablo 5. Kompozit ve kurşun disklerin (1 mm) zırhlama etkinliklerinin mesafeye göre değişimi**

1 mm kalınlığındaki diskler 5  $\mu$  Ci aktiviteli ve 364 keV gama enerjisine sahip olan I-131 kaynağı ile test edildiklerinde ise zırhlama etkinliğinin kaynaktan 2 cm uzaklıktayken %70'lik tantal oranına sahip diskte en yüksek olduğu gözlenmiştir. En yüksek zırhlama etkinliği her mesafede %70 tantal oranına sahip disklerde iken en düşük zırhlama etkinliği ise ağırlıkça %50 tantal içeren örneklerde dir (Bkz. Çizelge 14.).

**Çizelge 6. 2mm'lik disklerin I-131 kaynağı kullanılarak elde edilen zırhlama etkinlikleri (%)**

%W	2cm	6cm	10cm
50	90.08±0.04	87.74±0.42	84.59±0.19
60	90.64±0.11	88.60±0.09	85.81±0.19
70	91.06±0.17	88.90±0.06	86.38±0.16
Kurşun	54.62±0.10	49.97±0.55	47.36±0.31

**5.Yenilikçi (İnovatif) Yönü:** Yapılan diğer çalışmalarda polimer ve metal bileşikleri kullanılmıştır ve genel olarak X-ışını ve gama radyasyonunu durduruculukları test edilmiştir. Yue ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada kurşunun yerine tungsten ve hidrojenize edilmiş SEBS kopolimerinin kullanılmasıyla yeni bir materyal elde edilmiştir. Yue ve arkadaşlarına göre %85 Oranın tungsten metali içeren malzeme 9 ve 12 MeV enerji aralığında radyoterapi için yeterli olabilir. Kurşun ile kıyaslandığında yeni malzemenin sadece elektronları zırhlamada değil ayrıca Bremsstrahlung radyasyonunu azalttığı saptanmıştır (Yue et al., 2009). Robert R. Durkee ise kurşun yerine kullanılacak yüksek yoğunluklu kompozitlerle çalışmıştır. Bu çalışmada Durkee kurşun ile bakır, bronz, demir gibi metaller ve patentini aldığı kendi sentezlediği polimer kompozit metali (yoğunluğu 11g/cm<sup>3</sup>) karşılaştırmıştır. Guetersloh ve arkadaşları polietilenin kozmik ışıklı ortamlardaki radyasyon zırhlama yeteneğinin simülasyonunu yapmışlardır. Çalışmalarında polietilen gibi hidrojenli ve hafif elementlerin uzay araçlarının gövdesinde, kozmik ışıklara karşı zırhlama etkisinin alüminyuma göre daha çok olmasını bekliyorlardı. (Guetersloh et al., 2006).

**6.Uygulanabilirlik :** Yapılan bu çalışmada gama radyasyonuna karşı durduruculuğu ve elastikiyeti yüksek malzeme üretilmiştir Mevcut şartlar altında projemiz ticari bir ürüne dönüştürülebilir. Uygulanabilirliğinde mevcut riskler tespit edilmemiştir.

## 7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Marka	Kod	Açıklama	Ni	M	H	T	A	E	E	K	A	O
			S	Y	Z	B.Fiya	g.Mik	Y.Tutar	k	S	r	c
						um	şar	l	m	m	k	k
MERCK	112349	Tantalum Powder			25 GR	268,00 €	1	268,00€				
AOJIA		Eva			1 kg	\$0,75	1	\$0,75				
<b>İşin tanımı</b>												
<b>Literatür Taraması</b>			x	x	x	x	x	x	x	x		
<b>Arazi Çalışması</b>				x	x	x						
<b>Verilerin Toplanması ve Analizi</b>				x	x	x	x	x	x	x		
<b>Proje Raporu</b>											x	x

### Kullanılan Cihazlar Ve Kimyasallar

\*EVA (Elvax 3120, Dupont)\*Tantal (12µm) (Sigma Aldrich Chemistry)\*Am-241 Nokta Kaynağı \*Cs-137 Nokta Kaynağı \*I-131Kaynağı \* DSM Xplore Microcompounder cihazı Geiger Müller Dedektörü LX-D Analog Shoremetre

### 8.Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Günümüzde yaygınlaşan nükleer uygulamalardan dolayı bu alanlarda çalışanların radyasyona maruz kalması kaçınılmazdır.Bu nedenle maruz kalmanın etkisini azaltabilmek için zırhlama önem taşımaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, gama ışınları gibi radyasyonlardan korunmak için yüksek yoğunluklu metal ve toksik etkisi olmayan, hafif, ince ve şekil verilebilen bir malzeme üretilmesidir.

**9.Riskler:**Projeyi olumsuz yönde etkileyecek unsurlar (riskler) tespit edilmemiştir.Proje hayata geçirilirken ortaya çıkabilecek problemler tanımlanmamıştır

### 10.Proje Ekibi

**Takım Lideri: Mustafa PAZARCIK**

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Mustafa PAZARCIK	Takım lideri	Özel İlgi Fen Lisesi	Proje fikrini veren ve proje yürüttüğü
Asya Ceren TEMEL	Takım üyesi	15 Temmuz Şehitler Anadolu Lisesi	Proje Yardımcı Elaman
Gülnaz PAZARCIK	Danışman	15 Temmuz Şehitler Anadolu Lisesi	Danışman ve akademik yardım

### 11.Kaynaklar

**Cember, H. and Johnson, T.E.**, 2009, Introdution to Health Physics. *The McGraw-Hill Companies, Inc.*, 873p.

**Durkee III, R. R.**, 2006, High-density composites replace lead. *Composites in Manufacturing*, 22.3: 1-7pp.

Etilen Türevleri ve Prosesleri, 2010, *T.C M.E.B Kimya Teknolojisi*, 81s.



**Guetersloh, S., Zeitlin, C., Heilbronn, L., Miller, J., Komiyama, T., Fukumura, A. and Bhattacharya, M., 2006,** Polyethylene as a radiation shielding standard in simulated cosmic-ray environments. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 252(2), 319-332pp.

**Hallenbeck, W.H., 1994,** Radiation Protection. *Lewis*, 269p.

**Ivanova, T., Malatara, G., Bliznakova, K., Kardamakis, D., and Pallikarakis, N., 2007,** Studies on the attenuating properties of various materials used for protection in radiotherapy and their effect of on the dose distribution in rotational therapy. In *11th Mediterranean*

