



## RADYASYON KORUYUCU TEKSTİL ÜRÜNLERİ

Naciye Sündüz OĞUZ<sup>a,\*</sup>, Feyza AKARSLAN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Kastamonu Üniversitesi, Araç Rafet Vergili Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Kastamonu, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazarın e-posta adresi: noguz@kastamonu.edu.tr

**Gönderim Tarihi:** 15.02.2018

**Kabul Tarihi:** 17.04.2018

### Özet

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte günlük hayatta pek çok radyasyon kaynağına maruz kalınmaktadır. Bununla beraber sağlık sektörü çalışanları açısından da radyasyona maruz kalınması radyasyon koruyucu ürünlerin önemini arttırmıştır. Bu amaçla radyasyondan korunmada zaman, mesafe ve zırh olmak üzere üç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en etkin olanı zırhlama olup sağlık açısından bazı riskler taşımaktadır. Bu yüzden son yıllarda alternatif ürünler geliştirilmektedir. Bu çalışmada tekstil ürünlerinden faydalanılarak üretilen radyasyon koruyucu tekstil ürünleri hakkında bilgi verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Radyasyon, Zırhlama, Koruyucu Tekstil.

## RADIATION PROTECTIVE TEXTILE PRODUCTS

### Abstract

With the development of technology, many radiation sources are exposed in daily life. However exposure to radiation in terms of healthcare staff has increased the importance of radiation protection products. For this purpose, three methods are used in radiation protection: time, distance, shielding. The most effective of these methods is shielding but there are some risks in terms of health. Therefore, alternative products are being developed in recent years. In this study, information was given about radiation protective textile products produced by using textile products.

**Key words:** Radiation, Shielding, Protective Textile.

## 1. GİRİŞ

Teknik tekstiller, teknik ve işlevsel özellikleri için üretilen tekstil ürünleridir. Teknik tekstiller mukavemet, takviyelendirme, elastikiyet gibi mekanik özelliklere; filtrasyon, izolasyon, iletkenlik, drenaj, su geçirmezlik, emicilik gibi değiştirme özelliklerine; mikroorganizmalara karşı koruma, dokulara uyumluluk, biyolojik olarak bozunabilme gibi insan sağlığı ile ilgili özelliklere; mekanik, kimyasal, elektriksel, ısı, radyasyon gibi durumlardan koruma özelliğine sahiptir (Ekmen, 2005).

Tarım, bahçivanlık, ormancılık ve su ürünlerinde kullanılan zirai tekstiller; bina ve inşaatlarda kullanılan inşaat tekstilleri; giysi ve ayakkabılarda kullanılan teknik giysiler; jeolojik ve inşaat alanında kullanılan jeotekstiller; mobilyalarda, döşemelerde, yer kaplamalarında kullanılan ev tekstilleri; hijyenik ve tıbbi ürünlerde kullanılan tıbbi tekstiller; kara, hava, deniz, demir yollarında kullanılan taşıt tekstilleri; çevre koruma amaçlı kullanılan çevre tekstilleri; ambalajlamada kullanılan ambalaj tekstilleri; mekaniksel, kimyasal, radyasyondan koruma gibi kişisel ve mülki koruma sağlayan koruyucu tekstiller; spor ve boş zaman aktivitelerinde kullanılan spor teknik tekstilleri teknik tekstillerin başlıca kullanım alanlarıdır (Ekmen, 2005).

Elektromanyetik dalgalar ve parçacıklar halindeki enerji emisyonu, yayımı veya aktarımına radyasyon denir (Kuş, 2011). Günlük hayatta doğal yollardan ve teknolojik gelişmelerin getirdiği kolaylıklardan dolayı insan vücudu radyasyondan etkilenmektedir (Emikönel, 2015).

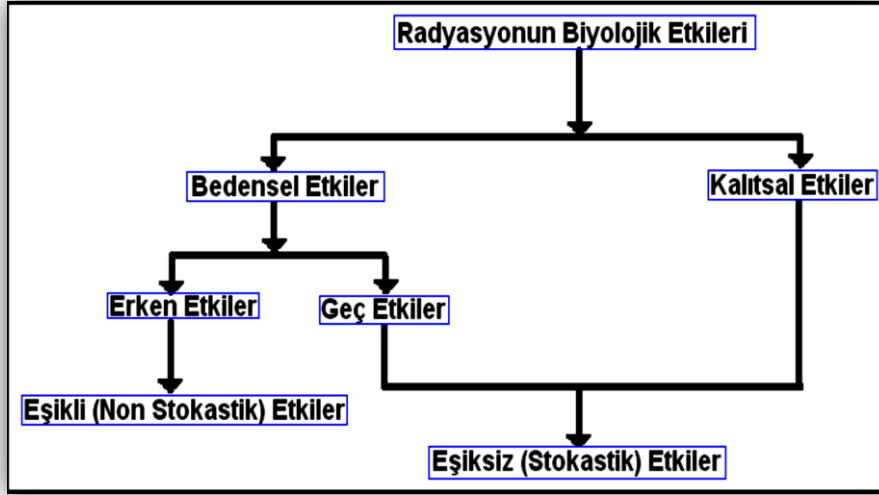
Radyasyon kanser gibi hastalıkların teşhis ve tedavisinde, nükleer santrallerde enerji üretiminde, sanayi cihazlarının üretim aşamalarındaki ölçümlerde, güvenlik noktalarında, tohum ıslahında patojen mikroorganizmaların uzaklaştırılması işleminde, nükleer silahlarda, televizyon ve paratoner gibi tüketici ürünlerinde, arkeolojik kazılarda elde edilen bulguların yaşlarının tespitinde, adli tıpta, kaçak su tespiti gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Kaçar, 2006).

Radyasyonun insan sağlığına olan zararlarını minimize etmek için zırh kıyafetleri tercih edilmektedir. Günümüzde kullanılan zırh kıyafetleri genel olarak kurşundan üretilmektedir. Fakat kurşun ağır ve toksik bir metaldir, solunum ve sindirim yoluyla vücuda nüfuz eder, vücuttan atımı da oldukça geçtir. Vücuda nüfuz eden kurşunun merkezi sinir sistemi üzerinde de olumsuz etkisi vardır (Kılınçarslan vd., 2015). Bu yüzden kurşuna alternatif radyasyon koruyucu, sağlıklı ürünler üretmek için tekstil sektöründe disiplinler arası çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda kumaşlara kaplama ve emdirme işlemleri uygulanmış ya da iplik üretimi esnasında radyasyon koruyucu malzemeler kullanılarak radyasyon koruyucu tekstil ürünleri elde edilmiştir.

## **2. RADYASYONUN İNSAN SAĞLIĞINA ZARARLARI**

Radyasyonun insan sağlığına zararları; deride kızarıklık, saç ve kıllarda dökülme, geçici veya sürekli kısırlık, bulantı, ishal, kusma, kansızlık gibi akut etkiler; kanser, yaşam süresinin kısalması, cenin ve gelişmesi üzerindeki etkileri gibi kronik etkiler; üreme hücrelerinde meydana gelen etkiler gibi kalıtsal etkilerdir. Çernobil kazası sonucu meydana gelen etkiler radyasyonun kalıtsal etkisidir. Bu etkiler Şekil 1’de gösterilmiştir (Çetin, 2011).

İnsan vücudundaki hücrelerin farklı özellikte olması, radyasyona karşı gösterdikleri tepkinin de farklı olmasına sebep olmuştur. Kişinin yaşı, cinsiyeti, radyasyona maruz kalan bölge, sağlık durumu, hücrelerin bölünme sıklığı, dokuların oksijen yoğunluğu nedeniyle radyasyonun insan sağlığına vereceği etki de farklıdır (Emikönel, 2015)..



Şekil 1. Radyasyonun biyolojik etkileri (Çetin, 2011)

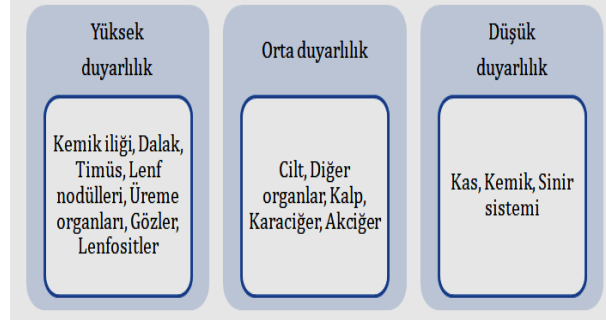
Çizelge 1.’de günlük hayatta sık olarak kullanılan elektrikli ev aletlerinin elektrikli alan şiddetleri gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde günlük hayatta sık olarak kullanılan bu cihazların insan sağlığı açısından tehdit oluşturduğu ve bu yüzden bu cihazların kullanımı esnasında dikkatli olunması gerektiği görülmektedir. Cihazlar yakın mesafede uzun süreli kullanılmamalı ve radyasyona karşı koruyucu malzemeler kullanılmalıdır (Palamutçu ve Dağ, 2009).

Çizelge 1. Günlük hayatta sık kullanılan elektrikli ev aletlerinin elektrik alan şiddetleri (Palamutçu ve Dağ, 2009)

| Elektrikli Cihaz     | Elektrik Alan Şiddeti (v/m) |
|----------------------|-----------------------------|
| Stereo radyo         | 180                         |
| Ütü                  | 120                         |
| Buzdolabı            | 120                         |
| Mikser               | 100                         |
| Tost makinesi        | 80                          |
| Saç kurutma makinesi | 80                          |
| Renkli TV            | 60                          |
| Kahve makinesi       | 60                          |
| Elektrikli süpürge   | 50                          |
| Elektrikli fırın     | 8                           |
| Ampul                | 5                           |

Radyasyona karşı insan vücudunun duyarlılık seviyeleri yüksek, orta ve düşük duyarlılık olmak üzere Çizelge 2.’de gösterilmiştir. Bu yüzden radyasyon ışınlarından mümkün olduğunca uzak kalınmalı, radyasyon ile çalışan personel ve hastaların sağlığı açısından yararı olmayan radyasyon uygulamalarına izin verilmemeli, alınacak doz miktarı düşük tutulmalı, hatalı ve gereksiz radyasyon uygulamalarından kaçınılmalıdır (Molla, 2011).

Çizelge 2. Radyasyona karşı insan vücudunun duyarlılıkları (Emikönel, 2015)



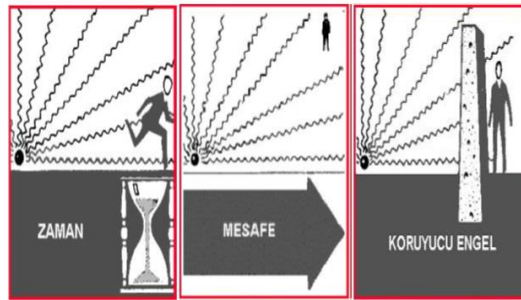
Günlük hayatta radyasyondan uzak kalmak mümkün olmadığı için uluslararası kuruluşlar tarafından maruz kalınması uygun olan doz sınırını belirlenmiştir (Yaren, 2005). Çizelge 3.’de radyasyon ile çalışan kişilerin ve halkın maruz kalabileceği doz sınırı gösterilmiştir. Bu doz sınırlarının aşılmasına dikkat edilmelidir.

Çizelge 3. Radyasyon ile çalışan kişiler ve halk için doz sınırları (Çetin, 2011)

|                    | Radyasyon İle Çalışan Kişiler (mSv/yıl) | Halk (mSv/yıl) |
|--------------------|---|----------------|
| <b>Etkin Doz</b>   | 20                                      | 1              |
| <b>Eşdeğer Doz</b> |   |                |
| <b>Göz</b>         | 150                                     | 15             |
| <b>Cilt</b>        | 500                                     | 50             |
| <b>Kol-Bacak</b>   | 500                                     | 50             |

### 3. RADYASYONDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ

Radyasyondan korunmada zaman, mesafe ve zırh olmak üzere üç yöntem kullanılmaktadır (Molla, 2011). Bu yöntemler Şekil 2.’de gösterilmiştir. Bu üç yöntemden en uygun olan zırhlamadır. Kurşun gibi ağır elementler içeren radyasyon koruyucu zırh kıyafetleri kullanılmaktadır. Bu elementlerin sağlık açısından uygun olmaması ve ekonomik yönden uygun olmaması gibi dezavantajları vardır (Emikönel, 2015).



Şekil 2. Radyasyondan korunma yöntemleri (Molla, 2011)

**Zaman kuralı:** Radyasyona maruz kalınan doz miktarı, doz hızı ile zamanın çarpımı sonucunda elde edilir. Zaman arttıkça doz miktarı da artacağından, doz hızının bilinmesi ile radyasyona maruz kalınacak süre tespit edilir (Molla, 2011).

**Mesafe kuralı:** Radyasyon kaynağına olan mesafenin artması, radyasyon alanının şiddetini azaltır (Molla, 2011).

**Zırhlama kuralı:** Radyasyondan etkilenen kişi ile radyasyon kaynağı arasına kurşun, beton, tuğla, duvar gibi koruyucu malzeme konulmasıdır. Bu malzemelerin yoğunluğu arttıkça zırhlama özelliği de artar (Molla, 2011).

#### 4. RADYASYON KORUYUCU TEKSTİL ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Radyasyon koruyucu tekstil ürünleri üretiminde kaplama, laminasyon, emdirme, iletken iplikler kullanılarak kumaş üretimi, kompozit malzemeler, iletken polimer kullanımı, bikomponent iplik kullanımı gibi yöntemler kullanılmaktadır.

**Kaplama:** Kumaşların yardımcı kimyasal kullanılarak radyasyon koruyucu özelliğe sahip bor, baryum sülfat, tungsten vb. maddelerle rakle vasıtasıyla kaplanması, iletken çözeltiyi köpükle kaplama, iletken bir polimerin kumaş üzerinde sentezlenmesi ile iletken yüzey oluşturma, vakumla kaplama, iyon implantasyon metodu, plazma tekniği ile kaplama işlemleri yapılır (Kılıç vd., 2007; Yılmaz, 2014; Kılınçarslan vd., 2015; Aral vd., 2016).

**Laminasyon:** Kumaşlara iletken yüzeylerin laminasyonu gerçekleştirilir (Cheng, 2000).

**Emdirme:** Kumaşların radyasyon koruyucu özelliğe sahip baryum sülfat gibi maddelerle fulardan geçirilmesiyle emdirme işlemi uygulanır (Kılınçarslan vd., 2015).

**İletken İplikler Kullanılarak Kumaş Üretimi:** Bakır ve gümüş gibi maddeler kullanılarak elde edilen ipliklerden tekstil yüzeyleri elde edilir (Duran, 2011).

**Kompozit Malzemeler:** Karbon, grafit veya metal partiküller kullanılarak kompozit lifler elde edilir (Ersoy ve Önder, 2008).

**İletken Polimer:** Polianilin, polipirol esaslı iletken polimerlerle kaplama yapılabilir, iletken özelliğe sahip lifler bu polimerler ile üretilir (Yılmaz, 2014).

**Bikomponent İplikler:** Bikomponent iplik üretilerek kumaş elde edilir (Ulçay ve Eren 2015).

#### 5. RADYASYON KORUYUCU KUMAŞ ALANINDA YAPILAN LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Duran (2011), bakır ve gümüşün elektromanyetik koruyuculuk etkisini incelemek için bu ürünleri kullanarak elde edilen iplikler kumaşa dâhil edilmiş ve günlük hayatta yaygın olarak kullanılan cihazların dalga yayılım frekanslarında kumaşlar test edilmiştir. Kumaşa iletken malzeme eklenmesinin elektromanyetik koruyuculukta olumlu etkisinin olduğu gözlenmiştir.

Molla (2011), alpaka ve yangına dayanıklı kumaşlara tek, çift, üç, dört kat olacak şekilde mikron ölçeğinde barit uygulanmış, bu kumaşların radyasyon tutuculuk özelliğine

bakılmıştır. Kat sayısının artmasının kumaşların radyasyon tutuculuk özelliğini arttırdığı görülmüştür.

Okyay vd. (2011), içi oyuk iğ kaplama yöntemi kullanılarak üretilen kompozit iplikler ve farklı metal iplikler kullanılarak dokuma kumaş elde edilmiş, üretilen kumaşların elektromanyetik ekranlama etkinliği ölçülmüştür. Paslanmaz çelik tel içeren bezayağı kumaşın, gümüş kaplı bakır tel içeren kumaşa göre daha iyi elektromanyetik ekranlama özelliği görülmüştür. Dimi kumaşlarda ise benzer elektromanyetik ekranlama özelliği görülmüştür.

Örtlek (2011), farklı numaralarda pamuk ipliği ve farklı inceliklerde çelik tel kullanılarak elde edilen kompozit ipliklerden süprem kumaş elde edilmiştir. Çelik tel kullanılarak elde edilen kompozit iplikten üretilen kumaşın, %100 pamuk kumaşa göre daha iyi elektromanyetik ekranlama özelliği gösterdiği görülmüştür.

Özkan (2011), kesikli pamuk/karbon ipliği, kesikli pamuk/gümüş ipliği, gümüş filament ipliği ve Thermolite ®, Coolmax®, Promodal®, Thermocool ®, Tencel ® fonksiyonel liflerinden üretilen ipliklerden üç boyutlu boşluklu örme kumaş üretilerek kumaşların elektromanyetik ekranlama etkinliği ve konfor özelliği incelenmiştir. Filament haldeki iletken ipliklerden elde edilen yüzeyin diğer ipliklerden elde edilen yüzeye göre daha iyi elektromanyetik ekranlama özelliği gösterdiği görülmüştür. Ayrıca kumaşların termofizyolojik konfor sağladığı görülmüştür.

Yaşar (2011), baryum ve iyot kontrast maddeleri kullanılarak kurşuna alternatif üretilen eldivenin X ışını geçirgenliği ölçülmüş ve radyasyon koruyucu özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Aydın ve Karakan Günaydın (2012), yüksek performanslı lifler ve koruyucu tekstiller hakkında bilgi verilmiştir. Elektromanyetik koruyucu tekstillerde esnek, hafif, düşük maliyetli ürünlerin günümüzde tercih edildiği, daha fonksiyonel şekilde bu ürünlerin üretileceğini ve kullanımının giderek artacağı belirtilmiştir.

Demirel (2012), farklı oranlarda çok duvarlı karbon nanotüp, formik asit ve farklı konsantrasyonlarda poliamid 6 kullanılarak elde edilen nanoliflerin elektromanyetik kalkanlama özellikleri incelenmiştir. Çok duvarlı karbon nanotüp içeren yüzeylerin elektromanyetik koruyucu özelliğe sahip olabileceği görülmüştür.

Müjde (2012), radyasyona maruz kalan kişilerin radyasyondan az da olsa korunmalarını sağlamak ve uygun olan lifi tercih etmeleri açısından pamuk, poliester, pamuk-poliester, akrilik, poliamid-akrilik, yün-akrilik kumaşların kütle soğurma katsayıları hesaplanmıştır. En fazla radyasyon tutuculuğuna poliester katkılı ürünlerin sahip olduğu, en az radyasyon tutuculuğuna ise yün ve pamuk katkılı ürünlerin sahip olduğu görülmüştür.

Akkurt vd. (2013), penye ve alpaka kumaşlar farklı oranlarda bor ve barit ile kaplanmıştır. Barit oranı fazla olan bu kumaşların nötron ölçümleri yapılmıştır. Bor oranının artmasının

kumaşların nötron zırlama özelliğini arttırdığı ve penye kumaşın alpaka kumaşa göre daha iyi nötron zırlama özelliğine sahip olduğu görülmüştür.

Zıraplı (2013), pamuklu kumaşlar mikron boyutta bor karbür ile kaplanıp elektromanyetik ekranlama özelliği incelenmiştir. Fakat istenilen elektromanyetik koruyuculuk sağlanmamış, nano boyutta bor karbürün kullanılması ve bor karbürdeki karbon oranının artırılması ile istenilen özelliklerin sağlanabileceği belirtilmiştir.

Yılmaz (2013), pamuk, poliester ve pamuk-poliester kumaşlar farklı konsantrasyonlarda iletken pirol ile kaplandıktan sonra elektromanyetik kalkanlama özellikleri, FTIR ve eğilme dayanımı incelenmiştir. En iyi elektromanyetik kalkanlama özelliğinin her bir kumaş için kullanılan en yüksek konsantrasyonda olduğu görülmüştür. Pamuklu kumaşın en iyi eğilme dayanımına sahip olduğu ve pirolün kumaşa kimyasal olarak bağlandığı fakat poliester ile çok iyi bağ yapmadığı görülmüştür.

Qing vd. (2014), çok duvarlı karbon nanotüp, baryum titanat ( $BaTiO_3$ ), silika ile elde edilen kompozitlerin elektromanyetik kalkanlama özellikleri incelenmiştir. Çok duvarlı karbon nanotüpün konsantrasyonu ve sıcaklık arttıkça elektromanyetik kalkanlama özelliğinin de arttığı görülmüştür.

Akkurt vd. (2015), farklı oranlarda barit kullanılarak pamuk-poliester kumaşlar üzerine kaplanmış ve numunelerin radyasyon soğurma özellikleri incelenmiştir. Barit oranının artmasıyla radyasyon soğurma özelliğinin arttığı görülmüştür.

Aral vd. (2015), kurşuna alternatif olarak düşünülen tungsten, bizmut ve baryum sülfat tozları pamuklu kumaşlara uygulanmış, X ışını zayıflatma oranları kıyaslanmış, bizmut kaplı kumaşın diğer kumaşlara göre daha iyi özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Emikönel (2015), terikoton, pamuk, pamuk-poliester kumaşları farklı oranlarda barit ile kaplayarak radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır. Radyasyon soğurmasında baritin önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür.

Maghrabi vd. (2015), poliester kumaşlar bizmut oksit ( $Bi_2O_3$ ) ile kaplanılarak X ışını uygulanmıştır. Kumaşların X ışını koruyuculuklarına bakıldığında %50’den fazla oranda  $Bi_2O_3$  uygulanmış kumaşların X ışınlarına karşı koruyucu olduğu görülmüştür.

Ulçay ve Eren (2015), nano demir oksit katkılı bikomponent poliester iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu ipliklerden iki farklı sıklıkta örme kumaş dokunmuştur. Kumaşların elektromanyetik radyasyondan koruma özellikleri ölçülmüş, sık dokunan kumaşın elektromanyetik radyasyondan koruma etkinliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Qu vd. (2015), üretim esnasında eğirme çözeltilisine baryum sülfat ilave ederek ürettikleri viskoz lifini örme işlemi ile kumaşa dâhil ettikten sonra kumaşların radyasyon tutuculuğunun baryum sülfat oranının artması ile X ışını zayıflatma oranının arttığı ve 20 kez yıkamadan sonra bile numunelerin mukavemetlerinin iyi olduğu görülmüştür.

Aral vd. (2016), %100 pamuklu kumaşlar tungsten ve baryum sülfat ile kaplanarak kumaşların X ışını zayıflatma özellikleri, eğilme dayanımı ve SEM analizi incelenmiştir. Tungsten ile kaplanmış kumaşın daha iyi X ışını koruyuculuk özelliğine, yüksek eğilme dayanımına ve daha düzgün bir yüzeye sahip olduğu görülmüştür.

Doğan vd. (2016), 0-2 yaş grubu bebekleri elektromanyetik dalgalardan korumak için polimer kompozit yapıda ana kucağı geliştirilmiştir. Çalışmada karbon, kevlar, cam, karbon-kevlar kumaşları farklı örgü tiplerinde kullanılarak epoksi reçine ve sertleştirici kullanılarak kompozit numuneler elde edilmiştir. Bezayağı örgü yapısındaki karbon lifi kullanılan kompozit ile 3/1 dimi örgü yapısına sahip karbon-kevlar lifi karışımli kompozit yapıların diğer numunelere göre daha iyi elektromanyetik kalkanlama özelliğine sahip olduğu görülmüştür.

Maghrabi vd. (2016), baryum sülfat ( $BaSO_4$ ), ve baryum sülfat/bizmut oksit ( $BaSO_4/Bi_2O_3$ ) ile kaplanan naylon 6,6 dokuma kumaş X ışınlarına maruz bırakılmış ve deney sonuçları XCOM bilgisayar programı ile kıyaslanmıştır. Deney sonuçları ile XCOM bilgisayar programı sonucunda elde edilen bilgilerin birbiri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Aral vd. (2017), %100 pamuklu kumaşları tungsten, bizmut ve baryum sülfat ile kapladıktan sonra X ışınlarına koruyucu özellikte olan bu ürünlere dikiş işlemi uygulanarak dikiş işleminin kumaş yüzeyine olan etkisini incelemek için SEM analizi yapılmıştır. SEM analizi incelendiğinde en fazla açıklığın baryum sülfat kaplı kumaşta olduğu görülmüştür.

## 6. SONUÇ

Yüksek doz radyasyonun kansere yol açtığı bilinen bir gerçektir. Sağlıkta, teknolojiye ve endüstride kullanılan radyasyon kaynakları ile çalışan insanların sağlıklarını korumak amacıyla radyasyon ışınlarını iyi soğuran zırh kıyafetleri giymeleri gerekmektedir. Bu kıyafetler genellikle başta kurşun olmak üzere ağır elementler ile yapılmaktadır. Ancak kurşun gibi ağır elementler ekonomik ve fonksiyonel olmamakla birlikte sağlık açısından da riskler taşımaktadır. Bu yüzden özellikle radyasyon kullanılan merkezlerde koruyucu amaçlı alternatif giysilerin düşünülmesi gereği doğmuştur. Radyasyon koruyucu ürünlerin üretiminde tekstil sektörü büyük öneme sahiptir. Bu amaçla kurşuna alternatif olarak kumaşlar farklı mamullerle kaplanmakta ya da iplik üretim aşamasında radyasyon koruyucu özellikte malzemeler kullanılarak elde edilen ipliklerden yapılan radyasyon koruyucu kumaşlar üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. İleride de daha fonksiyonel ürünlerin üretilmesi beklenmektedir.

## KAYNAKLAR

Akkurt, İ., Akarşlan, F., Günoğlu, K., Kılınçarslan, Ş., Üncü, İ.S., Demiralay, H., 2013. Bazı Kumaş Türlerinin Nötron Zırhlama Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(3), 63-65.

Akkurt, İ., Emikönel, S., Akarşlan, F., Günoğlu, K., Kılınçarslan, Ş., Üncü, İ.S., 2015. Barite Effect on Radiation Shielding Properties of Cotton–Polyester Fabric. Special issue of the



International Conference on Computational and Experimental Science and Engineering. 128(2B):B-53-B-54.

Aral, N., Nergis F.B., Candan, C., 2015. An alternative X-ray Shielding Material Based On Coated Textiles. *Textile Research Journal*, 86(8), 803-811.

Aral, N., Nergis, F.B., Candan, C., 2016. Investigation of X-Ray Attenuation and The Flex Resistance Properties of Fabrics Coated with Tungsten and Barium Sulphate Additives. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 26(2), 166-171.

Aral, N., Nergis, B., Candan, C., Tümsek, A.O., Bozkurt, T.Y., Gür, İ.G., 2017. An Investigation on Sewability of X-ray Protective Fabrics. 17th World Textile Conference AUTEX 2017-Textiles- Shaping the Future.

Aydın, Ö., Karakan Günaydın, G., 2012. Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Koruyucu Tekstiller. *Akdeniz Sanat Dergisi*, 7(4), 85-88.

Balcı, H., 2006. Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller, Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 251 s, Adana.

Cheng, K.B., 2000. Production and Electromagnetic Shielding Effectiveness of the Knitted Stainless Steel/Polyester Fabrics. *Journal of Textile Engineering*. Vol. 46, no.2, pp. 42-52.

Çetin, H., 2011. Tıbbi Amaçlı X Işını Uygulamalarında Radyasyondan Korunmak Amacıyla Kullanılan Kurşunlu Önlük Malzemelerine Alternatif Olarak Üretilen Kurşunsuz Örneklerin Soğurma Özelliklerinin İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Medikal Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59 s, İzmir.

Demirel, N., 2012. Elektro Çekim Yöntemiyle Elektromanyetik Kalkanlama Özelliğine Sahip Nanolif Üretimi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 159 s, İstanbul.

Doğan, S., Kukul, T., Evin, M., Gören, A., 2016. Elektromanyetik Kalkanlama Özellikli Polimer Kompozit Yapıya Sahip Ana Kucağı Geliştirilmesi. 2015-2016 Öğretim Yılı Disiplinler Arası Proje Yarışması. İzmir.

Duran, D., 2011. Tekstillerin Elektromanyetik Korumada Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 218 s, İzmir.

Ekmen, Ö., 2005. Hortumlarda Kullanılan Teknik Tekstil Yapıları Hakkında Bazı Çalışmalar. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 132 s, İzmir.

Emikönel, S., 2015. Barit Kaplanmış Bazı Kumaş Türlerinin Radyasyon Soğurma Özelliklerinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 71 s, Isparta.

Eren, S., Ulcaş, Y., 2015. Production of Bi-Component Polyester Fibres for EMR (Electromagnetic Radiation) Protection and Examining EMR Shielding Characteristics. Tekstil ve Konfeksiyon, 25(2), 140-147.

Ersoy, M.S., Önder, E., 2008. Shielding Textiles Against Electromagnetic Radiatio. International Nonwoven Technical Textiles Technology Magazine, 1.Çeyrek.Sayı:18,52-61.

Kaçar, A., 2006. Yapılarda Radyasyon Kalkanı Olarak Kullanılan Barit Agregalı Ağır Beton Elemanların Zırh Kalınlık Hesaplarının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 60s, Isparta.

Kılıç, G., Örtlek, H.G., Saraçoğlu, Ö.M., 2007. Elektromanyetik Çevre Kirliliği ve Bu Kirlilikten Korunmada Tekstil Çözümleri. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 67(14), 1-41.

Kılınçarslan, Ş., Akkurt, İ., Üncü,S., Akarşlan, F., Molla, T., Karpuz, N., Çankaya, Ş.F., 2015. “Baritli Kumaş Üretimi ve Radyasyon Zırhlama Özelliklerinin Araştırılması.” TÜBİTAK Sonuç Raporu. 112M373.