



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 02.12.2020
Kabul Tarihi : 10.12.2020

Received Date : 02.12.2020
Accepted Date : 10.12.2020

İŞYERİ-KONUT İÇ MİMARİSİNDE KULLANILAN LİF LEVHALARIN RADYASYON VE ELEKTRİK YALITIMININ İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF RADIATION AND ELECTRICAL INSULATION OF FIBER BOARDS USED IN WORKPLACE - HOUSE INTERIORARCHITECTURE

Cebrail AÇIK^{1*} (ORCID: 0000-0002-1094-6946)

Ahmet TUTUŞ² (ORCID: 0000-0003-2922-4916)

¹ 125.Yıl Meslek Okulu, Mobilya ve İç Mekân Tasarım Alanı, Kahramanmaraş, Türkiye

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman endüstri mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Cebrail AÇIK, cebrail46@hotmail.com

ÖZET

Son yıllarda küresel çapta dijital teknolojinin artması, çevrimiçi uygulamaların yaygınlaşması, pandemi gibi birbirine bağlı sebeplerden dolayı, hayatın büyük bir bölümü iç mekânlarda geçmektedir. Bu nedenle yaşam konforu ve güvenliği açısından parke, lambri gibi iç mekân donatılarının radyasyon veya elektrik akımları karşısındaki yalıtım kabiliyetlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, işyeri-konut iç mimarisinde en çok kullanılan farklı özelliklerdeki lif levhalara, 8.9 mCi aktiviteli (663 keV enerjili) Cs-137 gama radyoizotop kaynağından ışınlama ve 1000 Volt doğru gerilim uygulanmıştır. Lif levhaların kalınlık, malzeme yoğunluğu ve farklı yüzey kaplama değişkenlerine bağlı, radyasyon ve elektrik yalıtım kabiliyetleri incelenmiştir.

Sonuç olarak, lif levhaların kalınlığı, yoğunluğu ve yüzey kaplamasının, malzemelerin radyasyon ve elektriksel yalıtım kabiliyetlerini farklı oranlarda etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İç mimari, lif levha, yalıtım

ABSTRACT

Due to interdependent reasons such as the increase in digital technology globally in recent years, the pandemic and the widespread use of online applications, a large part of life passes indoors. For this reason, it is necessary to know the insulation properties of interior fittings such as parquet, paneling against radiation or electric currents in terms of life comfort and safety.

In this study, irradiation from a Cs-137 gamma radioisotope source with 8.9 mCi activity (663 keV energy) and 1000 Volt direct voltage were applied to the most commonly used fiberboards in workplace-residential interior architecture. Radiation and electrical insulation capabilities of fiberboards depending on thickness, material density and different surface coating variables were investigated.

As a result, it was determined that the thickness, density and surface coating of the fiberboards affect the radiation and electrical insulation capabilities of the materials at different rates.

Keywords: Interior architecture, fiberboard, insulation

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Cebrail AÇIK, cebrail46@hotmail.com

ToCite: AÇIK, C., & TUTUŞ, A., (2021). İŞYERİ-KONUT İÇ MİMARİSİNDE KULLANILAN LİF LEVHALARIN RADYASYON VE ELEKTRİK YALITIMININ İNCELENMESİ. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 42-52.

GİRİŞ

Günümüzde oldukça yaygın kullanılan cep telefonları, bilgisayarlar, saç kurutma makineleri, mikrodalga fırınlar, televizyonlar, ütüler, klima ve elektrikli ısıtıcılar, fotokopi makineleri, otomobiller, yüksek gerilim hatları, baz istasyonları, elektronik haberleşme ağları, radyo ve televizyon vericileri, uydu iletişim sistemleri, askeri savunma sistemleri, radarlar, otomobil ateşleme sistemleri, tıbbi cihazlar ve daha pek çok elektrik-elektronik cihazlar ve sistemler çalışırken kasıtlı veya kasıtsız olarak çevreye elektromanyetik radyasyon yayarlar. Çeşitli frekans aralıklarındaki ışınımlar elektronik cihazların çalışma verimlilikleri üzerinde bozucu etki oluşturdukları gibi bitkiler, hayvanlar ve insanlar üzerinde de olumsuz etkiler oluşturabilirler (Demiröz, 2020).

Elektronik sistemler ve cihazlar üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinen elektromanyetik alanlar, insan sağlığı açısından da tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle, elektromanyetik alanların neden olduğu zararları azaltmak amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir kısmını istenmeyen elektromanyetik dalgaların kalkanlanması amacı ile oluşturulan yeni malzemelerin üretilmesi oluşturmaktadır (Kaya ve Çiftçi, 2017).

Birbirlerinin zayıf yönlerini dengeleyerek üstün özellikler elde etmek amacıyla bir araya getirilmiş değişik tür malzemelerden veya fazlardan oluşan malzeme sistemine kompozit malzeme denilmektedir. Kompozit malzemelerin kullanımı metallere göre sağladıkları üstün özellikler nedeni ile gün geçtikçe artmaktadır. Kompozitlerin özgül ağırlıklarının düşük oluşu, bu malzemelerin hafif konstrüksiyonlarda kullanımında büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bunun yanında lif takviyeli kompozit malzemelerin korozyona dayanımları, ısı, ses ve elektrik ızalasyonu sağlamaları da ilgili kullanım alanları için bir üstünlük sağlamakta ve iç mekân dekorasyonunda kullanımını artırmaktadır (Yılmaz, 2014).

Mehagany (*Swietenia macrophylla*), yağmur ağacı (*Albizia saman*) ve mango (*Mangifera indica*) ağaçlarından elde edilen ahşap örneklerinin, düşük ve yüksek enerjili gama ve nötron ışınları karşısındaki zayıflatma katsayıları, cam elyafı ve hint keneviri elyafı takviyeli polimer kompozit numuneleri ile karşılaştırılmıştır. Cam elyaf ve hint keneviri kompozitlerinin, nötron ışını karşısında daha iyi bir koruma değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yağmur ağacı odununun, düşük ve yüksek enerjili gama foton ışınları karşısında tatmin edici bir zayıflatma kapasitesi sergilediği açıklanmıştır (Shamsuzzaman vd., 2019).

Borik asitle empenye edilmiş karaçam (*Pinus nigra Arnold subsp. pallasiana*) odununun radyasyon lineer zayıflatma katsayısı ile kütle zayıflatma katsayısının foton enerjisi arttıkça azaldığı bulunmuştur. Emprenyeli odunun radyasyonu zırlama özellikleri, yüksek yoğunluğu ve bor elementi içeren kimyasal bileşimi nedeniyle empenyesiz türünden daha yüksek çıkmıştır (Özkan, 2020).

İç mimaride kullanılan dekor amaçlı ticari olarak üretilmiş olan dört farklı duvar kâğıdının elektromanyetik kalkanlama etkinlikleri araştırılmıştır. Ancak ticari duvar kâğıtlarının pratikte elektromanyetik kalkanlama özelliklerinin olmadığı tespit edilmiştir (Demiröz, 2020).

Farklı yoğunluklarda ve çeşitli kalınlıklarda duvar kâğıtları hazırlanarak, kurşun nitrat kaplamalı duvar kâğıtlarının radyasyon soğurma özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bu duvar kâğıtlarının soğurma özellikleri kalınlığa bağlı olarak artmış ve kurşun nitrat kaplı duvar kâğıtlarının diğer malzemelerle birlikte radyasyon zırlamada kullanılabileceği belirtilmiştir (Kavun, 2019).

Atık asidik linter lifleri üzerine, nano boyutta metal oksitler kimyasal olarak çöktürülmüş, karakterize edilmiş ve duvar kâğıdı kuşe harcında kullanılarak elde edilen duvar kâğıdının radyasyon geçirgenliği ölçülmüştür. Çeşitli nano boyutta metal oksitlerle kaplanmış atık asidik linter liflerinden, çeşitli oranlarda alınarak elde edilen tüm kuşe duvar kâğıtlarının radyasyon zırlamasında olumlu sonuçlar alınmıştır (Öz, 2019).

Farklı oranlarda sodyum tungstat ve sodyum molibdat ile kaplanmış duvar kâğıtlarının beta radyasyon soğurma özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre duvar kâğıtlarının yüzeyini kaplamak için kullanılan kaplama materyallerinde tungstat ve sodyum molibdat yoğunluğu arttıkça ve kaplama kalınlığı arttıkça bu kâğıtların beta radyasyonu soğurma özelliklerinin arttığı görülmüştür (Kavun vd., 2019)

Bir malzemenin radyasyon kalkanlaması ile elektrik iletkenliği veya elektrik yalıtım kabiliyeti birbiriyle ilişkilidir. Radyasyon yalıtımı amacı ile kullanılacak malzeme, dalgaların malzemeye nüfuzunu minimize etmeli ve yüksek manyetik geçirgenliğe ve iyi elektrik iletkenliğine sahip olmalıdır. Çünkü manyetik enerji ısıya çevrilerek absorbe

edilebilir. Yüksek elektrik iletkenliğine sahip malzemeler yüksek frekans aralığında (>300 MHz) elektromanyetik kalkan olarak kullanılabilirler (Yılmaz, 2014).

Selüloz, kâğıt, karton ve diğer selüloziklerin elektrik yalıtkanlığı, moleküler yapılarına, fiziksel yapılarına ve kimyasal bileşimlerine bağlıdır. Ayrıca, malzemenin özelliklerini karakterize eden yoğunluk, nem içeriği, ağaç türleri, anizotropi, yapıştırma ve doldurma maddeleri gibi özellikler ahşap esaslı malzemelerin elektrik yalıtkanlığını etkiler (Torgovnikov, 1993).

Liflerdeki nem içeriği kompozitlerin elektrik iletkenliğini artırır. Isıl işlemin, lif takviyeli kompozitlerin elektrik direncini artırdığı bulunmuştur. Sıcaklıkla birlikte elektrik yalıtım direncinin artması, yüksek sıcaklıkta çift kutuplu moleküler zincirin daha fazla hareket serbestliğinden kaynaklanmaktadır (Pathania ve Singh, 2009).

Yapılan literatür taramalarında malzemenin radyasyon yalıtım özellikleri ile elektriksel özelliklerinin ilişki olduğu açıklanmıştır. Elektromanyetik dalgaların zırhlanması için, kurşun, bakır, kül, bor, sodyum vb. değişik maddelerle ahşap kombinasyonlar hazırlanarak yeni nesil malzemeler üretilmeye çalışılmıştır. Ancak yaygın piyasa koşullarında iç mimaride kullanılabilen elektromanyetik dalgaların zırhlanması amacına yönelik yeni nesil malzemeler pratik hayatta yerini alamamıştır. Çünkü sadece bu amaca yönelik bir malzeme, ekonomiklik, estetik, ısı ve ses yalıtımı, dayanıklılık gibi diğer faktörler karşısında çok özel kalmaktadır. Ayrıca iç mekân donatılarında çok yoğun bir şekilde kullanılan piyasadaki lif levhaların, elektromanyetik dalgaların zırhlama kabiliyetlerinin mevcut pozisyonu yeterince açıklanmamıştır. Bu çalışmada ise, elektromanyetik dalgaların zırhlanması amacına yönelik, mevcut malzemelere bu özelliği kazandırabilecek çalışmalara temel olmak amacıyla, işyeri-konut iç mimarisinde piyasada sıklıkla kullanılan mevcut lif levhaların kalınlık, malzeme yoğunluğu ve farklı yüzey kaplama değişkenlerine bağlı, radyasyon ve elektrik yalıtım kabiliyetleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda tasarım ve kullanıcılara yönelik öneriler getirilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Deneme Materyalleri ve Hazırlanması

Orta ve yüksek yoğunlukta lif levhalar (MDF ve HDF): Kastamonu lif levha fabrikasında üretilen, 8 mm kalınlığında 183x366 cm boyutlarında, 1. sınıf kalitede, 0.90 gr/cm³ yüksek yoğunlukta lif levhalar ve 0.75 gr/cm³ orta yoğunlukta lif levhalar deneme örneği olarak kullanılmıştır.

Yüksek basınç laminatı (HPL): GBS GENTAŞ 4236 marka, 0,8 mm kalınlığında, zeytin ağacı desenli yüksek basınç laminatı, bir grup örnekte yüzey kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır.

Yüksek basınç laminatı kaplanmış orta ve yüksek yoğunlukta lif levhalar (MDF+HPL ve HDF+HPL): Yukarıda özellikleri belirtilen yüksek basınç laminatı, 165 bar basınç altında, 87 °C sıcaklıkta, 5 dakika süreyle, üre formaldehit tutkalıyla presleme makinesinde, yukarıda özellikleri belirtilen lif levhaların her iki yüzeyine kaplanmıştır.

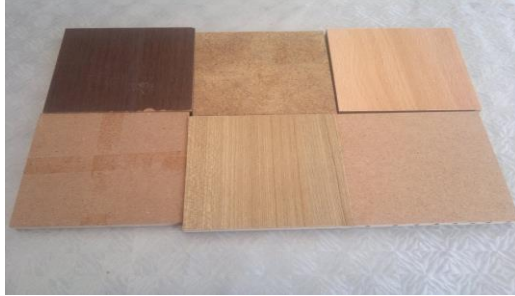
Polivinil klorür (PVC): BAYTEK BAYLAR marka, 0,4 mm kalınlığında wenge desenli Polivinil klorür, bir grup örnekte yüzey kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır.

Polivinil klorür kaplanmış orta ve yüksek yoğunlukta lif levhalar (MDF+PVC ve HDF+PVC): Yukarıda özellikleri belirtilen Polivinil klorür yüzey kaplama malzemesi, 695 vakumda, 50 °C sıcaklıkta, 4 dakika süre kullanılarak, üre formaldehit tutkalıyla, vakumlu preslerde lif levhaların her iki yüzeyine kaplanmıştır.

Melamin reçineli kâğıt (MRK): Kastamonu entegreden temin edilen 0,18 mm kalınlığında, yoğunluğu 70gr/m² olan, melamin reçinesiyle emprenye edilmiş, kayın ağacı desenli kâğıtlar, bir grup örnekte yüzey kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır.

Melamin reçineli kâğıt kaplanmış orta ve yüksek yoğunlukta lif levhalar (MDF+MRK ve HDF+MRK): Yüzey kaplama kâğıtları, 100 bar basınçta, 91 °C sıcaklıkta, 5 dakika süre kullanılarak, üre formaldehit tutkalıyla lif levhaların her iki yüzeyine kaplanmıştır.

Örnekler Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren Şahanlar Ahşap işletmesinde üretilerek 10x10cm boyutlarında kesilmiş olup, deneyler iki farklı yoğunlukta lif levhalara ve bu levhaların üç farklı malzemeyle kaplanmasıyla elde edilen numunelerle birlikte toplam sekiz değişik numenin her çeşidinden 3 tane örneğine uygulanmıştır. Radyasyon ve elektrik yalıtım direnci ve ölçümü için hazırlanmış lif levha ve kaplanmış lif levha örnekleri Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1 Lif levha ve kaplanmış lif levha örnekleri

Metot

Radyasyon yalıtım direnci belirleme metodu

Çalışma, mevcut piyasa koşullarındaki lif levha ve kaplanmış lif levha örneğinin radyasyon geçirgenliklerini incelemeye yönelik olduğundan, herhangi bir standart sınırlaması olmaksızın, oldukça geniş pazar payına sahip Kastamonu lif levha fabrikasında üretilen yarı mamulden, eşit koşullarda işlem yapılarak istenen mamül haline getirilmiştir. Ölçümler, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü Nükleer Araştırmalar Anabilim Dalı Radyasyon Ölçümleri ve Radyoizotop Laboratuvarlarının imkânları kullanılarak belirlenmiştir. Deneylerde kullanılan gama radyoizotop kaynağı; 8.9 mCi aktiviteli (663 keV enerjili) Cs-137 gama radyoizotop kaynağıdır. Deneyler yapılırken; sıcaklık 30°C ve nemlilik oranı %60 olarak ölçülmüş ve tüm deneyler aynı şartlarda yapılmıştır. Ölçümler; 1401K Model Sintilatör dedektör ve çok kanallı analizör ile yapılmıştır. Polimaster marka 1401K Model Sintilatör dedektör radyasyon iletkenliği ölçme cihazı aşağıda Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 Radyasyon iletkenliği ölçüm cihazı ve deney düzeneği

Radyasyon ışın sayımları, dakikada gönderilen ışın sayım sayısına (cpm) göre alınmıştır. İlk önce malzeme olmaksızın yani kalınlık 0'a göre dakikadaki sayım sayısı (tam geçirgenlik) 1.000 kabul edilmek üzere (I_0) belirlenmiştir. Daha sonra malzemenin her kalınlığı için (tek kat, iki kat, üç kat) ayrı ayrı üç net sayımı alınmış ve söz konusu üç sayımın ortalaması (I) alınarak başlangıç sayımına bölünmüştür. Böylelikle malzemenin her kalınlığı için bağıl sayım (I/I_0) değerleri ortaya çıkarılmıştır. Malzemenin radyasyon zırlama kapasitesi bu yöntemle ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra her bir malzeme grubu için kalınlık-bağıl sayım grafikleri çizilmiştir. Excel ortamında çizilen bu grafikler eksponansiyel denklem olarak fit edilmiş ve Beer's Lambert formülüne uyumlu hale getirilmiştir. Radyasyon yalıtım direnci aşağıda formül (1)'deki gibi hesaplanmıştır.

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

Burada;

I: malzeme varken radyasyon sayımı,

I_0 : Malzeme yokken radyasyon sayımı,

x: malzeme kalınlığı,

μ : Lineer zayıflatma katsayısını,

ifade etmektedir. Excel ortamında çizilen ve eksponansiyel olarak fit edilen bu denklemlerden hareketle, her bir malzemenin lineer zayıflatma katsayısı hesaplanmıştır. Lineer zayıflatma katsayısı malzemenin radyasyon zırlama kapasitesini ifade eden en önemli parametrelerden biridir.

Elektrik yalıtım direnci belirleme metodu

Çalışma, mevcut piyasa koşullarındaki lif levha ve kaplanmış lif levha örneğini incelemeye yönelik olduğundan, herhangi bir standart sınırlaması olmaksızın, oldukça geniş pazar payına sahip Kastamonu lif levha fabrikasında üretilen yarı mamulden, eşit koşullarda işlem yapılarak istenen mamül haline getirilmiştir. Elektrik yalıtım direnci testi; İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik-Elektronik mühendisliği bölümü, Yüksek Gerilim Laboratuvarında yapılmıştır. Bir yalıtkanın kaçak akıma karşı gösterdiği direnç anlamında değerlendirilen yalıtım direnci, ortam sıcaklığı 23 °C, bağıl nem %63, hava basıncı 757 mm/Hg ortam koşullarında, yalıtım direnci ölçerle 1000 Volt doğru gerilim uygulanarak elde edilmiştir. Yukarıda özellikleri belirtilen örneklerin her iki yüzünün ortasına 3x3 cm boyutlarında bakır folyo yapıştırılarak akım verilmiştir. Deneilerin yapıldığı ISOLATIONSMESSER marka yalıtım direnci ölçer, aşağıda Şekil 3'de gösterilmiştir. Elektrik yalıtım direnci aşağıda formül (2)'deki gibi hesaplanmıştır.

$$R_i = V/I \quad (2)$$

Burada;

I: Kaçak akımı,

V: Doğru gerilimi,

R_i: Elektrik yalıtım direncini, MΩ(Megaohm) olarak ifade etmektedir.



Şekil 3 Elektrik yalıtım direnci ölçme cihazı

ARAŞTIRMA BULGULARI

Lif Levhaların Radyasyon Yalıtım Direncine Ait Bulgular

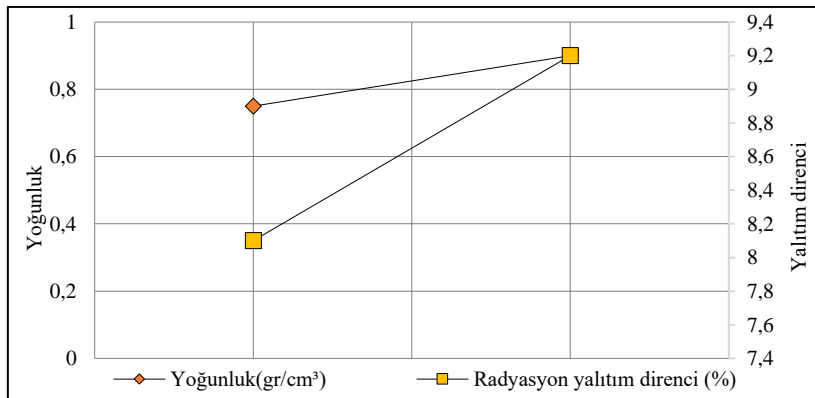
Orta yoğunlukta lif levhaların(MDF), yüksek yoğunlukta lif levhaların(HDF), melamin reçineli kâğıt (MRK) kaplanmış lif levhaların, yüksek basınç laminatı (HPL) kaplanmış lif levhaların ve polivinil klorür (PVC) kaplanmış lif levhaların radyasyon yalıtım direncine ait bulgular aşağıda Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Lif levhaların radyasyon yalıtım direncine ait bulgular

Malzeme	Kalınlık (cm)	Ortalama Sayım (cpm)	Standart Sapma	Bağıl Sayım	Radyasyon yalıtım direnci (%)	Malzeme	Kalınlık (cm)	Ortalama Sayım (cpm)	Standart Sapma	Bağıl Sayım	Radyasyon yalıtım direnci (%)
MDF	0	1772	30	1,000	0	HDF	0	1772	30	1,000	0
	0,81	1714	6	0,967	3,3		0,77	1701	11	0,960	4
	1,62	1658	26	0,935	6,5		1,55	1640	16	0,925	7,5
	2,44	1604	21	0,905	9,5		2,32	1566	30	0,883	11,7
MDF+MRK	0	2155	14	1,000	0	HDF+MRK	0	2155	14	1,000	0
	0,84	2068	5	0,960	4		0,80	2047	29	0,950	5
	1,68	1977	16	0,917	8,3		1,61	1956	7	0,907	9,3
	2,54	1888	29	0,876	12,4		2,43	1864	10	0,865	13,5
MDF+HPL	0	2155	14	1,000	0	HDF+HPL	0	2155	14	1,000	0
	0,96	2059	15	0,955	4,5		0,90	2056	12	0,954	4,6
	1,91	1935	17	0,898	10,2		1,81	1926	13	0,894	10,6
	2,87	1836	31	0,852	14,8		2,73	1846	22	0,856	14,4
MDF+PVC	0	1772	30	1,000	0	HDF+PVC	0	1772	30	1,000	0
	0,90	1708	13	0,964	3,6		0,85	1672	9	0,943	5,7
	1,81	1619	21	0,914	8,6		1,71	1575	4	0,889	11,1
	2,72	1557	20	0,878	12,2		2,57	1537	16	0,867	13,3

Tablo 1'e göre, kaplanmamış 8 mm kalınlığındaki orta yoğunlukta lif levhaların radyasyon yalıtım direncinin %3,3 olduğu, yüksek yoğunlukta lif levhaların radyasyon yalıtım direncinin ise %4 olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit, lif levhaların kaplama malzemesi, tutkal, pres basıncı vb. etkileri olmaksızın yoğunluk- radyasyon yalıtım ilişkisini belirleyen en yalın tespit olduğu söylenebilir. Ayrıca MDF ve HDF levhaların yoğunluk farkıyla(%16,6),radyasyon yalıtım direnci farkının (%17,5) yaklaşık aynı olması, yoğunluk ile radyasyon yalıtım direnci arasında doğru orantılı tam bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu tespite paralel olarak, Başyigit ve Kaçar (2006), yapı malzemesi olarak aynı sınıfa giren malzemelerin yoğunluklarıyla radyasyon geçirgenliklerinin doğrudan ilişkili ve doğru orantılı olduğunu belirtilmişlerdir. Ayrıca Ero ve Adebo (2012), 22 adet farklı ağaç türlerinden elde ettiği örneklerle, 0.101 Mev ile 3.212 Mev' lik farklı oranlarda enerji ışınlayarak örneklerin radyasyon zırlamasını ölçmüştür. Soğurma oranının enerji miktarı ile ters, yoğunlukla doğru orantılı olduğunu açıklamışlardır.

Tablo 1'deki MDF ve kaplanmış MDF levhalar ile HDF ve kaplanmış HDF levhaların tüm kalınlıklardaki ortalama değerlerine göre, malzeme yoğunluğu ile radyasyon yalıtım direnci ilişkisi aşağıda Şekil 4'de gösterilmiştir.

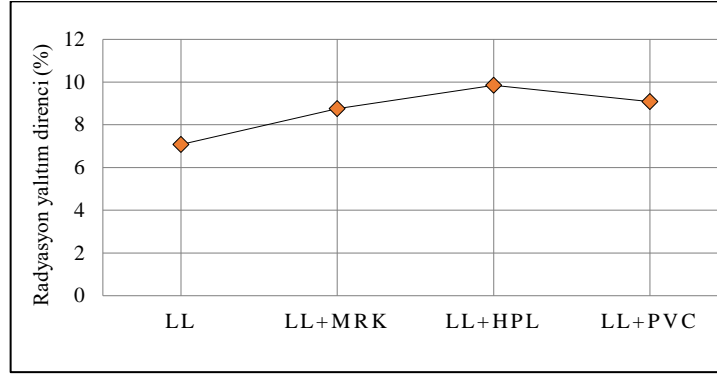


Şekil 4. Malzemelerin yoğunluk- radyasyon yalıtım direnci ilişkisi

Şekil 4'e göre, kaplanmış MDF levhaların radyasyon yalıtım direncinin %8,1 olduğu, kaplanmış HDF levhaların radyasyon yalıtım direncinin ise %9,2 olduğu saptanmıştır. HDF'nin yoğunluğu (0,90 gr/cm³), MDF'nin yoğunluğuna (0,75 gr/cm³) göre %16 fazla olup, bu yoğunluk artımı radyasyon yalıtım direncini %13,4 artırmıştır.

Bu değer, kaplanmamış lif levhalarda %17,5 olduğundan, yüzey kaplama işlemi radyasyon yalıtımı açısından MDF levhalara HDF levhalardan yaklaşık %4 daha fazla değer kattığı söylenebilir.

Tablo 1'deki verilere göre, MDF ve HDF (LL), melamin reçineli kâğıt kaplanmış lif levhaların(LL+MRK), yüksek basınç laminatı kaplanmış lif levhaların(LL+HPL), ve polivinil klorür kaplanmış lif levhaların(LL+PVC) tüm kalınlıklarının ortalamasına göre, ortalama radyasyon yalıtım dirençleri aşağıda Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Malzemelerin radyasyon yalıtım dirençleri

Şekil 5'e göre, malzemelerin radyasyon yalıtım dirençleri, lif levhalarda(LL) %7,08, melamin reçineli kâğıt(MRK)kaplanmış lif levhalarda %8,75, yüksek basınç laminatı (HPL)kaplanmış lif levhalarda %9,85, polivinil klorür (PVC) kaplanmış lif levhalarda %9,08 olarak elde edilmiştir. Yani radyasyon yalıtım direnci olarak $LL < LL+MRK < LL+PVC < LL+HPL$ bağıntısı görülmektedir. Bu bağıntı oranının, MDF ve HDF levhaların kalınlığı ile iki yüzeylerinin de farklı kalınlıklardaki (MRK 0,18 mm, PVC 0,4 mm ve HPL 0,8 mm) malzemelerle kaplanması sonucu elde edilen kalınlık ölçüsü oranına paralel olduğu görülmektedir. Bu ilişkiye göre, kaplanmış lif levhaların radyasyon yalıtım direncinin artmasının nedeni, kaplama malzemesi ve tutkallama sonucu kalınlık artımından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Ayrıca kaplama malzemesi çeşitliliklerinin ve özelliklerinin radyasyon yalıtım direncini etkilemediği değerlendirilmektedir.

Demiröz (2020), Ticari olarak piyasada en çok kullanılan dört farklı duvar kâğıdı numunelerinden, elektromanyetik akımlara karşı, ölçüm cihazının hassasiyetinden dolayı kalkanlama etkinliği farklarının olduğunu, ancak bunun anlamlı olmadığını ve pratikte kalkanlama sayılamayacağını, bu amaçla kullanılamayacağını belirtmiştir. Bu çalışmada ise, literatürdeki dekor kâğıtlarına benzeyen lif levha yüzey kaplama malzemelerinin, aynı şekilde radyasyon yalıtım direncini etkilemediği görülmektedir.

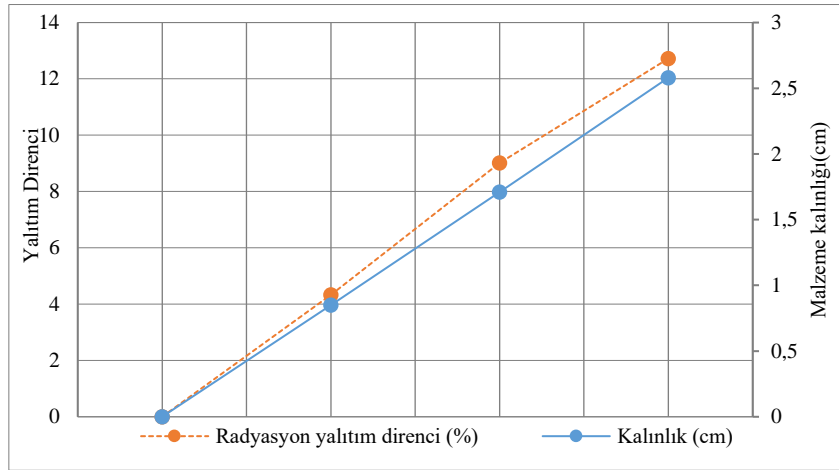
Kaya ve çiftçi (2017) yaptıkları bir çalışmada, 0,01 mm kalınlığında bakır folyo kaplanmış 10 mm kalınlıklarındaki, yoğunluğu $0,75 \text{ gr/cm}^3$ MDF, yoğunluğu $0,67 \text{ gr/cm}^3$ yönlendirilmiş yonga levha (OSB) ve yoğunluğu $0,68 \text{ gr/cm}^3$ kontrplak malzemelerin elektromanyetik kalkanlama kabiliyetini araştırmışlardır. Malzemelerin radyasyon kalkanlama kabiliyetlerinin yaklaşık %50 oranında olduğunu ve çoktan aza doğru kontrplak, OSB ve MDF olarak sıralamışlardır. Bu çalışmada kullanılan, literatürdeki bakır folyoya benzer kalınlıktaki yüzey kaplama malzemelerinin, farklı yapısal özelliklerinin radyasyon yalıtım direncini etkilemediği görülmektedir.

Kavun (2019), bir çalışmada, kurşun(II) nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ kaplamalı duvar kâğıtlarının radyasyon soğurma özelliklerini araştırmıştır. Farklı yoğunluklarda ve çeşitli kalınlıklarda (0.176-0.236 mm) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ kaplanmış kâğıtlara 4 MeV-enerjili ışınlama uygulamıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bu duvar kâğıtlarının soğurma özellikleri kalınlığa bağlı olarak arttığını ve $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ kaplı duvar kâğıtlarının diğer malzemelerle birlikte radyasyon zırhlamada kullanılabileceğini belirtmiştir. Kavun vd. (2019), diğer bir çalışmada ise, duvar kâğıtları üzerine sodyum tungstat ve sodyum molibdat kaplayarak (0.172-0.258 mm aralığında) duvar kâğıtlarının radyasyon soğurma özelliklerini incelemişlerdir. 4 MeV enerjili elektronlar ile kâğıtlar ışınlanmış, elde edilen sonuçlara göre duvar kâğıtlarının yüzeyini kaplamak için kullanılan kaplama materyallerinde sodyum tungstat ve sodyum molibdat yoğunluğu arttıkça ve kaplama kalınlığı arttıkça bu kâğıtların beta radyasyonu soğurma özelliklerinin arttığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada yaklaşık benzer kalınlıktaki lif levha yüzey kaplama malzemelerinin radyasyon zırlamasını etkilememesine rağmen, literatürdeki çalışmada yaklaşık altı katı daha fazla ışınlama yaparak radyasyon zırlaması yapılabilmesi, duvar kâğıtlarının içerisindeki kurşun nitrattan, sodyum tungstat ve sodyum molibdat maddelerinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Öz (2019), 50 mCi şiddetinde ve 59.543 keV enerjili fotonlar yayınlayan radyoizotop kaynağından çıkan fotonlar ile, çeşitli nano boyutta metal oksitlerle kaplanmış atık asidik linter liflerinden, çeşitli oranlarda alarak elde ettiği farklı özellikte kuşe duvar kâğıtlarının radyasyon zırlamasını ölçmüş ve olumlu sonuçlar almıştır. Bu çalışmadaki ışınlanan enerji miktarından, literatür çalışmasındaki enerji miktarı yaklaşık on bir kat daha az olduğundan, bu çalışmaya göre ölçülebilir düzeyde farklar olabileceği gibi, duvar kâğıtlarındaki katkı maddelerinden de kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Tablo 1'deki verilerin her bir kalınlığın tamamının ortalamalarına göre elde edilmiş değerlere göre, lif levha ve kaplanmış lif levhaların kalınlık-radyasyon yalıtım direnci ilişkisi aşağıda Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekil 6'ya göre, malzeme kalınlığıyla düzgün doğrusal olarak radyasyon yalıtım direncinin arttığı görülmektedir. Yani ışınlama bir dakika süresince yapıldığından bu sürede artan malzeme kalınlığının, radyasyon iletimini zayıflatmadığı görülmektedir.



Şekil 6. Malzemelerin kalınlık- radyasyon yalıtım direnci ilişkisi

Özkan (2020), yoğunluğu 0,44 cm³/gr karaçam odununun, 661,7 keV enerjili Cs-137 radyoizotop kaynağından ışınlama yaparak, ışınlanan enerjinin yarısını soğurmak için gereken kalınlığın 19,4 cm olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmadaki 663 keV enerjili Cs-137 gama radyoizotop kaynağından, yoğunluğu 0,65-0,90 gr/cm³ arasındaki lif levhalara ışınlanan enerjinin yaklaşık %10'unun soğurulduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, ahşap masif malzemelerin, sabit deney şartlarında kompozit lif levha malzemelerden daha iyi radyasyon zırlama kapasitesine sahip olduğu söylenebilir.

Shamsuzzaman vd. (2019), 1332 keV enerji gücünde gama radyasyon kaynağı ile, mehangany (*Swietenia macrophylla*), yağmur ağacı (*Albizia saman*) ve mango (*Mangifera indica*) ağaçlarından elde edilen ahşap örnekleri ile cam elyafı ve hint keneviri elyafı takviyeli polimer kompozit numunelerinin, 1cm, 1,5 cm, ve 2,5 cm kalınlıklarındaki zırlama kapasitelerini ölçülmüşlerdir. Çalışma sonucunda, çeşitli tür ve kalınlıklardaki ahşap ve ahşap esaslı kompozitlerin radyasyon yalıtım direncinin %3 ile % 22 arasında değiştiği ve kalınlıkla doğru orantılı olduğunu belirlemişlerdir. Literatürdeki çalışmada kullanılan malzemelerin hem kalınlık miktarları, hem de radyasyon yalıtım dirençleri, bu çalışmada kullanılan 0,8 cm, 1,6 cm ve 2,4 cm kalınlığındaki lif levha malzemelerden elde edilen, %3-%15 arasında değişen radyasyon yalıtım dirençleri değerleriyle örtüştüğü belirlenmiştir.

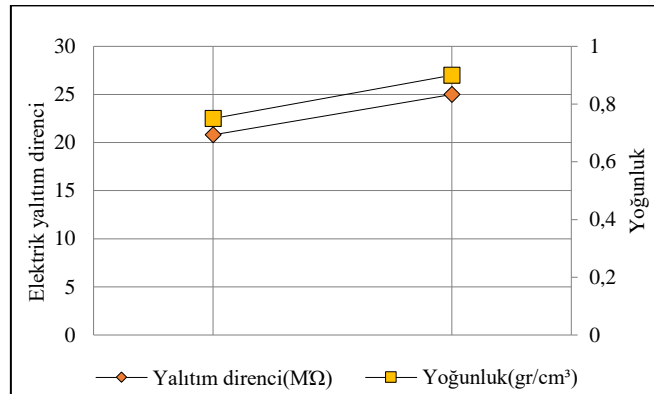
Lif Levhaların Elektrik Yalıtım Direncine Ait Bulgular

Orta yoğunlukta lif levhaların(MDF), yüksek yoğunlukta lif levhaların(HDF), melamin reçineli kâğıt (MRK) kaplanmış lif levhaların, yüksek basınç laminatı (HPL) kaplanmış lif levhaların, ve polivinil klorür (PVC) kaplanmış lif levhaların elektrik yalıtım direncine ait bulgular aşağıda Tablo 2' de gösterilmiştir.

Tablo 2. Lif levhaların elektrik yalıtım direncine ait bulgular

Malzeme	Elektrik Yalıtım Direnci Ri(MΩ)			
	min	max	x	s
MDF	21	21	21	0
MDF+MRK	21	23.6	22.3	1.1
MDF+HPL	21	21	21	0
MDF+PVC	19	19	19	0
HDF	23	23	23	0
HDF+MRK	28	30	29	1
HDF+HPL	32	33	32.6	0.5
HDF+PVC	23	23	23	0

Tablo 2'ye göre kaplanmamış 8 mm kalınlığındaki orta yoğunlukta lif levhaların elektrik yalıtım direncinin 21 MΩ olduğu, yüksek yoğunlukta lif levhaların elektrik yalıtım direncinin ise 23 MΩ olduğu tespit edilmiştir. Tablo 2'deki kaplanmamış ve kaplanmış MDF ve HDF levhaların ortalama değerlerine göre, malzeme yoğunluğu ile elektrik yalıtım direnci ilişkisi aşağıda Şekil 7'de gösterilmiştir.

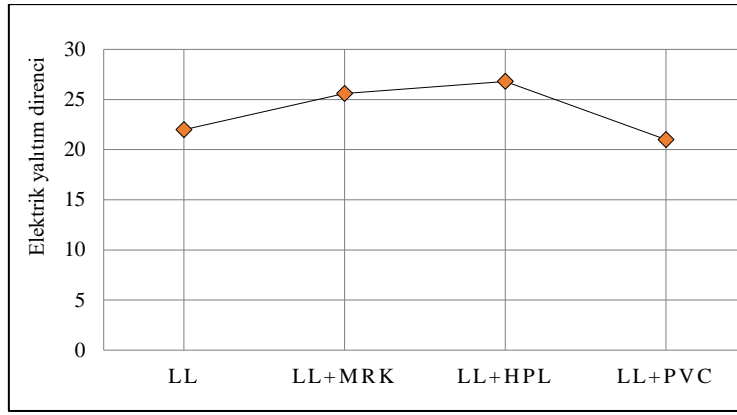


Şekil 7. Malzemelerin yoğunluk- elektrik yalıtım direnci ilişkisi

Şekil 7'ye göre, MDF ve kaplanmış MDF'lerin ortalama elektrik yalıtım direncinin 20,8 MΩ olduğu, HDF ve kaplanmış HDF'lerin elektrik yalıtım direncinin ise 25 MΩ olduğu saptanmıştır. HDF'nin yoğunluğu (0,90 gr/cm³), MDF'nin yoğunluğuna(0,75 gr/cm³) oranı %16,6 fazla olup, bu yoğunluk artımı elektrik yalıtım direncini yaklaşık aynı oranda %16,8 artırmıştır. Bu değer, kaplanmamış lif levhalarda yaklaşık yarısı (%8,6) olduğundan, yüzey kaplama işlemi radyasyon yalıtımı açısından HDF levhalara MDF levhalardan yaklaşık %8 daha fazla değer kattığı söylenebilir.

Örs ve Keskin (2001), tam kuru ahşabın iyi bir yalıtkan olduğunu, iletken olmadığı, elektriksel direncin genel olarak öz ağırlık arttıkça azaldığı, hava boşluğu arttıkça arttığı belirtilmiştir. Ancak bu çalışmada lif levhaların yoğunluğu ile elektrik yalıtım direnci arasında düzgün doğrusal bir eğilim elde edilmiştir. Bunun nedeninin ahşabın anatomik yapısıyla, lif levhalarda bulunan kimyasal ahşap dışı bileşenler ve üretim yönteminin doğurduğu suni yapıdaki farktan kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir.

Tablo 2'deki verilerin ortalamalarına göre elde edilmiş lif levhaların(LL), melamin reçineli kâğıt kaplanmış lif levhaların(LL+MRK), yüksek basınç laminatı kaplanmış lif levhaların(LL+HPL), ve polivinil klorür kaplanmış lif levhaların(LL+PVC) elektrik yalıtım dirençleri aşağıda Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Malzemelerin elektrik yalıtım dirençleri

Şekil 8'e göre malzemelerin elektrik yalıtım dirençleri, lif levhalarda 22 MΩ, melamin reçineli kâğıt(MRK) kaplanmış lif levhalarda 25,6 MΩ, yüksek basınç laminatı (HPL)kaplanmış lif levhalarda 26,8 MΩ, polivinil klorür (PVC) kaplanmış lif levhalarda 21 MΩ olarak elde edilmiştir. Yani elektrik yalıtım direnci olarak LL+PVC < LL < LL+MRK < LL+HPL bağıntısı görülmektedir. Bu bağıntı oranının, MDF ve HDF levhaların kalınlığı ile iki yüzeylerinin de farklı kalınlıklardaki (MRK 0,18 mm, PVC 0,4 mm ve HPL 0,8 mm) malzemelerle kaplanması sonucu elde edilen kalınlık ölçüsü oranına MRK ve HPL kaplanmış malzemelerde uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak polivinil klorür (PVC) kaplanmış lif levhalarda uyumlu olmadığı görülmektedir. Bu ilişkiye göre, MRK ve HPL kaplanmış lif levhaların elektrik yalıtım direncinin artmasının nedeni kaplama malzemesi ve tutkallama sonucu kalınlık artımından kaynaklanabileceği gibi, kaplama malzemesinin yapısal özelliklerinden de kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca PVC kaplanmış lif levhaların elektrik yalıtım direncinin azalmasının nedenin kaplama malzemesinin yapısal özelliklerinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Yılmaz (2014),malzemenin elektrik iletkenliğiyle radyasyon kalkanlamasının doğru orantılı olduğunu açıklamıştır. Ancak bu çalışmadaki ahşap kompozit malzemelerde böyle bir ilişki saptanamamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Değişkenlere bağlı olarak lif levhalar tam geçirgenliğe göre %3 ile %15 arasında değişen oranlarda radyasyon yalıtımı sağlamıştır. Lif levhalarda, malzeme kalınlığı ve yoğunluk, levhanın radyasyon yalıtım kabiliyetini düzgün doğrusal olarak artırmıştır. Yüzey kaplama malzemesi farklılıkları, yapısal özellik bakımından radyasyon yalıtım direncini etkilememektedir. Ancak kaplandığı lif levhaya kattığı kalınlık artımı oranında radyasyon yalıtım direncini artırmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda, radyasyon yalıtımının önemli olduğu parke ve lambri gibi iç mekân donatı malzemeleri tercihinde, mümkün olduğu kadar kurşun, bakır, barit gibi malzemelerle desteklenmiş kompozitler kullanılmalıdır. Bu mümkün değilse, kalınlığı ve yoğunluğu fazla lif levhalar veya kalınlığı ve yoğunluğu fazla yüzey kaplama malzemeleriyle kaplanmış lif levhalar kullanılmalıdır.

Değişkenlere bağlı olarak lif levhalar, 1000 Volt doğru akım karşısında 19 MΩ ile 33 MΩ arasında değişen oranlarda elektrik yalıtımı sağlamıştır. Lif levhalarda yoğunluk, levhanın elektrik yalıtım kabiliyetini artırmıştır. Yüksek yoğunluklu lif levhalar ile melamin reçineli kâğıt veya yüksek basınç laminatı kaplanmış lif levhaların elektrik yalıtımının önemli olduğu iç mekân donatı malzemeleri tercihinde kullanılması önerilmiştir. Polivinil klorür (PVC) yüzey kaplama malzemesi lif levhanın elektrik yalıtım kabiliyetini daha da zayıflattığından, bu malzemeyle kaplanmış lif levhaların elektrik yalıtımının önemli olduğu iç mekânlarda kullanılması önerilmemiştir.

Bu çalışmayla bağıntılı sonraki araştırmalarda, iç mimari ve dekorasyonda kullanılan lif levha ve yüzey kaplama malzemelerine, kurşun, bakır, kül, bor, barit, sodyum vb. radyasyon tutucu maddelerin nasıl kombine edileceği konuları araştırılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından 2011/4-10 YLS nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Başıyigit, C. & Kaçar, A. (2006). Bazı Yapı Malzemelerinin Radyasyon Tutuculuk Özellikleri, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, 10-2,-307-310.
- Demiröz, Y. (2020). Kahramanmaraş 'ın Türkoğlu İlçesinde Elektromanyetik Kirlilik Düzeyinin Ölçümü ve Bazı Duvar Kâğıtlarının Soğurma ve Yansıma Kapasitelerinin Araştırılması, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi* Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı ss:103.
- Ero F.A. & Adebo B.A. (2012). Determination of γ - Radiation Shielding Characteristics of some Woods in Western Nigeria, *International Archive of Applied Sciences and Technology* Volume 3 (2) June 2012: 14 – 20.
- Kaya A, İ. & Çiftçi, A. (2017). Kaplama Yöntemi İle Ahşap Kompozit Malzemelerin Elektromanyetik Kalkanlama Özellikleri, *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)* 6 (2): 180 – 185.
- Kavun, Y. (2019). Examination of Radiation Absorption Properties of Pb(NO₃)₂ Doped Wallpapers, *BEU Journal of Science* 8 (Özel Sayı), 1-6.
- Kavun et al. (2019). Investigation of Beta Radiation Absorption Properties of Tungstate and Molybdate Doped Wallpapers, *Cumhuriyet Sci. J.*, Vol.40-4, 846-853.
- Torgovnikov G. I. (1993). Dielectric Properties of Wood and Wood-Based Materials, ss:134-136.
- Pathania, D. & Singh, D. (2009). A review on electrical properties of fiber reinforced polymer composites, *International Journal of Theoretical & Applied Sciences*, 1(2): 34-37.
- Shamsuzzaman, M. et al. (2019). Attenuation Property of Wood and Fiber Reinforced Polymer Composite Materials for Neutron and Gamma Radiation Shielding, *American Journal of Materials Science*, 9(1): 8-14.
- Örs, Y. & Keskin, H. (2001). Ağaç Malzeme Bilgisi Ders Kitabı, *KOSGEP Yayınları*, ss.79-81 Ankara.
- Öz, E. (2019). Nano Boyutta Metal Oksitleri Çöktürülmüş Linterin Duvar Kağıdında Kullanılması ve Radyasyon Tutuculuğunun Ölçülmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*.
- Özkan, O.E. (2020). Investigation of the Radiation Shielding Properties of Black Pine Wood Impregnated with Boric Acid, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*,20(2): 200-207.
- Yılmaz, R. (2014). Elektromanyetik Kalkanlama Özelliği Olan Malzemeler, *Electronic Journal of Vocational Colleges-Mayıs* ss:145-150.