

Atık Pil Kömürü Ve Yumurta Kabuğunun Radyasyon Tutucu Materyal Olarak Üretimde Kullanılması

Hanifi BİNİCİ^{1*}, Hüseyin TEMİZ¹, Ahmet Hayrullah SEVİNÇ², Mustafa EKEN², Adnan KÜÇÜKÖNDER³,
Taner ERGÜL¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnşaat, Kahramanmaraş, Türkiye

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fizik, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET: Yapılan çalışmayla, radyoaktif radyasyon etkisini absorbe edebilen malzeme üretilmesi ve zararlı atıkların bu yolla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Kompozit malzemenin yapılmasında atık pil kömürü, barit, kalker, çimento, talaş, epoksi ve yumurta kabuğu kullanılmıştır. Üretilen örnekler 3x13x13 cm ve 5x13x13 cm boyutlarındadır. Numunelerde tabaka kalınlığı ve malzemelerin yerleri değiştirilerek farklı kombinasyonlar kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda; yumurta kabuğu ve atık pil kömürünün radyasyon tutucu malzeme olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Atık pil kömürü, yumurta kabuğu, radyoaktivite,*

Waste Material In Battery Production Of Coal And Egg Shell Holder Using Radiation

ABSTRACT: The study, the production of radioactive and hazardous waste materials that can absorb the impact of radiation were evaluated in this way. Making composite material waste batteries coal, barite, limestone, cement, sawdust, epoxy and egg shell is used. 3x13x13 cm 5x13x13 cm in dimensions produced examples. Layer thicknesses and different combinations of materials by changing position of the samples was used. As a result of this study, the egg shell and coal waste batteries were used as radiation-holding material

Keywords: *Coal waste batteries, eggshell, the radioactivity*

1. GİRİŞ

Günümüzde elektronik endüstrisindeki gereksinimler, üretim maliyetindeki düşüş ve çok yönlü kullanımları sebebiyle pil tüketiminde önemli bir artış yaşanmaktadır [1].

Tüm pil bileşenleri özellikle metalik içeriğinden dolayı uygunsuz biçimde uzaklaştırıldığında tehlikeli atık olarak göz önüne alınmakta ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Pillerdeki potansiyel tehlikeli bileşenler olarak bulunan cıva, kurşun, bakır, çinko, kadmiyum, mangan, nikel ve lityumun uzaklaştırılması gerekmektedir [2].

Ülkemizde Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği 31.08.2004 tarihinde yayımlanmış ve 01.01.2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik Avrupa Birliği Atık Pil Yönetmeliği ile uyumlu olması bakımından 03.03.2005 tarihinde revize edilmiştir. Söz konusu yönetmelikle atık pil ve akümülatörlerin çevreye zarar verecek şekilde kullanımları ve doğrudan veya dolaylı olarak alıcı ortama verilmesi yasaklanmıştır[3].

Bu sebeple çeşitli uzaklaştırma yöntemleri geliştirilmesi yoluna gidilmiştir. Pillerin nihai uzaklaştırma yöntemleri araziye depolama, stabilizasyon, yakma ve geri kazanım olarak sıralanabilir. Belirtilen ilk üç süreç, hem maliyet, hem çevresel açıdan etkili bir yöntem olmadıklarından geri kazanım konusunda yeni alternatifler geliştirilmesi yoluna gidilmiştir. Bu sebeple atık pillerin geri kazanımı ile ilgili bazı yöntemler geliştirilmiştir[4].

Bu anlamda, çevre koruma görevinin yerine getirilmesinin yanı sıra, metallerin ikincil ham madde olarak pazarlanmasıyla ekonomik faydalar da sağlanacaktır. Atık pillerden materyallerin geri kazanımı artık zorunluluk haline gelmiştir.

Yeryüzündeki tüm canlılar ve cansızlar havada, suda, toprakta, hatta kendi vücutları içerisindeki doğal radyasyon kaynaklarının ve bunlara ek olarak insanlar tarafından üretilen yapay radyasyon kaynaklarının her gün ışınımına maruz kalmaktadırlar. Radyasyonun zararlı etkilerinden korunabilmek için zaman, mesafe ve zırh olmak üzere üç temel hususa dikkat edilmelidir. Radyoaktif kaynağın yaptığı ışınımına maruz kalınan süre

*Sorumlu yazar: Hanifi BİNİCİ hbinici@ksu.edu.tr

ne kadar uzunsu ya da ışına yapan kaynağın ne kadar yakınında bulunuluyorsa alınacak radyasyon dozu da o kadar artacaktır. Bazı radyonüklidlerin yaydığı radyasyon o kadar kuvvetlidir ki, kilometrelerce uzaktan bile ışınımına maruz kalınabilir. Böyle kuvvetli radyoaktif maddelerin etkilerinden sadece zırhlayarak korunulabilir. Hem doğal hem de yapay yollarla oluşan radyasyonlar değişik türde olabildiği gibi etkileri de değişiktir. Radyasyon zırh lamasında tasarımın bünyesini oluşturacak yapı malzemelerinin seçimi, zırhlanacak radyoaktif materyalin yayımladığı radyasyonun türüne göre farklılık gösterir [5]. Son yıllarda birçok atık malzemenin inşaat mühendisliğinde değişik amaçlarla kullanılması yaygınlaşmaktadır[6–10].

Endüstriyel gelişmelerden dolayı ortaya çıkan enerji üretim ve tüketimi her geçen gün artmaktadır. Günümüzde enerjinin elde edilebileceği nükleer santrallerin çevre üzerinde olumsuz etki meydana getirmeden yapılması canlıların sağlığı ve sürdürülebilirlik için oldukça önemlidir. Bu açıdan radyasyon geçirmeyen malzemelerin araştırılması son yıllarda büyük önem kazanmıştır [11]. Hızla büyüyen dünyamızda endüstriyel gelişime bağlı olarak meydana gelen çevre sorunları, gün geçtikçe önlenemez bir hale gelmiştir. Piller tehlikeli atıktır ve bertarafı özel işlemler gerektirir. Atık pillerin geri kazanımı ve geri dönüşümü büyük önem arz etmektedir. Yine yemek fabrikalarında ve pastanelerde ortaya çıkan atık yumurta kabuklarının da çevre kirliliğine neden olduğu bilinmektedir.

Son yıllarda radyasyonun çeşitli alanlarda giderek artan bir şekilde kullanılması, bütün canlıları biyolojik risk altına sokmaktadır. Günümüzde radyasyon tıpta, tarımda, endüstri ve askeri alanlarda çeşitli amaçlarla kullanılan araç ve gereçlerden kaynaklanmakta çok büyük ve geniş boyutlara ulaşmaktadır. Giderek yaygınlaşan radyasyondan korunmanın yollarından biri de bulunulan ortamın zırhlanmasıdır.

Bu çalışmada atık malzemeleri kullanarak radyasyona dirençli yapı malzemesi üretimi amaçlanmıştır.

2.MATERYAL VE METOT

2.1. Materyaller

2.1.1. Barit

Barit ($BaSO_4$) baryum sülfattan oluşan bir mineraldir. Genellikle beyaz ya da renksiz veya sarı ve gri olabilir. Baryumun ana kaynağıdır. Barit genellikle kireç taşlarındaki kurşun-çinko damarlarında, sıcak kaynak yataklarında ve hematit cevheriyle birlikte

oluşur. Sıklıkla anglesit ve selestit mineralleriyle birlikte bulunur. Mohs sertliği 3 ve özgül ağırlığı 4,3-5 arasındadır. Kristal yapısı ortorombiktir. Dünya'da bilinen barit rezerv miktarının 550 milyon ton olduğu, ancak tüm dünya rezervinin ise 2 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. Osmaniye-Tüysüz bölgesinden temin edilmiştir.

2.1.2. Kireç taşı (kalker)

Kalsiyum karbonat tuzundan oluşan tortul bir kayadır. Kireç taşının diğer adı kalkerdir. Yapısında en az % 90 $CaCO_3$ (kalsiyum karbonat) bulunduran kayalara kalker denir. Kalker, kireç, çimento ve taş duvar yapılarında kullanılır. Kalkerin sertlik derecesi, Mohs sertlik skalasına göre 3, özgül ağırlığı ise 2,5-2,7 g/cm^3 'tür.

2.1.3. Çimento

Çimento esas olarak, doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra öğütülmesi ile elde edilen hidrolik bir bağlayıcı malzeme olarak tanımlanır. Çimento tanelerinin göz açıklığı 5 ila 90 mikron arasındadır. Diğer bağlayıcı maddeler gibi çimentolar da, CaO , MgO gibi alkalik öğeler ve SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 gibi hidrolik öğelerden oluşur. Çimento bağlayıcılık görevini su ile tepkimeye girdikten sonra kazandığı için hidrolik bağlayıcı olarak adlandırılır. Alkalik ve hidrolik öğelerin oranları bağlayıcı maddenin niteliğini belirler. Çimento, su ile karıştırılıp plastik hamur durumuna geldikten bir süre sonra havada ya da su içinde yavaş yavaş katılaşır. Bu katılaşma olayına priz adı verilir. Normal şartlar altında bu katılaşma olayı ilk on dakikada başlar ve adına Yalancı Priz denir, bir saat civarında ise donma ve mukavemet kazanma başlar. Ancak bu olay içinde bulunulan koşullara bağlı olarak değişiklik gösterebilir, herhangi bir kimyasal priz geciktirici kullanılmadıysa ve hava sıcaklığı çok düşük değilse yaklaşık 10 saat gibi bir süreçte donma gerçekleşir.

2.1.4. Atık pil kömürü

Atık piller belediye pil toplama merkezinden temin edilmiştir. Atık pillerin içerisindeki kömürleri çıkarılarak çalışmada kullanılmıştır.



Şekil 1. Atık pil kömürü

2.1.5. Yumurta Kabuğu

Pastanelerden temin edilen yumurta kabukları kullanılmış ve yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Yumurta Kabuğunun Kimyasal Bileşimi

Yumurta Kabuğunun Kimyasal Bileşimi	
Bileşenler	Miktar (%)
Kalsiyum Karbonat	93,7
Magnezyum Karbonat	1,0
Kalsiyum Fosfat	1,0
Organik Maddeler	3,3
Su	0,1

2.1.4. Talaş

Testere ile biçilen veya rende ve törpüyle işlenen bir ahşap parçadan dökülen kırıntıdır. Günümüzde enerji sarfiyatının giderek yükseldiği düşünülürse atıkların geri kazanımı oldukça önem taşımaktadır. Ülkemizde ve dünyadaki katı atıkların yönetiminin az atık üretilmesi, atıkların geri kazanılması, atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi olarak üç temel amacı vardır.

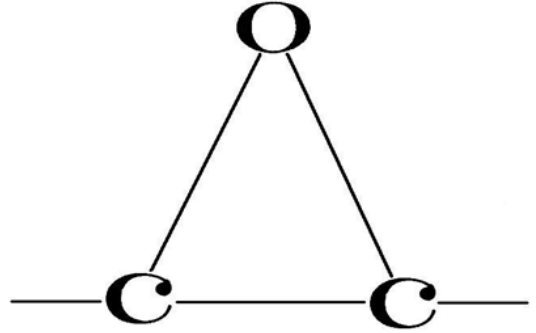
2.1.4. Epoksi

Epoksi, boyaları ve diğer bazı karışımlarda bağlayıcı olarak kullanılan bir reçine türüdür. Epoksiler iki bileşenlidir ve karıştırılarak kullanılır. Şekil 5’de görüldüğü gibi bir oksijen atomunun bir karbon zincirindeki ardışık iki karbon atomuna bağlanarak zincirde üçgen çıkıntı oluşturduğu organik bileşiklerin genel adıdır. Epoksi, viskozitesi artırılmış boya kıvamlı, katkı maddesi sayesinde taş gibi sertleşen bir malzemedir. Genelde yer kaplaması olarak kullanılır. Epoksi reçineleri polimer kompozitler üzerinde önemli rol oynar. Bunun nedeni epoksi reçinelerinin çok yüksek dayanımı ve çok iyi yapışma özelliğidir. Bunlar

Çizelge 2. Yumurta Kabuğu Kullanılan Numunelerin Karışım Oranları

Numune	Talaş (g)	Yumurta Kabuğu (g)	Eposi (g)	Birim Ağırlık (g/cm ³)	Numune Boyutları (cm)	Kompozitlerin Bileşenleri
T	74	-	74	330	16x14x2	Talaş
YK1	37	300	53	870	16x14x2	Yumurta K. + Talaş + Yumurta K.
YK2	37	300	53	870	16x14x2	Talaş + Yumurta K. + Talaş

yüksek dayanımlı çelik yapılarda çok yaygın olarak kullanılır. Ancak, kür edilmiş epoksi reçineleri düşük kırılma dayanımına sahiptirler. Epoksi gibi kompozit malzemeler, sıcaklığa çok dayanıklı olduklarından çevresel problemlerin yaşanmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Epoksi reçineleri, yüksek yapışma mukavemeti, düşük rötre miktarı, ısıl kararlılık, kısa kurlenme süresi ve uygulama sonrası derhal ve güvenle kullanıma başlanabilmesi gibi çok iyi mekanik ve kimyasal özellikleri yüzünden mühendislikte artan oranda bir tüketime sahiptir. Üstün yük taşıma kapasitesi ve kimyasal etkilere karşı yüksek direnç gibi olumlu yönleri yanında alternatif malzemelere göre maliyetinin 3 ile 15 kat daha pahalı olmasına rağmen, uygun fiyat-performans oranı ile diğerlerinden ucuz olmakta ve mühendislik uygulamaları için avantajlı ve güvenli sayılmaktadır.



Şekil 2. Epoksinin kimyasal ifadesi

2.2. Metot

2.2.1. Yumurta Kabuğu İçeren Numunelerin Hazırlanması

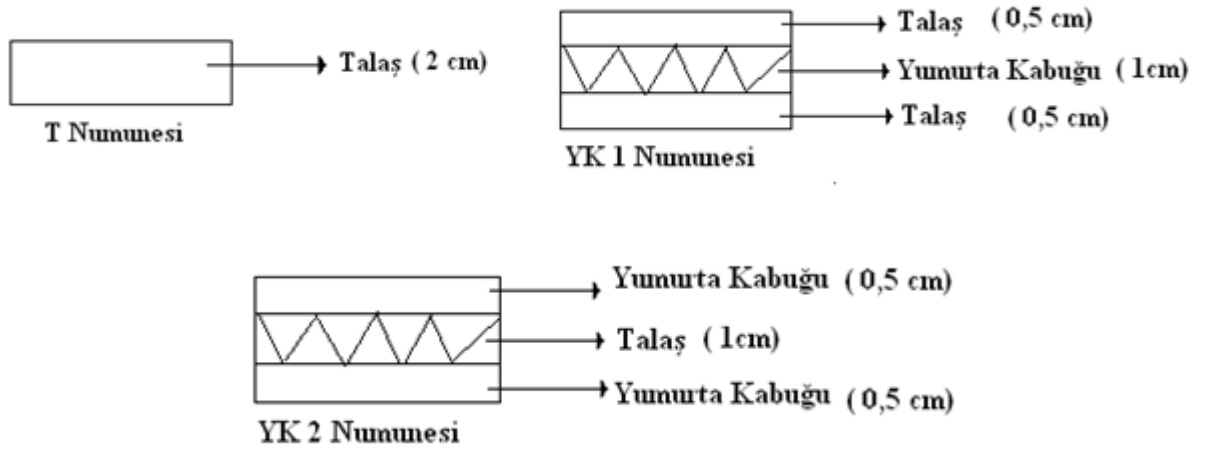
Yumurta kabuklu kompozit malzeme üretilmesinde talaş ve yumurta kabuğu ile bağlayıcı olarak epoksi kullanılmıştır. Malzeme oranları Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Tabakalı kompozit malzeme numuneleri üretimi talaş ve yumurta kabuğu malzemeleri epoksi ile karıştırılmıştır, kalıplara yerleştirildikten sonra 10 bar altında pres ile sıkıştırılmış ve etüvde 1 saat boyunca

125 °C derecede bekletilerek üretilmiştir. Kompozit malzemesini üretim şeması Şekil 3’de ve tabakalı kompozit tasarımı Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 3. Kompozit Malzemesini Üretim Şeması



Şekil 4. Tabakalı Kompozitlerin Tasarımı

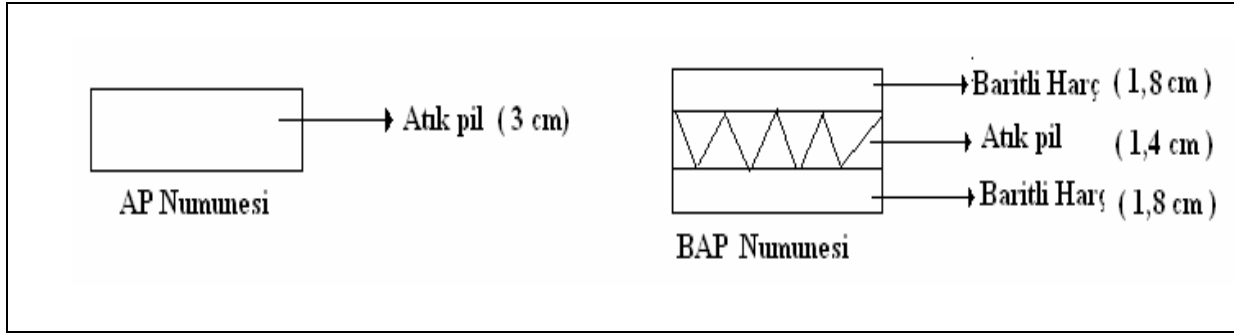
2.2.2. Atık Pil Kömürü İçeren Numunelerin Hazırlanması

Çalışmamızda atık pillerin dışındaki çinko, pilden ayrıştırılmış, toz halindeki ve kalıplaşmış olan kömür parçacıkları öğütürerek içinden farklı malzemeler kalmaması için elekten geçirilmiştir. Hazır hale gelen

kömür tozu kullandığımız karışım için uygun hale getirilmiştir. Çizelge 3’te malzemelerin karışım oranları verilmiştir. Barit, kalker, çimento, su ve atık pil kömürü, verilen oranlarda karıştırılarak kompozit malzeme üretilmiştir. Homojen olacak şekilde karıştırıldıktan sonra, üç aşama halinde 3x13x13 cm ve 5x13x13 cm boyutlu kalıplara yerleştirilerek numuneler üretilmiştir. Tabakalı kompozit tasarımı Şekil 5’de verilmiştir.

Çizelge 3. Atık Pil Kömürü Kullanılan Numunelerin Karışım Oranları (g)

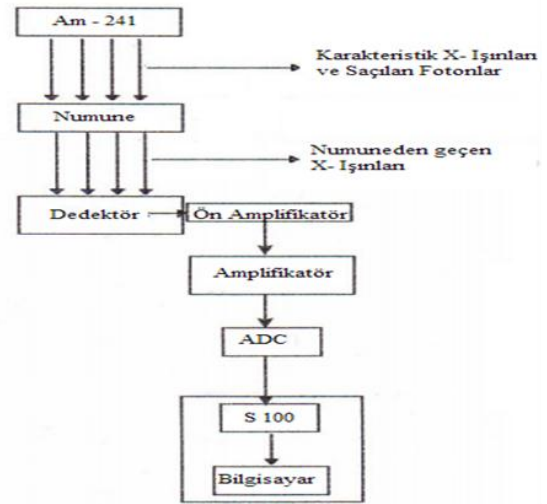
Örnekler	Barit(g)	Kalker(g)	Su(g)	Çimento(g)	Atık pil kömürü(g)	Numune Boyutları(cm)
AP	-	520	225	130	150	3x13x13
BAP	630	240	215	270	70	5x13x13



Şekil 5. Tabakalı Kompozitlerin Tasarımı

2.2.3. Radyasyon Soğurma Katsayısının Bulunması

Her numune boyutları ve kalınları ölçülmüştür. Çalışmalarımızı K.S.Ü. Fizik Bölümü Radyasyon laboratuvarında yapıp, radyasyon kaynağı olarak Am-241 (59.60 Kev) radyoizotop kaynağı kullanılmıştır. Çalışmada, 5.9 keV de rezülasyonu 155 eV olan Si(Li) katihal dedektörü kullanılmıştır. Sayım sonucu oluşan spektrumlar S 100 kartı yardımıyla değerlendirilmiştir. Değişik enerjilerde gelen radyoaktif ışınların numunelerden geçerken yüzde kaçının geçip, yüzde kaçının soğurulduğu tespit edilerek harçların radyasyon soğurma katsayıları bulunmuştur (Şekil 6).

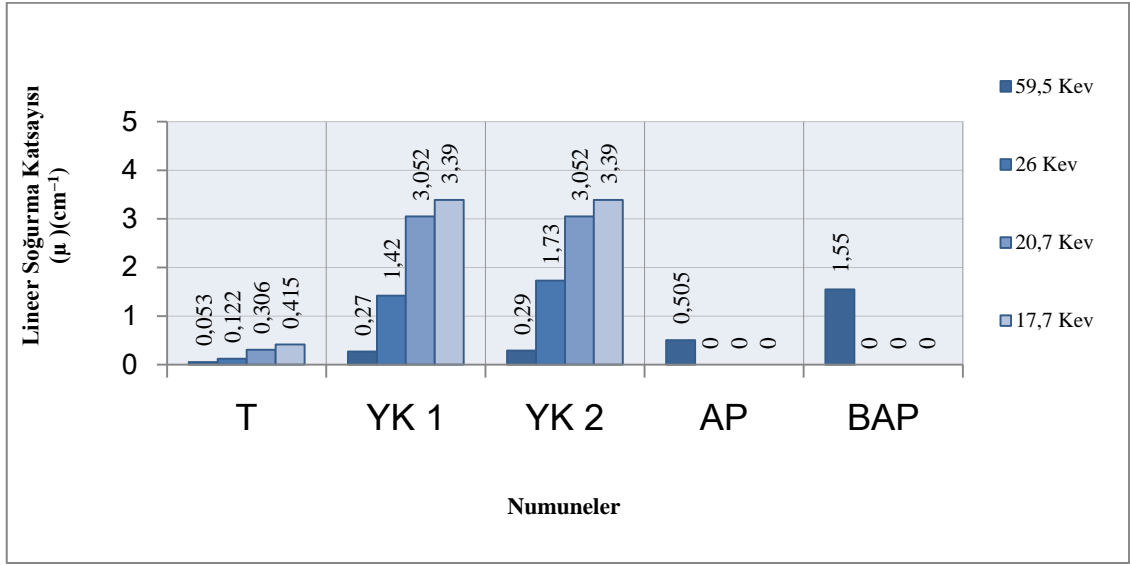
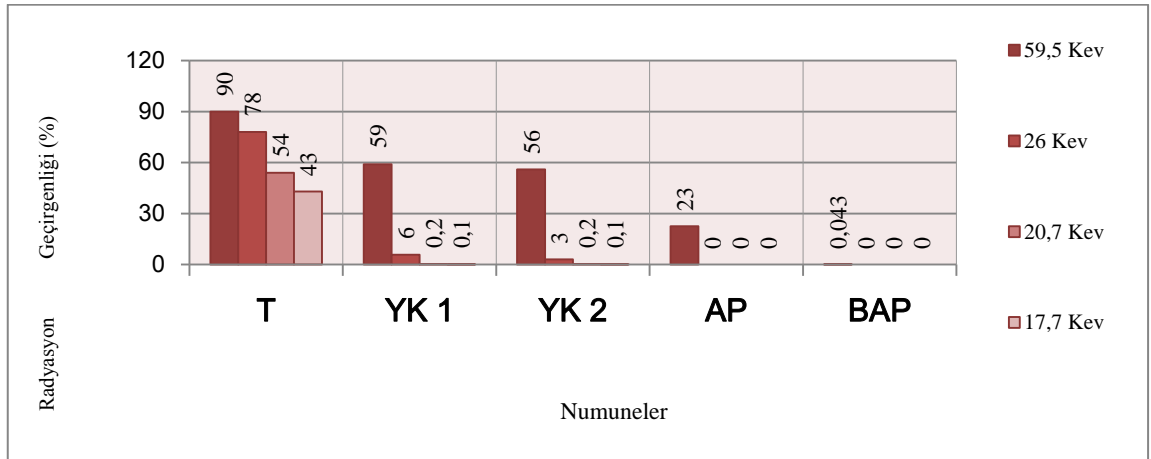


Şekil 6. Deney şeması

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Radyasyon Lineer Soğurma Tayini

Numunelerin ısı iletkenlik deneyi sonuçları Şekil 7'de ve radyasyon geçirgenliği Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 7. Lineer Soğurma Katsayısı Değerleri (μ)(cm⁻¹)

Şekil 8. Radyasyon geçirgenliği (%)

Radyasyon geçirgenliği en düşük Barit bulunan BAP numunesinde bulunmuştur. Barit kimyasal yapısında bulunan yüksek miktarda BaSO₄ miktarı, ağır agrega olması g- ışını zırlaması için etkili olduğu görülmektedir. Deney sonuçları, literatürdeki çalışma bulguları ile benzerlikler göstermiştir (Kılınçarslan (2004), Akkurt ve ark.(2008), Bouzarjomehri ve ark.(2006). Radyasyon geçirgenliği en yüksek talaş bulunan T numunesinde bulunmuştur. Yumurta katkılı numuneler içerisinde bulunan yüksek oranda CaCO₃ içeriğine bağlı olarak radyasyona karşı soğurmada etkili olmuştur. Atık pillerde bulunan Alkali – mangan içeriği radyasyon soğurma da etkili olduğu görülmüştür (TAP).Gama ışın kaynak enerji seviyesi artıkça atık pil kömürü içeren numuneler yumurta kabuğu katkılı numunelere oranla daha az radyasyon geçirgenliği özelliği göstermiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Radyasyon geçirgenliği açısından yumurta kabuğu katkılı örnekler etkili olmuştur. Yumurta kabuğu ile hazırlanan numunelerin radyasyon soğurma dirençleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Yumurta kabuğu katkılı numunenin kalınlığının artması lineer soğurma katsayısı değerlerini olumlu yönde etkilemektedir.

Binalarda bölme duvarı olarak kullanılması ile betonarme kesitlerinin küçülmesini sağlayacaktır.

Atık pil çevre açısında tehlikeli olduğundan kompozit olarak üretilmesi çevre atıklarının değerlendirilmesi açısından alternatif bir yöntem olacaktır.

Çalışmanın sonucunda; yumurta kabuğu ve atık pil radyasyon tehlikesi bulunan hastanelerde sığınaklarda ve askeri tesislerde bölme duvarı ya da kalkan olarak kullanılabilir.

REFERANSLAR

- [1]. Souza D, C.C.B.M., Oliveira, D.C., Tenorio, J.A.S.,. Characterization of used alkaline batteries powder and analysis of zinc recovery by acid leaching. *Journal of Power Sources*, 103 (2001) 120-126.
- [2]. Lund H, *The McGraw-Hill Recycling Handbook*, 2nd ed., McGraw-Hill, New York. (2001)
- [3]. APAK Yönetmeliği, Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye. (2005)
- [4]. Salgado A.L., Veloso A.M.O., Pereira D.D., Gontijo G.S., Salum A., Mansur M.B.,. Recovery of zinc and manganese from spent alkaline batteries by liquid-liquid extraction with Cyanex 272. *Journal of Power Sources*, 115 (2003) 367-373.
- [5]. Kaplan M F, *Concrete Radiation Shielding*, John Wiley & Sons, (1989) New York
- [6]. Binici, H, Kaplan, H, Yılmaz, S, Influence of marble and limestone dusts as additives on some mechanical properties of concrete, *Scientific Research and Essay*, 9 (2007) 372-379.
- [7]. Binici H, Yuçegök F, Aksogan O, Kaplan H, Effect of corncob, wheat straw and plane leaf ashes as mineral admixtures on concrete durability, *ASCE, Civil Engineering Materials*, 20 (2008) 478-483.
- [8]. Binici H, Shah T, Aksogan O, Kaplan H, Durability of concrete made with granite and marble as recycle aggregates, *Journal of Materials Processing Technology*, 208 (2008) 299-308.
- [9]. Binici H, Arocena J, Kapur S, Aksogan O, and Kaplan H, Microstructure of red brick dust and ground basaltic pumice blended cement mortar exposed to magnesium sulphate solutions, *Canadian Civil Engineering Journal*, 36 (2009) 1784-1793.
- [10]. Binici H, Temiz H, Aksoğan O, Ulusoy A, The Engineering Properties of Fired Brick Incorporating Textile Waste Ash and Basaltic Pumice, *Journal of The Faculty of Engineering And Architecture of Gazi University* 24 (2009) 485-498.
- [11]. Kan Yc., Pei Kc., Chang Cl. 2004. Strength And Fracture Toughness Of Heavy Concrete With Various Iron Aggregate Inclusions. *Nucl. Eng. Design*, Volume 228, pages 119-127.
- [12]. Tsai, W. T., Yang, J. M., Lai, C.W., Chen, Y.H., Lin, C.C., Yeh, C.W., "Characterization and adsorption properties of eggshells and ehhshells membrane", *Bioresource Technology*, 97, 488-493 (2006).
- [13]. Kılınçarslan, Ş. 2004. Barit Agregalı Ağır Betonların Radyasyon Zırlamasındaki Özellikleri ve Optimal Karışımlarının Araştırılması. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta 106 s.
- [14]. Akkurt, I., Altındağ, R., Başyigit, C., Kılınçarslan, S. 2008. The effect of barite rate on the physical and mechanical properties of concretes under f-t cycle, *Mater. & Des.* Vol.29- p.1793.
- [15]. Bouzarjomehri F, Bayat T, Dashti MH, Ghisari M et al, Co γ ray attenuation coefficient of barite concrete, *IJRR*, 2006, 4(2) 23-27
- [16]. İnternet Sayfası: www.tap.org.tr, Erişim Tarihi :01.07.2013