

POLİMER ÇATI MALZEMELERİNİN YANGIN KARŞISINDA DAVRANIŞLARININ İRDELENMESİ

Seda Erdem 1¹
Nihal Arıoğlu 2²

Konu Başlık No: 2 Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları

ÖZET

Gelişen teknoloji ve günümüz şartlarına bağlı olarak artan polimer çatı ürün çeşitliliğiyle birlikte performans gereksinimleri de tercihlerimizi sınırlamaktadır. Performans gereksinimleri içinde yangın dayanımı ise en önemli belirleyicilerden biri olmaktadır. Yangın sırasında, çatının çökmesini ve yangının yayılmasını önlemek, yangın sırasında alev damlalarının oluşmasını önlemek, yangının binaya geçmesini engellemek, bitişik nizam binalarda, çatılarda çıkan yangının komşu çatıya geçmesini engellemek gibi performans gereksinimlerini karşılaması beklenen polimer çatı malzemeleri, genel olarak yanıcı olmalarına rağmen, çeşitli katkı malzemeleriyle yangına dayanımları iyileştirilebilmektedir. Çalışmada, çatıda kullanılacak polimer malzemenin performans özellikleri yönetmeliğe dayalı olarak tanımlanmış ve yangın karşısındaki davranışları, performansları incelenerek değerlendirilmiştir. Performansı belirleyen ölçütlere ait değerler, tablo halinde verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Polimer, yanıcılık, performans özellikleri.

ABSTRACT

Due to the developing technology and recent conditions, increasing variety of polymeric products and performance requirements restrict our preferences. Fire resistance is one of the most important determinants in the performance requirements. Polymeric roof materials, which are expected to provide the performance requirements such as prevention the collaption of roof, propagation of fire in the roof, formation of flame drops and transition of the fire to the building, and also between the attached building roofs, are generally flammable but their fire resistance can be enhanced with some retardants. In this study, the polymeric roof materials' performance properties have been determined as regulations and their fire behaviours have been evaluated with analysing their performances. The values determining performances have been given in table.

KEY WORDS

Polymer, flammability, performance properties.

¹ Dr. Seda Erdem, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Taşkışla Kampüsü, 34437, Taksim-Şişli/İstanbul, Tel: +90(212) 293 13 00-2247, Faks: +90(212) 251 48 95, erdemsed@itu.edu.tr.

² Prof. Dr. Nihal Arıoğlu, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Taşkışla Kampüsü, 34437, Taksim-Şişli/İstanbul, Tel: +90(212) 293 13 00-2249, Faks: +90(212) 251 48 95, arioglu@itu.edu.tr.

1.GİRİŞ

Binalarda oluşabilecek yangınların önlenmesi ve oluşabilecek zararları en aza indirmek amacıyla, Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik (BYKHY) kapsamında, çatıların karşılaması gereken performans özellikleri belirtilmiştir. Bunlar; çatının çökmesini, çatıdan yangının girişi ve çatı kaplaması yüzeyinin tutuşmasını, çatının altında ve içinde yangının yayılmasını, çatı ışıklığı üzerindeki rüzgâr etkilerini, çatı ışıklığından binaya yangının geçmesini, yangının çatı kaplamasının dış yüzeyi üzerine veya katmanlarının içerisine yayılmasını ve alev damlalarının oluşmasını, bitişik nizam binalarda, çatılarda çıkan yangının komşu çatıya geçmesini önleyecek performans gereksinimleridir [1].

Çatılarda ısı, su ve ses yalıtımı ve kaplama için pek çok malzeme kullanılmakta, bu malzemeler metal, ahşap, polimer kökenli...vb olmaktadır. Bütün bu malzemeler içinde; düşük maliyet, uygulama kolaylığı, hafiflik ve dayanım gibi nedenlerden dolayı, polimer çatı malzemeleri en çok tercih edilen malzemelerden olmaktadır. Diğer taraftan organik kökenli malzemelerden olan polimerler, genel olarak mükemmel yanıcıdır [2]. Yangın karşısında ahşap, deri, yün, ipek... vb. yanıcı maddelere benzer davranışlar gösterirler ve termal bozulmaya uğrayarak, duman, uçucu ve zehirli gaz salınımı yaparlar. Genelde polimerlerin pek çok türü bulunmakla birlikte, yapıda kullanım alanlarının farklılaşmasına bağlı olarak, çeşitli katkı malzemeleriyle özellikleri iyileştirilebilmektedir. Böylece yangın karşısında çatı kaplama veya yalıtım malzemelerinden beklenen performans özelliklerini daha iyi karşılayabilmekte, dolayısıyla yangın karşısında yaşanacak zararlar, bir miktar kontrol altına alınabilmektedir.

Bu çalışmada, özellikle çatılarda kaplama ve yalıtım amaçlı kullanımlara yönelik ön kararlarda, genel bir yaklaşım bilgisi vermek amacıyla; çatıda kullanılan polimerler tanıtılmış, bu polimerlerin yangın karşısındaki davranışları incelenerek, bünye yapılarından kaynaklanan davranış farklılaşmalarını tanımlayan ölçütler belirlenmiştir. Literatürdeki verilere dayalı olarak gerçekleştirilen bu belirlemede karşılaştırma olanağı sağlamak amacıyla, belirlenen karşılaştırma ölçütleri çerçevesinde sık kullanılan polimerlerin ve yine diğer bir karşılaştırma ölçütü olmak üzere meşe ve köknarın yanma karşısındaki davranışları tablo düzeneği şeklinde verilmiştir.

2. POLİMER ÇATI MALZEMELERİNİN YANGIN DAVRANIŞLARI

Polimerler doğal ve sentetik olmakla birlikte sıcaklık karşısında verdikleri tepkiye göre termoplastik ve termoset olarak sınıflandırılırlar. *Termoplastikler* ısı ve basınç altında yumuşayan ve akan, bu durumda istenildiği gibi şekillendirilebilen ve soğuduğunda sertleşip katı halini alan plastiklerdir. Polimerizasyon yöntemiyle elde edilen termoplastikler, tekrar ısıtıldığında tekrar yumuşayabilir, yeniden şekil alabilir ve soğutulduğunda sertleşebilirler. İkinci kez ısıtılıp, şekillendirme sırasında herhangi bir kimyasal değişime uğramazlar. Silindirleme, ekstrüzyon, vakum, presleme, püskürtme döküm, köpükleştirme...gibi yöntemlerle şekillendirilen termoplastiklerde şekillendirme işlemi, malzemenin uygulanacak yöntem için gerekli plastik kıvama gelmesini sağlayacak sıcaklık derecesi ve bu sırada şekillendirmeyi gerektirecek mekanik etki ile oluşur. Ekstrüzyon, granül halindeki termoplastiklerin elyaf, profil, boru, tüp, film ve levha haline getirildiği yöntemdir. Silindirleme yöntemiyle folyolar ve levhalar, püskürtme döküm ve köpükleştirme yöntemleriyle ise özellikle yalıtım malzemeleri üretilmektedir. *Termosetler* ise sıcaklık ve basınç altında sertleşir ve tekrar çözünmezler. Bu nedenle kimyasal yapıyı bozmadan, termosetleri tekrar şekillendirmek mümkün değildir. Ekstrüzyon, presleme, döküm...gibi yöntemlerle şekillendirilen termosetler, kimyasal yapıları

nedeniyle polimerler genel olarak yüksek yanıcı malzemeler grubundandırılar. Yeterli derecede ısıya maruz kaldıklarında birdenbire alevlenerek yanmaya başlar sonra da ayrışır (proliz).

Polimer malzemelerinin yangın karşısındaki davranışları yedi ölçütle belirlenmektedir: alevlenme kolaylığı, alevlenme noktası, polimer yüzeyindeki alev yayılma hızı, yangına dayanımı, ısısalım hızı oranı, sönme kolaylığı, duman salınımı ve toksik gaz emisyonudur [3]. Dış kaynaklı kıvılcım veya alev yanma işleminde, alevlenmenin olması için gerekli minimum sıcaklık derecesine *alevlenme noktası* denir. Yangındaki ilk emisyonun ne kadar hızlı gerçekleştiği ise *alevlenme kolaylığı* ile tanımlanır [4], [5]. Bir başka anlatımla, bir cismin hava ile yanıcı karışım meydana getiren bir buhar çıkardığı en düşük sıcaklık derecesidir. Polimer yüzeyindeki alev yayılma hızı iki şekilde gerçekleşir: çevresel hava akımı ile aynı yönde gerçekleşen alev yayılımı ve zıt yönde gerçekleşen alev yayılımı. *Isı salım hızı (HRR)*; konik kalori ölçer ile hesaplanan, birim alandaki birim kütlenin yanma oranıyla çıkan ürünler ve gerçek yanma ısısıdır [6]. *Sönme kolaylığı*, ısı kaynağının numuneden uzaklaştırılması sonrasında, malzemenin kendi kendine sönmesi durumudur.

Yangın sırasında çatılardaki yakıt görevini, o çatıda kullanılan malzemelerin oluşturduğu düşünüldüğünde, polimer çatı malzemesi seçiminin önemi daha iyi anlaşılacaktır. Bu bağlamda 2009'da yürürlüğe giren TS EN 13501-5 standardına göre çatı malzemelerinden beklenen özellikler;

- çatı kaplama malzemeleri için B_{ÇATI} veya yanmaz (A1) olması,
- çatı kaplamaları altında yer alan yüzey veya yalıtım için; en az zor alevlenici (en az C- s3,d2) veya en az normal alevlenici (en az E-d2) olması,
- çatı taşıyıcı sistemi için ise yalnızca yüksek yapılarda ve bitişik nizam yapılarda yanmaz (A1) olmasıdır [7].

Plastiklerin yanma özelliklerinin karşılaştırılmasında en çok kullanılan yöntem Limit Oksijen İndeksi (kısaca LOI) test yöntemidir. *Limit Oksijen İndeksi*, sabit yanmayı devam ettiren minimum oksijen miktarına denir. LOI deneyinde, tutuştuktan sonra yanmaya devam eden plastiklerin yanıcılıkları ölçülür. Plastiklerin kimyasal yapıları ile ilgili olan LOI değerleri, polimer yapısındaki oksitlenebilir atom ya da molekül gruplarının sayısı ile saptanır. Yukarıya doğru akan oksijen-azot karışımında bir şerit plastik bir tüp içerisinde tutuşturulur. Aşağıya doğru yanan, kararlı, mum gibi bir alev tayin edilir. Gaz karışımının oksijen-azot oranı, alevin sönmesine kadar yavaş yavaş azaltılır. LOI değeri ne kadar düşük olursa, plastik malzeme o kadar kolay alevlenebilir. Polimer molekülündeki H-C oranı ne kadar yüksekse, polimer, o kadar yanıcı olmaktadır. Bununla birlikte hava %21 oranında O₂ içerdiği için, LOI değeri 21'den daha büyük olan polimerler kendi kendini söndürür [8],[9],[10]. LOI değeri yüksek olan polimer çatı malzemelerine örnek olarak PVC (LOI değeri yaklaşık 47) ve polyester (LOI değeri yaklaşık 39) verilebilir. Bununla birlikte kolay alevlenici termoplastikler çeşitli katkılarla, zor yanıcı polimerlere dönüşmektedirler. Polimerlerin yanma davranışını incelemek için LOI dışında testler de mevcuttur: Yatay yanma, dikey yanma, kül yüzdesi vb. Polimer çatı malzemelerine ait yatay ve dikey yanma değerleri, Tablo 1'de verilmiştir. Belirli standartlara göre yapılan malzemenin termal davranışını incelemek adına yapılan DSC ve TGA gibi yöntemler bu konuda önemli ipuçları verebilir.

Polimerler yanma sırasında, kimyasal yapılarına ve yanma koşullarına bağlı olarak CO, CO₂, NO_x, SO₂... vb. salınımı yaparlar. Duman ve asit gazları, görüş bozukluğuna, asfiksant gazlar (HCN, CO, CO₂... gibi), nitrojen oksit ve fosfat gibi iritantlar ise nefes alma güçlükleri ve ağrıya neden olmaktadır. Bu gazların salınımı, yangın sırasında insan sağlığını ve hayatını en fazla tehdit eden unsurlardır [5]. Polimerlerin yanma sırasında yaptıkları emisyon değerlerinin ölçümü için elektrokimyasal hücre metodu, UV (Mor ötesi) ve IR (kızıl ötesi) ölçümü uygulanır [11].

3. POLİMER ÇATI MALZEMELERİNİN YANGIN KARŞISINDA DAVRANIŞLARININ İRDELENMESİ

Çatıda kullanılan polimer malzemeler oldukça çeşitlilik göstermektedir. Kaplama, yalıtım, çatı penceresi, havalandırma bacaları, kenar, köşe bitiş elemanları... gibi çok çeşitli amaçlarla kullanılan polimerler, diğer yapı malzemelerine kıyasla hafif, ucuz, kolay elde edilebilir, kolay monte edilebilir, dayanıklı olması gibi pek çok nedenle özellikle tercih edilmektedir. Ülkemizde çatıda, kaplama, yalıtım... vb amaçlarla en çok tercih edilen polimer malzemeler; ABS, Termoset Polietilen (XLPE), Poliamid (PA), (NAYLON), Polyester (PES), Polietilen (PE), Polikarbonat (PC), Polipropilen (PP), Polistiren(PS), Cam Lifiyle Güçlendirilmiş Polistiren (GRP), Polivinilklorür (PVC)'dir. Bu polimerler çeşitli katkı malzemeleriyle güçlendirilerek özellikleri de iyileştirilebilmektedir. Örneğin ABS, polyester, poliamid... gibi polimerler, karbon elyaf, cam elyaf, alüminyum tozu, molibden sülfid... gibi katkılarla, dayanıklılık, kırılma... gibi özellikleri iyileştirilerek, kaplama ve yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır. Pek çok tasarım olanakları sunan bu polimer türlerine ait çatı örnekleri Şekil 1 ve Şekil 2'de görülmektedir [12], [13].



Şekil 1: Polikarbonat, Śląski Stadyumu, Polonya [12]

Polimer çatı malzemelerinin yanıcılık özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde görülmektedir ki en zor tutuşan polimerler; PVC ve polyester, kolay tutuşan polimerler; polikarbonat, poliamid, ABS, GRP, çok kolay tutuşan polimerler ise; polietilen ve polipropilendir. Polyester çatı malzemeleri zor alevlenir. Cam lifliyle güçlendirilmiş polyester malzemeler, kolay tutuşmasına rağmen damlacık oluşturmaz. Klorlu mumlar ve antimon oksit katkısıyla veya klorlu reçinelerle birlikte kullanıldığında, kendiliğinden sönmeye özelliği iyileştirilebilir [14]. Genel olarak polimerlere, alüminyum trihidrat (ATH) ve magnezyum dihidroksit (MDH) gibi mineral katkıları eklenerek, yanıcılıkları iyileştirilebilir. Ayrıca polimerlerin LOI değerlerini yükseltmek için antimon trioksit, bromür ve klorür, monomerin bir parçası olarak, polimer sentezlenirken ya da katkı olarak kullanılmaktadır [15].



Şekil 2: Bird Nest Olimpik Stadyumu, Pekin [13].

PVC çatı malzemelerin, 150°C’de yapısında bozulmalar oluşmakta, 450°C’de ise tutuşmaktadır. Bütün halojenler gibi, yangın geciktirici olan klorür içerdiği için, yanmanın erken safhalarında, PVC, diğer polimerlere kıyasla daha az duman salınımı yapar ve çok zor tutuştuğu için yangın yayılmasında katkı sağlamaz [16]. Bununla birlikte yandığı zaman duman ve karbon monoksit, karbon dioksit, hidroklorür, dioksin ve furan gazları emisyon etmektedir ki bu gazlar diğer polimerlerin emisyon ettiği gazlardan daha az zararlıdır [11]. Plastikleştirici içermeyen PVC, alev uzaklaştırıldığında kendi kendini söndürmesine rağmen, plastikleştiricisiz köpük PVC havada yanmaya devam eder [9]. Çatıda yalıtım amacıyla kullanılan polistren malzemeler doğaları itibariyle yanıcıdır. Yalıtım amacıyla kullanılmak için üretilen polistren köpüklere, üretim aşamasında eklenen katkıları, hidrokarbon içerdiği için ve polistren yandığında yüksek oranda monomerik stiren ürettiği için oldukça yanıcı ve uçucudur. Kolay tutuşup, eriyerek yanar. Yalıtım malzemelerinden olan poliüretan, azot içerip, yanıcı olmamakla birlikte, yanıcı olmayan köpükleştirici etkenler içerir. Polistren gibi erimeyip, yerinde yapımlarda, zehirli duman yayarak kömürleşirler [14], [17]. Poliüretanlar, 250°C’de insan sağlığı için zararlı olan metilen difenil izosiyanat (MDI), metilen dianilen (MDA), CO ve HCN emisyon ederek bozulmaya başlar [11]. Şekil 3’te poliüretan köpük ısı yalıtım malzemesinin uygulanması görülmektedir [22].

Poliolenlerden olan polietilen ve polipropilenler, yangına dayanıklı değildirler. Çok kolay tutuşup, yandığında akışkan sıvılara dönüşerek damlacıklar oluştururlar [14]. Ayrıca polipropilen ve polietilenler, ABS, polistren gibi yanmasını yavaş söndüren polimer levhalarındadır. Polietilen ve polipropilen, diğer polimerlere kıyasla, yangın karşısında daha düşük performans sergilerler [18]. Bu polimerlerin dışında florlu plastikler (PTFE gibi) çok zor alevlenir ve yandığında asit-gaz üretir. PTFE’nin yanıcılık sınıfı V0 olup, en az yanıcı polimerdendir. Şekil 4’te florlu plastikler ile kaplanmış çatı strüktürü görülmektedir [23].



Şekil 3: Çatıda yalıtım amacıyla yapılan poliüretan spreyc köpük uygulaması [22]

TS EN 13501-5 ve TS EN 13501-1 standartlarına göre çatı kaplama malzemeleri $B_{\text{ÇATI}}$ değerlerini karşılamalıdır. Buna göre malzemenin yoplam yanma süresi 5 dakikadan az, dış yangın yayılma süresi ve yangının nüfuz etme süresi ise en az 30 dakika olmalıdır. Buna göre kendiliğinden sönmeyen polimerlerin kaplama malzemesi olarak kullanılması önerilmemektedir. Ayrıca yanan/kızaran yanma parçacıklarının çatı yapısını delmemelidir. Polietilen ve polipropilen yapı malzemelerinin yandıkları zaman, kızgın damlacıklar oluşturmaları ve kendiliğinden sönmemeleri nedeniyle kaplama malzemesi olarak tercih edilmeleri önerilmemektedir [7], [24].



(a)



(b)

Şekil 4 a, b : Flourlu plastiklerle kaplanmış çatı strüktürü [23]

8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 2– 3 Haziran 2016
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fındıklı- İstanbul

Tablo 1: Polimer çatı malzemelerinin yanıcılık performans özellikleri [9], [16], [19], [20].

Polimer	İşlem Sıcaklığı (Processing Tem.)	Yanıcılık (Flammability)	Yanma Derecesi (Flash Ignition Temperature)	Kendiliğinden Yanma Derecesi (Self Ignition Tem.)	Çalışma sıcaklığı (Operating Tem.)	
					Min.	Max.
PVC (Polivinil klorür)	150-200°C	Zor alevlenir Kendiliğinde söner Kömürleşme eğilimindedir Sadece dışarıdan sürekli ısı kaynağına maruz bırakıldığında alevlenir Yandığı zaman HCl* ile birlikte C*,CO*,CO ₂ * ve H ₂ O çıkarır, tuz asiti gibi kokar Kenarları yeşil, sarı renkli yanma olur LOI ~47, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-0	391°C	454°C	-20°C	+80°C
PE (Polietilen)	150-210 °C	Çok kolay alevlenir Kendiliğinden sönmeyen Yanmada erimiş kızgın damlalar oluşur Tepesi sarı, mavi alevle, isli, yoğun dumanlı, yavaş yanma olur, mum, parafin gibi kokar Yüksek ısı salım hızı Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ve H ₂ O çıkarır LOI=17,4, Yanıcılık sınıfı UL 94: Yanıp kül olur.	341°C	349°C	-60°C	+80°C
XLPE (Çapraz Bağlı Polietilen-termoset)	Çapraz bağlandıktan sonra işlenemez	Kolay alevlenir (PE kadar kolay değil) Kendiliğinden sönmeyen Erimiş kızgın damlalar üretmez Yüksek ısı salım hızı Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ve H ₂ O çıkarır LOI>18, Yanıcılık sınıfı UL 94: Yanıp kül olur.	>350°C	>350°C	-60°C	+135°C
PC (Polikarbonat)	230-320°C	Kolay alevlenir Kendiliğinde söner Kömürleşme eğilimindedir Sarılı alevle yanma, yakıcı alev çekilince söner, fenol kokar Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ve H ₂ O çıkarır LOI=27, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-2*	467°C	598°C	-90°C	+130°C

8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 2– 3 Haziran 2016
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fındıklı- İstanbul

Tablo 1 Devamı: Polimer çatı malzemelerinin yanıcılık performans özellikleri [9], [16], [19], [20].

Polimer	İşlem Sıcaklığı (Processing Tem.)	Yanıcılık (Flammability)	Yanma Derecesi (Flash Ignition Temperature)	Kendiliğinden Yanma Derecesi (Self Ignition Tem.)	Çalışma sıcaklığı (Operating Tem.)	
					Min.	Max.
PP (Polipropilen)	210-250°C	Çok kolay alevlenir Kendiliğinden sönmez Erimiş kızgın damlalar üretir Tepesi sarı, mavi alevle, isli, yoğun dumanlı, yavaş yanma olur Yüksek ısı salım hızı Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ve H ₂ O çıkarır LOI=18, Yanıcılık Sınıfı UL 94: HB*	320 °C	350 °C	0 °C	+140 °C
PES (Polyester)	300-360 °C	Zor alevlenir Kendiliğinden söner Kömürleşme eğilimindedir İsli, sarı alevle yanma, damlama olur, karakteristik koku yayar Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ,SO ₂ *ve H ₂ O çıkarır LOI=39, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-0*	~500°C	~500°C	-70°C	+210°C
ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren)	205-260 °C	Kolay alevlenir Kendiliğinden sönmez Genellikle erimiş damla üretmez Sarı alevli, isli, yanma olur, karakteristik koku yayar Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ,HCN, NO _x , vinil siyanür ve H ₂ O çıkarır LOI=18, Yanıcılık sınıfı UL 94: Yanıp kül olur.	~390 °C	~500°C	-20°C	+80°C
GRP (Cam elyaf takviyeli polyester)	20-100°C	Kolay alevlenir Kendiliğinden sönebilir Kömürleşme eğilimindedir Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ve H ₂ O çıkarır LOI~19, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-0	370 °C	485 °C	-50 °C	+105 °C

Tablo 1 Devamı: Polimer çatı malzemelerinin yanıcılık performans özellikleri [9], [16], [19], [20].

Polimer	İşlem Sıcaklığı (Processing Tem.)	Yanıcılık (Flammability)	Yanma Derecesi (Flash Ignition Temperature)	Kendiliğinden Yanma Derecesi (Self Ignition Tem.)	Çalışma sıcaklığı (Operating Tem.)	
					Min.	Max.
Naylon 6,6 (Poliamid)	270-280 °C	Kolay alevlenir Kendiliğinden sönmeyen Erimiş kızgın damlalar üretir Tepesi sarı, mavimsi alevli, ısı yavaş yanma, eriyip akma olur, yanık yün gibi keskin kokar Yüksek ısı salım hızı Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ,NH ₃ *, HCN*, NO _x *ve H ₂ O çıkarır LOI=23, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-2	400°C	>400°C	-40°C	+100°C
“Noryl” (%30 cam lifli katkılı Polipropilen oksit ve polistren kompozit)	300-320°C	Kolay alevlenmez Kendiliğinde söner Kömürleşme eğilimindedir Sarı alevle yanma, yakıcı alev çekilince söner, fenol kokar Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ve H ₂ O çıkarır LOI=31, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-1*	~500°C	~500°C	-50°C	+125°C
Kızıl Meşe		Kolay alevlenir Kendiliğinden sönmeyen Kömürleşme eğilimindedir Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ve H ₂ O çıkarır LOI=22,7	260°C	415°C	-45°C	+75°C
Douglas Köknarı		Kolay alevlenir Kendiliğinden sönmeyen Kömürleşme eğilimindedir Yandığı zaman C,CO,CO ₂ ,SO ₂ ve H ₂ O çıkarır LOI=22	260°C	415°C	-45°C	+75°C

HCN; Hidrojen siyanür, HCl; Hidrojen klorür, C; Karbon, CO; Karbon monoksit, CO₂; Karbon dioksit, NO_x; Azot oksitleri, SO₂; Kükürt dioksit, NH₃; Amonyak

V0 (dikey yanma); Numune, test düzeneğinde 10 saniyeden fazla alevle yanmaz, söner. Yanma ürünü olan damlacık oluşmaz.

V1(dikey yanma); Numune, test düzeneğinde 60 saniyeden fazla alevle yanmaz, söner. Yanma ürünü olan damlacık oluşmaz.

V2 (dikey yanma); Numune, test düzeneğinde 60 saniyeden fazla alevle yanmaz, söner. Yanma ürünü olan damlacık oluşur.

HB (yatay yanma); “Kendiliğinden sönen” malzemeler olarak sınıflandırılır. UL94 değerlendirmesi içinde en düşük alev geciktiricilerdir [21].

4. SONUÇLAR

Günümüzün en yaygın kaplama ve yalıtım malzemelerinden olan polimerler, uygulama kolaylığı, ucuzluk, hafiflik ve dayanım gibi performans özelliklerini oldukça iyi karşılamaktadır. Bununla birlikte çatıda kullanılan polimer yalıtım ve kaplama malzemelerinin hepsinin yangın karşısındaki davranışları farklılık göstermektedir. PVC çatı malzemeleri, diğer polimerlere nazaran daha üstün özelliklere sahiptir. LOI değeri oldukça yüksek olan PVC malzemeler, daha az zehirli gaz ve duman salınımı yapar. PVC gibi polyester de en zor tutuşan ve en üstün yanıcılık özelliklerine sahip polimerlerdendir. Kolay tutuşan polimerlere örnek olarak polikarbonat, poliamid, ABS, GRP verilebilir. Çok kolay tutuşan polimerler ise polietilen ve polipropilendir. PE ve PP diğerlerinden farklı olarak kendi kendine sönmeyizler. Bütün polimerler yanma ürünü olarak çeşitli yan ürünler çıkarmakta olup, genel olarak C,CO,CO₂ salınımı yaparlar ve dikey yanma yanıcılık sınıfları da çeşitlilik gösterir. Yangın felaketlerinin azaltılması açısından polimer malzemelerin, çatıdaki kullanım amacına göre yanma özelliklerini göz önünde bulundurarak uygun detay çözümlenmeleri içinde özenle ve dikkatle kullanılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Altındaş, S., (2012). Çatı ve çatı kaplamalarının yangın performanslarının binaların yangından korunması hakkında yönetmelik kapsamında irdelenmesi, 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Bursa, 12 – 13 Nisan
- [2] Kittle, Paul A., (1993). Flammability of Plastics&Polymers used as alternative daily covers, A Summary of Technical Information From The Public Domain, Rusmar Incorporated West Chester, PA.
- [3] Harper, C., A., Petrie, E., M. (2003). Plastics Materials and Processes A Concise Encyclopedia, A John Wiley& Sons, INC., Publication, USA.
- [4] Troitzsch, J., (2004). Plastics Flammability Handbook Principles, Regulations, Testing and Approval, 3rd Edition, Hanser Publishers, Almanya, Hanser Gardener Publications, Inc., Cincinnati.
- [5] Papaspyrides, C., D., Kiliaris, P., (2014). Polymer Green Flame Reterdants, Elsevier.
- [6] Apte, V., (2006) Flammability Testing of Materials Used in Construction, Transport and Mining, Woodhead Publishing
- [7] TS EN 13501-5“Yapı malzemeleri ve bina elemanları - Yangın sınıflandırılması - Bölüm 2: Yangına dayanım deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma (Havalandırma tesisatları hariç)”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2012).
- [8] Akkurt, S., (2007). Plastik Malzeme Bilimi, Teknolojisi ve Kalıp Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [9] Erdem, S., (2008). Çatıda kullanılan polimer kökenli levhaların karşılaştırmalı analizi, (Yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [10] Kayan, S., (2004). Tekstil Materyallerinin Yanma Mekanizması ve Limit Oksijen İndeks Değerleri, Enstrümantal Analiz Dersi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- [11] Yatağan, S., Erdem, S., (2014). Çatıda kullanılan polimer kökenli malzemenin yüksek sıcaklıkta hasar ve gaz emisyonuna göre analizi, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 3-4 Nisan
- [12] http://www.gmp-architects.ru/uploads/tx_gmpprojects/1_2190_birds-eye-view_2000x1125px.jpg
- [13] <http://beijing-birdsnest.com/?p=302>
- [14] Mahon, S.,D., Barford, J., C., Dawson, W., (1966). Plastics in Building Structures: Proceedings of a Conference Held in London, Pergamon Press Ltd., İngiltere.
- [15] Guo, Q., (2012). Thermosets Structure, Properties and Applications, Woodhead Publishing

- [16] [www. bpf.co.uk/Media/Download.aspx?MediaId...](http://www.bpf.co.uk/Media/Download.aspx?MediaId...)
- [17] **Uygunoğlu, T., Güneş, İ., Çalış, M., Özgüven, S.,** (2015) EPS ve XPS Malzemeleriyle Yapılan Mantolamaların Yangın Sırasındaki Davranışlarının Araştırılması, Politeknik Dergisi, 18 (1):21-28
- [18] **Toydemir, N. , Gürdal, E. , Tanaçan, L.,** (2000). Yapı Malzeme Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul.
- [19] http://www.habasit.com/assets/FlammabilityWarning_EN.pdf
- [20] **Vogel, C., Mueller, A., Lehmann, D., Taeger, F.,** (2012). Characterization of the Burning Behaviour of Plastics by a New Method, Open Journal of Polymer Chemistry, 2, 86-90.
- [21] www.cablejoints.co.uk/upload/Thomas-and-Betts-Cable-Ties-Material-Selection-Guide.pdf
- [22] <http://gunsulation.com/home.html>
- [23] <http://materia.nl/article/etfe-ptfe-explained/etfe-and-ptfe-explained-2/>
- [24] **TS EN 13501-1**“Yapı mamulleri ve yapı elemanları - Yangın sınıflandırması- Bölüm1: Yangın karşısındaki davranış deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma” Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2010).