



Mineral ve Fiber İçeren Polimer Betonların Plaka Sıcaklıklarına Bağlı Isı İletkenlik Katsayılarının İncelenmesi

Cengiz ÖZEL*¹, Murat KORU², Yüksel BAYRAM³

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, 32200, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, 32200, Isparta

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, 32200, Isparta

(Alınış Tarihi: 06.01.2015, Kabul Tarihi: 01.03.2015)

Anahtar Kelimeler

Polimer beton,
Isı iletim katsayısı,
Plaka sıcaklıkları,
Mineral,
Fiber

Özet: Polimer beton (PC) özellikle yüksek mukavemet ve kimyasal direncin gerekli olduğu yerlerde, onarım-güçlendirme işleri ve prefabrikte sektörü başta olmak üzere inşaatın değişik dallarında giderek daha fazla uygulama alanı bulmaktadır. Bu çalışmada ısı iletimlik katsayısı ölçüm cihazının farklı plaka sıcaklıkları ve polimer betonun farklı karışım bileşenlerine göre ısı iletim katsayılarının değişimi incelenmiştir. Bağlayıcı (matris) olarak iki farklı reçine (polyester ve vinilester), faz malzeme (dolgu) olarak ise mineral "kum" ve polipropilenin kullanıldığı polimer betonlar üretilmiştir. Polimer betonun ısı iletim katsayısı her bir faz malzemesi için üç farklı oranda kullanıldığı polimer betonlar üzerinde ve 5 farklı plaka sıcaklığında (ısı akışı için soğuk ve sıcak plakaların ortalama sıcaklıkları -10, 10, 20, 30, 50 °C) belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda, polimer betonun ısı iletim katsayısının geleneksel betona göre 5 ile 6 kat daha düşük olduğu gözlenmiştir. Polimer beton, ısı yalıtımı için daha uygun bir davranış göstermiştir. Çalışma sonucunda faz malzeme oranının artmasıyla ve/veya plaka sıcaklıklarının artmasıyla ısı iletimlik katsayısı arttığı, ısı iletimlik katsayısının ortam sıcaklığı, polimer beton bileşen ve bileşen oranlarına göre değiştiği sonucuna varılmıştır.

Investigation of Thermal Conductivity Depend on Plate Temperatures of Polymer Concrete Containing Mineral and Fiber

Keywords

Polymer concrete,
Thermal conductivity,
Plate temperatures,
Mineral,
Fiber

Abstract: Polymer concretes (PC) finds many application fields in civil engineering, especially the requirements on chemical resistance and high mechanical strength, repairing-retrofitting and precast industry. The thermal conductivity " λ " properties of PC were investigated according to different mix components of PC and different plate temperatures of thermal conductivity apparatus, in this study. PC was produced with two different types of resins (polyester and vinylester) as binder (matrix) and two different types of phase materials (mineral "sand" and polypropylene fibers) as fillers. The thermal conductivity properties of PC were determined by varying the level of phase materials (three rates for each phase material) and by varying the plate temperatures of apparatus (average temperatures of hot and cold plate for heat flow are -10, 10, 20, 30, 50 °C).

It was observed that the thermal conductivity properties of traditional concrete were approximately five to six times higher than that of the PC. It has been shown that polymer concrete is an appropriate material with respect to heat isolation. It was concluded that thermal conductivity coefficients are increases when the ratios of phase material and/or plate temperatures are increases. It was concluded that the thermal conductivity coefficients are changes depend on ambient temperature conditions along with types and mix ratios of PC component.

* İlgili yazar: cengizozel@sdu.edu.tr

1. Giriş

Polimerler, monomer denilen kimyasal ünitelerden meydana gelen, zincirler şeklinde bir yapıya sahip olan sentetik malzemelerdir. Doğada var olan bu malzemelerin başlıcaları; kömür, ham petrol, su, hava ve kireçtir (Hazer, 1993). Yapay olarak da elde edilebilen organik polimerik malzemeler ise plastikler, elastomerler ve fiberlerdir. Polimerler; yapay polimerler ve doğal polimerler olarak iki gruba ayrılır (Pişkin, 2010). Polimerin, kelime anlamı çok parçalıdır. Bir polimer malzeme, kimyasal olarak birbirine bağlı birçok parça veya birimi içeren bir katı olarak veya başka bir deyişle birbirine bağlanarak bir katı meydana getiren parçalar veya birimler olarak düşünülebilir. Polimerler, en basit tanımıyla çok sayıda aynı veya farklı atomik grupların kimyasal bağlarla az veya çok düzenli bir biçimde bağlanarak oluşturduğu uzun zincirli yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerdir. Plastik malzeme olarak da bilinen suni polimerler, son 40-50 yıl içinde büyük gelişme göstererek günümüzde hacim olarak metallerle hemen hemen eşit oranda kullanılmaya başlanmıştır (Öztürk, 2013).

Polimer malzemeler (plastik malzemeler), eski çağlardan beri kullanılmaktadırlar. Endüstriyel uygulamalardaki ilk basamak; doğal kauçuk, selüloz, nişasta, bitüm, ahşap amber, boynuz gibi doğal polimerik maddelerin kullanılmasıdır. Doğal polimerik ham maddenin işlenmesindeki zorluklar ve ürünlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin yetersiz olması nedeniyle doğal polimerler yerlerini tarihsel gelişim içinde modifiye edilmiş doğal polimerlere, diğer bir ifade ile yarı sentetik polimerlere bırakmışlardır (Pişkin, 2010).

Polimerler, malzeme yapılarından kaynaklanan avantajları sayesinde günümüzde birçok doğal ve yapay malzemelerin yerini almaktadır. Polimerler günümüzde mühendislik (makine-maden-inşaat mühendisliği) ve ulaşım (otomotiv-uçak-gemi-uzay araçları) gibi sektörlerden, ev eşyası, sağlık, haberleşme vb. sektörlerle kadar birçok alanda artan oranlarda kendine uygulama alanı bulmasına karşılık, özellikle yalıtım, dayanım ve hafiflik gibi özelliklerinden dolayı yapı malzemeleri sektöründe polimerlerin önemi her geçen gün hızla artmaktadır. Bugün dünyada üretilen polimerlerin yaklaşık %30'u her sene inşaat mühendisliği ve yapı endüstrisinde kullanılmaktadır (Kazancı, 2010).

Metal, ahşap ve beton gibi çeşitli malzemelere alternatif olarak, farklı endüstriyel uygulamalara göre polimerin çeşitli tipleri (Sınıf I; korozif ve oksitleyici olmayan mineral asitlere az dayanıklı, Sınıf II; izoftalik tip, Sınıf I'e göre daha dayanıklı, Sınıf III; korozif çözütilere karşı dayanıklı bisfenol-A esaslı reçineler) ile polimer kompozitler üretilmektedir. Polimer kompozitlerin performans özelliklerinin geliştirilebilmesi ve/veya reçineye göre kısmi olarak

daha ucuz olduğundan dolayı yaygın olarak faz malzemeleri kullanılmamaktadır.

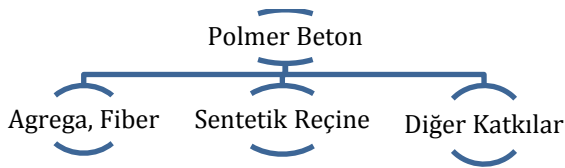
Polimer kompozitlerin diğer malzemelere göre düşük yoğunlukları, yüksek işlenebilirlik, yüksek korozyon, oksidasyon ve kimyasal dirençleri, kısa kür süresi, yüksek basınç-eğilme ve çekme mukavemetleri, darbe direnci donma-çözünme dayanıklılığı vb. avantajlarının yanı sıra sünme, termal dengesizlik ve sınırlı üretim teknikleri dezavantajı oluşturur (Weber, 2001; Garas, and Vipulanandan, 2004; Mishra et. all., 2011; Lokuge and Aravinthan, 2012; Mishra and Satapathy, 2013).

Genelde polimerlerde kristal ve amorf bölgeler bir arada bulunmaktadır. Kristal bölgeler malzemeye sertlik ve kırılgenlik, buna karşılık amorf bölgeler malzemeye tokluk verir. Dolayısıyla malzemenin kristalinite derecesi mekanik özelliklerinde çok önemlidir. Düzenli yapılar ya da lineer zincirler kristal oluşumunu kolaylaştırır. Moleküller arası çekim kuvvetleri de kristaliniteyi arttırmaktadır. Polimerlerin termal özellikleri onların erime ve camsı geçiş sıcaklıkları ile tanımlanır. Polimer zincirleri camsı geçiş sıcaklığının altında donmuş bir yapıda camsı geçiş sıcaklığının üzerinde ise kauçuksu durumdadır. Bu sıcaklıkları yan gruplar ya da zincirin sertliği belirlemektedir (Baysal,1981). Polimerlerdeki enerji transferi polimer zincir moleküllerinin titreşimi ile mümkündür. Isıl iletim değerinin büyüklüğü de polimerin kristallenme derecesine bağlıdır; yüksek kristallenme derecesine ve düzenli dizilişe sahip bir polimerin ısıl iletkenliği eşdeğer amorf malzemedenden daha fazladır. Bunun nedeni, yüksek kristallenme derecesinde, molekül zincirlerinin daha koordineli şekilde titreşim hareketi yapabilmeleridir (Okay, 2003; Doğan, 2014).

Yapıların insan yaşamının gerektirdiği her türlü konfor koşullarına sahip olması yapısal tasarımında birincil işlevlerden birisidir. Isıl sorunların öncelikli önemi doğal çevre ile yapma çevre (mekân) arasında ayırıcı bir yapı elemanının varlığını gerektirir. Mekân dışında kalan doğal atmosfer, mevsim, gece-gündüz, coğrafi enlem, yön ve benzeri parametrelere bağlı olarak ısıl yönden sürekli değişik bir karakter gösterir. Böyle bir değişkenlik içerisinde insanın kendisini dış etkilerden koruyabilmesi, sağlıklı bir şekilde yaşayabilmesi için gerekli konfor koşullarını en iyi düzeyde sağlamalıdır. Bu gereklilik mekan elemanları ve ilave enerjiyle sağlanır. Yaz-kış ve gece-gündüz arasındaki ısıl farklılıklar yapı tasarımında veri oluşturan tasarım parametrelerinden biridir. Soğuk dönemde mekânı sıcak tutmak, sıcak dönemde de mekânı serin tutabilmek için gerekli enerjiyi en az düzeyde tutabilecek uygun tasarlanmış elemanlara ve malzemelere gereksinim vardır. Ancak iki mekan arasında bir sıcaklık farkı olduğunda da aradaki ayırıcı elemanda önemli ısıl sorunların ortaya çıkacağı bilinmelidir (Toydemir vd., 2004).

Isı transferi genellikle sabit durum, yani sabit iç ve dış sıcaklıklar için hesaplanır. Gerçekte dış sıcaklıklar gün boyunca hissedilir ölçüde, yıl boyunca da oldukça büyük değişimler göstermektedir. Eğer özel aygıtlarla çözüme gidilmemişse iç sıcaklığında pratikte sabit kalması imkansızdır. Yaz aylarında terasların ve dış duvarların güneş yönündeki konumlarına göre dış yüzeylerinin sıcaklıkları, dış havanın sıcaklığından oldukça fazla olur. Sıcaklık yükselmeleri ve düşüşleri de aynı oranda büyük olur. Her yapının dış duvarlarının sürekli etkisi altında bulunduğu periyodik ısınma ve soğuma olaylarının değişimi, verimli ısı yalıtım tabakalarıyla ancak sınırlanabilir fakat hiçbir zaman tümüyle engellenemez. Bu değişim çeşitli konstrüksiyonlarda belli etkiler bırakır ve hacimlerini, şekillerini, hareket etmelerini ve hareketsiz konstrüksiyonlarda gerilimlerini belirler. Teras çatılarının ısı yalıtılmış taşıyıcı konstrüksiyonların aksine dış duvarlar çoğunlukla direkt olarak kolaylıkla etkilenebilirler. Bu nedenle modern yapılarda duvar inşasında oldukça farklı malzemeler kullanılır. Sıcaklık etkileri (özellikle sıcaklık değişimi) izotrop ve anizotrop form değişikliklerine, böylece her tür yapı elemanının yapısında bozulmalara neden olduklarından yıpranma olaylarının en belirleyici nedenlerinde sayılırlar (Özer, 1982).

Betonlar istenilen şeklin kolay verilebilmesi, yerel imkanlarla üretilebilmesi, mukavemet özelliklerinin tasarım bileşenleri ile düzenlenebilmesinden dolayı yapıda en yaygın olarak kullanılan kompozit malzemelerdir. Polimer beton ise, üretiminde bağlayıcı ve matris malzeme olarak polimer (sentetik reçine), katkılar (sertleştirici, katalizör, plastikleştirici, silane birleştirme ajanları) ve dağılı faz halinde agrega ve/veya fiber malzemeler bulunan kompozit yapı malzemesidir (Şekil 1) (Sytec, 2014).



Şekil 1. Polimer betonun ana bileşenleri (Sytec, 2014)

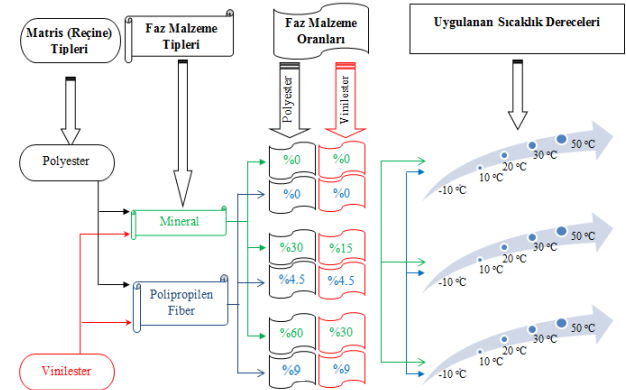
Bu çalışmada yüksek mekanik özelliklere sahip olan mineral ve fiber faz malzemeli polimer betonların ısı iletim katsayılarının faz ve matris malzeme tipi ve oranına göre ısı iletkenlik değerlerinin değişimi incelenmiştir. Polimer betonların yapıda kullanımı sırasında farklı hava sıcaklık etkilerine maruz kalabileceğinden ısı iletim katsayıları farklı sıcaklıklara göre belirlenmiştir.

2. Malzeme ve Metot

Bu çalışmada, polimer betonların ısı iletim katsayıları belirlenmiş ve farklı plaka sıcaklıklarında ısı iletim katsayısının değişimi incelenmiştir. Bu amaçla iki

farklı matris malzemesi (folik asit bazlı, tiksotropik dolgu tipi polyester ve Bisfenol A Epoksi Vinil ester reçine) ve iki farklı faz malzemesi (mineral "standart CEN kumu" ve fiber "polipropilen lif") kullanılarak polimer beton serileri üretilmiştir.

Polimer beton üretiminde faz malzemesi oranları, işlenebilirlik ve mekanik özellikler göz önüne alınarak daha önceki çalışmalara göre seçilmiştir (Soykan, 2012; Topsakal, 2013). Polyester matrisli seride %0, %30 ve %60 mineral faz malzeme oranı, vinil ester matrisli seride %0, %15 ve %30 mineral faz malzeme oranı kullanılarak numuneler üretilirken, polipropilen faz malzeme oranı polyester ve vinil ester matrisli seride %0, %4.5 ve %9 olarak kullanılmıştır (Şekil 2).



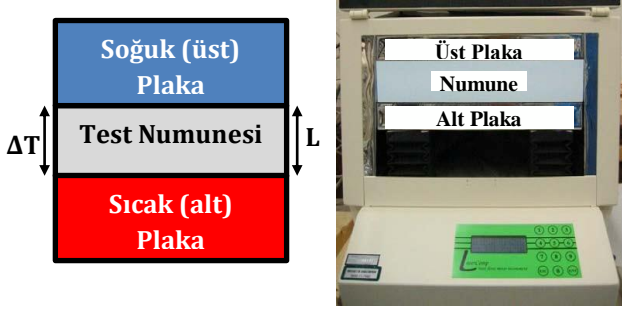
Şekil 2. Üretilen polimer betonların bileşen oranları ve uygulanan sıcaklık dereceleri

Polimer beton üretiminde matris ve faz malzemelerine ilave olarak polimerin reaksiyonu tamamlaması için sertleştirici olarak MEKP (metil, etil, keton ve peroksit) ve hızlandırıcı olarak organik peroksit (Kobalt) kullanılmıştır. Kullanılan kimyasallara ait özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Matris olarak kullanılan reçine ve katkıların özellikleri (Poliya, 2013)

TEST	Dolgu tipi polyester	Bisfenol-A Epoksi Vinil ester	MEKP	Kobalt
Renk	Açık Gri, Opak	Şeffaf	Renksiz	Mavi - menekşe
Yoğunluk	1.353 gr/cm ³	1.044 gr/cm ³	1,17 gr/cm ³	0.92 gr/cm ³
Asit Değeri	11 mg KOH/gr	9 mg KOH/gr	-	-
Viskozite	1450 cp	400 cp	25 mPa.s	300 mPa.s
Jel Süresi	16'	N/A	-	-
Monomer Oranı	%33	%42	-	-
Parlama Noktası	34 °C	-	-	62 °C
Aktif Oksijen	-	-	% 9.8- % 10	-
Peroksit İçeriği	-	-	% 34 - % 36	-
SADT Sıcaklığı	-	-	≈ 60 °C	> 150 °C

Üretilen numuneler üzerinde, Şekil 2'den görüleceği gibi beş farklı sıcaklık düzeyi için ısı iletkenlik değerleri belirlenmiştir. Isıl iletkenlik katsayısının belirlenmesi için "Heat Flow Meter, (HFM) Fox 314" cihazı kullanılmıştır (Şekil 3). Isı iletkenlik katsayısı TS EN 12664 (2009), TS EN 12667 (2003) ve ASTM C518 (2003)'e göre belirlenmiştir. Deneylerde kullanılan soğuk ve sıcak plakanın sıcaklık değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.



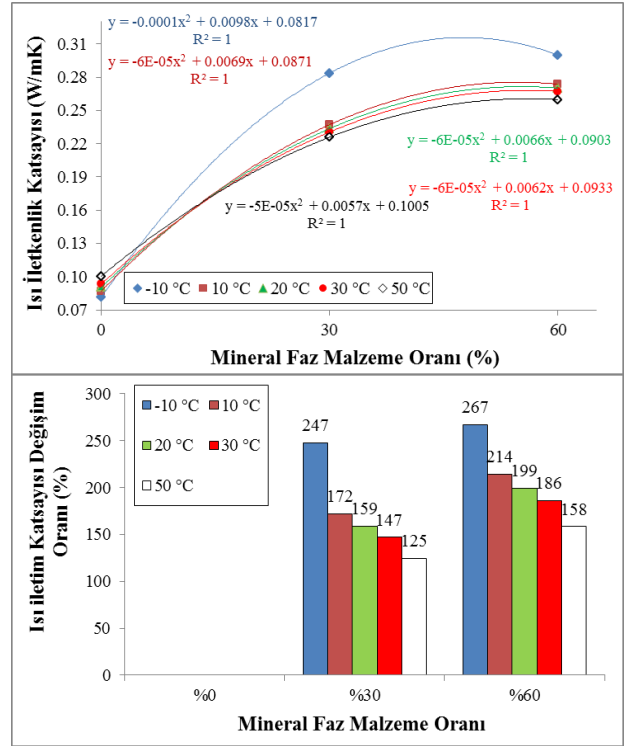
Şekil 3. Isı iletkenlik cihazı (Anonim, 2005)

Çizelge 2. Sıcak ve soğuk plaka için sıcaklık değerleri

Ortalama sıcaklık (°C)	Sıcak plaka (En büyük sıcaklık, °C)	Soğuk plaka (En küçük sıcaklık, °C)
-10	0	-20
10	20	0
20	30	10
30	40	20
50	60	40

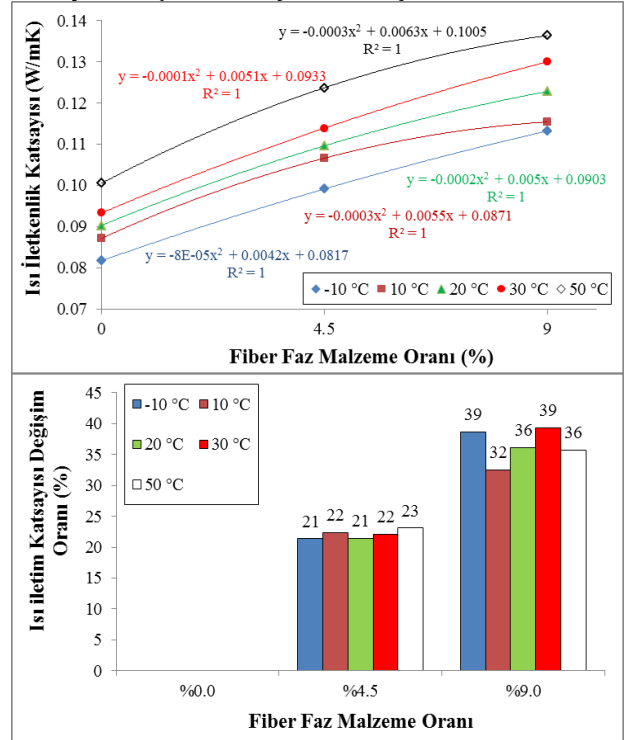
4. Araştırma Bulguları

Üretilen polyster matrisli mineral faz malzemeli polimer betonların mineral oranına bağlı ısı iletkenlik değerlerinin değişimi Şekil 4'de verilmiştir. Mineral oranının artmasıyla tüm sıcaklık değerleri için ısı iletkenlik katsayısında belirgin artış elde edilmiştir (%125-%267). Faz malzemesiz polimer betona göre ısı iletkenlik değerlerinde en fazla artış %30 mineral içeren polimer betonda meydana gelmiştir (%125-%247). %60 mineral içeren polimer betonda %30 mineral içeren polimer betona göre (%30 daha fazla mineral içermesine rağmen) ise %6-%16 oranında daha yüksek ısı iletim katsayısı elde edilmiştir. Faz malzemesi içermeyen serinin ısı iletkenlik değeri ile plaka sıcaklıklarının değişimi arasında paralel bir ilişki olmasına rağmen (düşük plaka sıcaklıklarında düşük ısı iletim katsayısı), mineral içeren her iki seride plaka sıcaklık değerleri arttıkça ısı iletim katsayısı değerlerinde azalma elde edilmiştir.



Şekil 4. Polyester matris+mineral faz malzemeli polimer betonların plaka sıcaklığına ve mineral içeriğine bağlı ısı iletim katsayısının değişimi

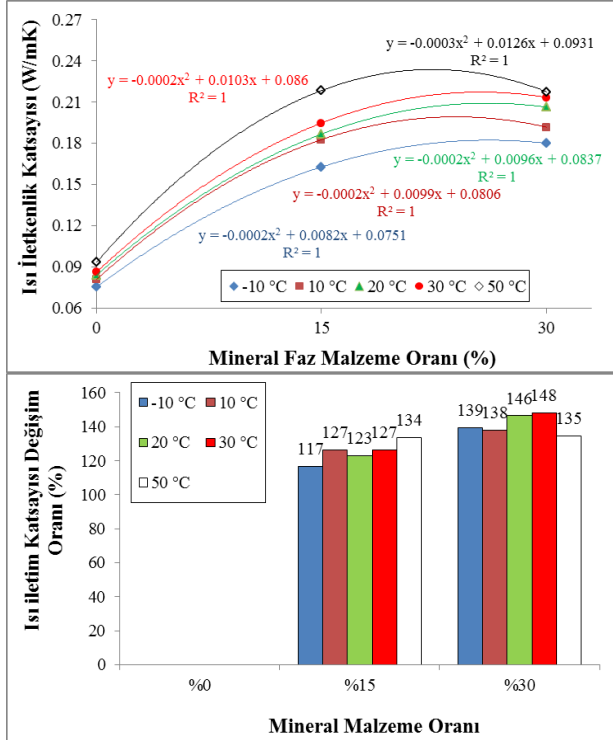
Polyester matrisli fiber faz malzemeli polimer betonların fiber oranına bağlı ısı iletkenlik değerlerinin değişimi Şekil 5'de verilmiştir. Fiber oranının artmasıyla tüm sıcaklık değerleri için ısı iletkenlik katsayısında mineral faz malzemesi olduğu gibi artış elde edilmesine rağmen ısı iletkenlik katsayısı artış oranları (%21-%39) mineral



Şekil 5. Polyester matris+fiber faz malzemeli polimer betonların plaka sıcaklığına ve mineral içeriğine bağlı ısı iletim katsayısının değişimi

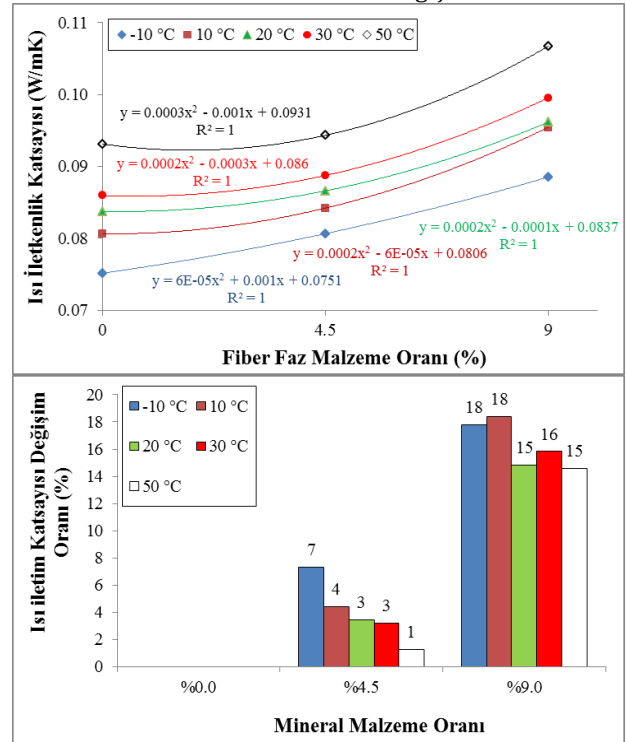
malzemeli serilere göre oldukça düşüktür. %4.5 fiber içeren betonların ısı iletkenlik katsayısı değerleri faz malzemesiz polimer betona göre plaka sıcaklıklarından önemli derecede etkilenmeden artarken (%21-%23 arasında) artarken, %9 fiber içeren polimer betonda %4.5 fiber içeren polimer betona göre ise %8-%14 oranında daha yüksek ısı iletim katsayısı elde edilmiştir. Faz malzemesi içermeyen serinin ısı iletkenlik değeri ile plaka sıcaklıklarının değişimi arasında paralel bir ilişki vardır ve fiber oranının artması bu ilişkiyi bozmamaktadır (düşük plaka sıcaklıklarında düşük ısı iletim katsayısı).

Vinilester matrisli mineral faz malzemeli polimer betonların mineral oranına bağlı ısı iletkenlik değerlerinin değişimi Şekil 6'da verilmiştir. Mineral oranının artmasıyla tüm sıcaklık değerleri için ısı iletkenlik katsayısında polyester matrisli serilerde olduğu gibi artış elde edilmiştir. Ancak artış oranı polyester matrisli serilere göre daha düşüktür (%117-%148). Faz malzemesiz polimer betona göre ısı iletkenlik değerlerinde artışın neredeyse tamamı %15 mineral içeren polimer betonda meydana gelmiştir (%117-%135). %30 mineral içeren polimer betonda %15 mineral içeren polimer betona göre ise %0.4-%11 oranında daha yüksek ısı iletim katsayısı elde edilmiştir. 50 °C sıcaklık için %15 mineral içeren seri ile %30 mineral içeren seri arasında ısı iletkenlik katsayısı artışı tüm seriler içinde en düşük değerdir (%0.4). Faz malzemesi içermeyen serinin ısı iletkenlik değeri ile plaka sıcaklıklarının değişimi arasında paralel bir ilişki vardır ve mineral oranının artması bu ilişkiyi bozmamaktadır (düşük plaka sıcaklıklarında düşük ısı iletim katsayısı).



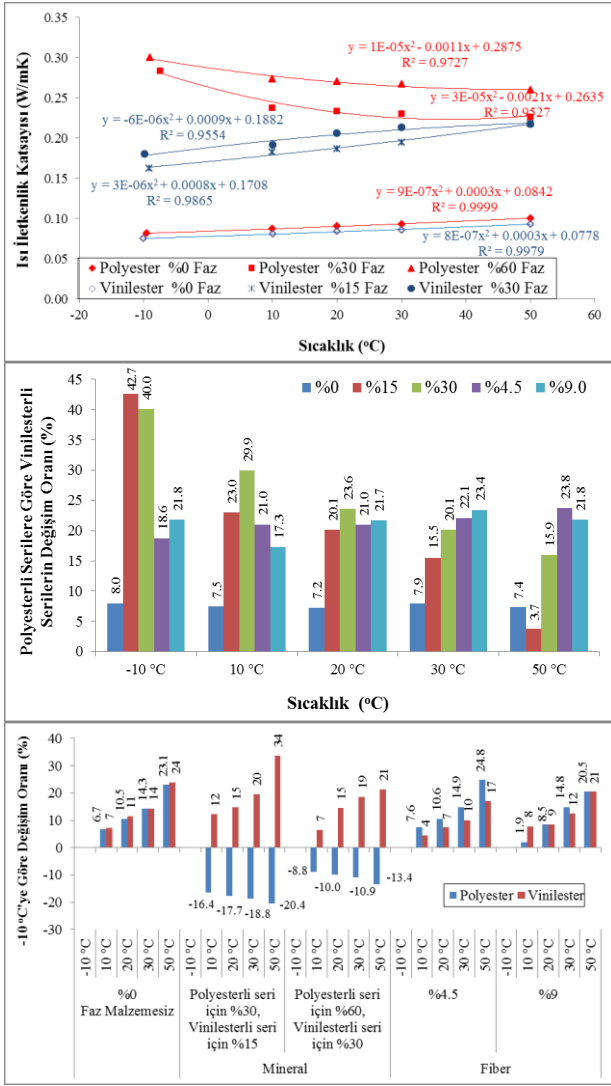
Şekil 6. Vinilester matris+mineral faz malzemeli polimer betonların plaka sıcaklığına ve mineral içeriğine bağlı ısı iletim katsayısının değişimi

Vinilester matrisli fiber faz malzemeli polimer betonların fiber oranına bağlı ısı iletkenlik değerlerinin değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Fiber oranının artmasıyla tüm sıcaklık değerleri için ısı iletkenlik katsayısında diğer tüm serilerde olduğu gibi artış elde edilmiştir. Ancak artış oranları diğer serilerden (%1-%18) oldukça düşüktür. Yani diğer serilerde özellikle mineralli serilerde ısı iletkenlik katsayısı faz malzeme oranının artışıyla yüksek derecede etkilenip artarken, bu seri ısı iletkenlik katsayısı değeri faz malzeme oranı artışından en az etkilenen seridir. %4.5 fiber içeren betonların ısı iletkenlik katsayısı değerleri faz malzemesiz polimer betona göre düşük oranlarda (%1-%7 arasında) artarken, %9 fiber içeren polimer betonda %4.5 fiber içeren polimer betona göre ise polyester matrisli serideki artış oranlarına benzer olarak %10-%13 oranında daha yüksek ısı iletim katsayısı elde edilmiştir. Faz malzemesi içermeyen serinin plaka sıcaklığına göre ısı iletkenlik değeri sıralaması fiber oranının artması ile bu seride de değişmemektedir.



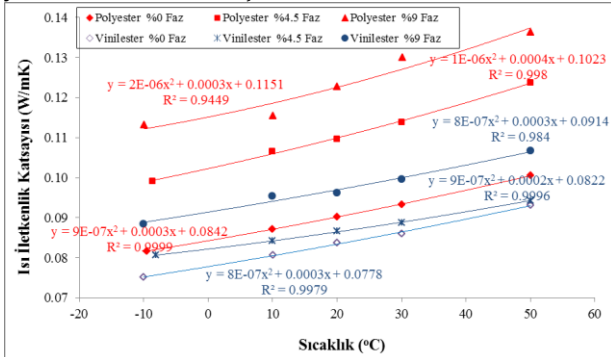
Şekil 7. Vinilester matris+fiber faz malzemeli polimer betonların plaka sıcaklığına ve mineral içeriğine bağlı ısı iletim katsayısının değişimi

Matris malzemesinin ısı iletim katsayısı değeri üzerindeki etkisi Şekil 8 ve 9'da verilmiştir. Her iki şekilden de görüleceği gibi polyester matrisli polimer betonların ısı iletkenlik katsayıları vinilesterli serilere göre daha yüksektir (faz malzemesiz seri için %7.2-%8.0; %4.5 fiberli seri için %18.6-%22.1; %9 fiberli seri için %17.3-%23.4). %30 ve %60 mineral içeren polyester matrisli serilerin ısı iletkenlik katsayısı artan plaka sıcaklığı ile azalırken (-10 °C'ye göre %30 mineral için %16.4-%20.4 oranında; %60 mineral için %8.8-%13.4 arasında), diğer tüm faz malzemesiz, mineral ve fiber içeren polimer beton serilerinde artmaktadır.



Şekil 8. Mineral içeren polimer betonların matris malzemesi tipi ve plaka sıcaklıklarına göre ısı iletim katsayısının değişimi

Şekil 8’de görüldüğü gibi faz malzemesiz malzemelerin ısı iletim katsayısı değerleri birbirine paralel ve yakın değerlerde iken mineral faz malzeme oranı artışıyla ısı iletim değerlerinde yükselme elde edilmiştir.



Şekil 9. Fiber içeren polimer betonların matris malzemesi tipi ve plaka sıcaklıklarına göre ısı iletim katsayısının değişimi

Polyesterli serilerde daha yüksek oranda mineral kullanılmasına karşılık Şekil 9’da görüldüğü gibi aynı oranda fiber kullanıldığı durumda da polyesterli

serilerde daha yüksek ısı iletim katsayısı değeri elde edilmiştir. Hatta %4.5 fiber içeren vinilester reçineli betonun ısı iletim katsayısı faz malzeme içermeyen polyester matrisli polimer betondan daha düşüktür.

5. Tartışma ve Sonuç

Yüksek mukavemet ve durabilite özelliklerinden dolayı son yıllarda kullanımı her geçen gün yaygınlaşan polimer betonların plaka sıcaklıklarına ve faz ve matris malzemesi tipi ve oranına göre ısı iletim katsayısının incelendiği bu çalışmada üretilen tüm betonların ısı iletim katsayısı (0.07513-0.3000 W/mK) TS 825 (2013)’de verilen normal betonun “(TS 500’e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış donatısız betonlar için 1.65 W/mK” ısı iletim katsayısı değerlerinde oldukça düşüktür.

Polimer betonların ısı iletim katsayısı, polimer kompoziti oluşturan matris ve faz malzemesi türü ile faz malzemesi oranına göre değişmektedir. Faz malzeme oranı artışı ile polimer betonun ısı iletim katsayısı artmaktadır. Tüm numunelerde ara değer olarak kullanılan faz malzeme oranlarında (polyester+%30 Mineral, polyester veya vinilester+%4.5 fiber, vinilester+%15 mineral) ısı iletim katsayılarında en yüksek artış oranları elde edilmiştir. Bu değerlerden sonra aynı oranlarda faz malzemesi kullanılmış olmasına rağmen değişim oranı çok daha sınırlı ve azdır.

Hacimsel kullanım oranının da (minerale %60, fiberde %9) etkisinin yanı sıra kullanılan mineralin ısı iletim katsayısı “TS 825 (2013)’e göre hava kuruşu durumunda 0.7 W/mK” ve polipropilenin ısı iletim katsayısı nedeniyle “0.12 W/mK (Doğan, 2014)” mineral faz malzemesi ile %267’ye kadar ısı iletim katsayısı artarken, polipropilen fiber kullanımında en fazla %39’da kalmıştır.

Matris malzemesi olarak polyesterin kullanıldığı serilerde vinilesterli serilere göre %7.2-23.4 daha yüksek ısı iletim katsayısı elde edilmiştir.

Isı iletim katsayısının belirlenmesinde plaka sıcaklıklarından dolayı polimer betonların ısı iletim katsayılarında %34’e kadar değişkenlik elde edilmiştir. Bu değişkenlik genel olarak (8 polimer betonda) plaka sıcaklıkları arttıkça ısı iletim katsayısı değerlerinde artış şeklindedir ki bu sonuçlar Abdou ve Budaiwi (2005) ve Gnip vd., (2012) tarafından verilen sonuçlarla uyumludur. Ancak polyester+mineral karışimli polimer betonlarda tam tersi bir sonuç elde edilmiş plaka sıcaklığının artmasına karşılık ısı iletim katsayısı değerlerinde %20.4’e kadar azalmalar elde edilmiştir. Yapı malzemelerinin değişken karışım bileşenlerinde ve değişken sıcaklıklara maruz kaldığı düşünüldüğünde bu değişkenliklerin bina ısı kaybı hesaplarında göz önüne alınması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmayı 3857-YL1-14 Numaralı Proje ile maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Abdou, A. A., Budaiwi, I. M., 2005. Comparison of Thermal Conductivity Measurements of Building, Journal of Building Physics, 29; 171-184.

Anonim, 2005, Introduction Heat Flow Meter (HFM) Apparatus (H3: Thermal Conductivity and Resistance), <http://www.engr.usask.ca/departments/mee/facilities/files/ME%20318%20-%20H3%202006.pdf> (Erişim Tarihi: 02.01.2014).

ASTM C518, 2003. Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pa.,15 p.

Baysal B., 1981. Polimer Kimyası Cilt 1 Polimerizasyon Reaksiyonu, ODTÜ, Ankara, 336s.

Doğan, Ü. A., 2014. Termal Özellikler, <http://akademi.itu.edu.tr/doganunal/DosyaGetir/94932/Termal%2000zellikler.pdf> (Erişim Tarihi: 15.04.2014).

Garas, V. Y., Vipulanandan, C., 2004. Review of Polyester Polymer Concrete Properties. Construction, Geotechnical and Flooding Issues Related to Houston & Other Major Cities (CIGMAT), March 5, Texas, 3 p.

Gnip, I., Vejelis, S., Vaitkus, S., 2012. Thermal conductivity of expanded polystyrene (EPS) at 10 °C and its conversion to temperatures within interval from 0 to 50 °C, Energy and Buildings, 52, 107-111.

Hazer B., 1993. Polimer Teknolojisi, KTÜ Matbaası, Trabzon, 156 s.

Kazancı, A., 2010. Polimer Schiff Bazları ve Metal Komplekslerinin Sentezi ve Katalizör Özelliklerinin İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 108 sayfa, Isparta

Lokuge, W.P., Aravinthan, T., 2012. Mechanical properties of polymer concrete with different types of resin, 22nd Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials (ACMSM 22): From Materials to Structures: Advancement Through Innovation, 11-14 Dec., Sydney, Australia, 6 p.

Mishra, D., Mohapatra, L., Satapathy, A., Patnaik, A., 2011. Determination of Thermal Conductivity of Polymer Composites Filled with Solid Glass Beads, International Conference on Advancement in Polymeric Materials, March 25th to 27th, CIPET, Chennai, 1-12.

Mishra, D., Satapathy, A., 2013. Development of Theoretical Model for Effective Thermal Conductivity

of Glass Microsphere Filled Polymer Composites, Plastic and Polymer Technology (PAPT) 2 (2), 39-47

Okay, O., 2003. Polimerik Malzemelerin Bugünü ve Yarını, http://web.itu.edu.tr/okay0/Davetli_okay.pdf (Erişim Tarihi: 29.12.2013).

Özer, M., 1982. Yapılarda Isı-Su Yalıtımları. Özer Yayınları, İstanbul, 336 s.

Öztürk M., 2013 Polimerle Modifiye Edilmiş Hafif Betonun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 67s., Trabzon

Pişkin A., 2010. Polimer Beton Üretiminde Cam Tozu Kullanımının Araştırılması, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 89s. Sakarya

Poliya, 2013. Poliya Teknik Bülten. <http://www.poliya.com/tr/support/documents/#pdf> (Erişim Tarihi: 28.01.2013).

Soykan, O., 2012. Polyester Esaslı Taneli Kompozitlerin (Mermerit) Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Bileşenlerinin Etkisi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 118 s., Isparta

Sytec, 2014. Modern Construction Material - Polymer Concrete, <http://www.sytec.pl/en/polimerobeton-en.php#zastosowanie-polimerobetonu>, (Erişim Tarihi: 21.03.2014).

TS EN 12664, 2009. Yapı malzemeleri ve mamulleri - Isıl direncin, korumalı tablalı ısıtıcı ve ısı akı ölçerin kullanıldığı metotlarla tayini - Isıl direnci orta ve düşük seviyede olan kuru ve rutubetli mamuller, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 58 s.

TS 825, 2013. Binalarda ısı yalıtım kuralları. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 83 s.

TS EN 12667, 2003. Yapı malzemeleri ve mamullerinin ısıl performansı-Mahfazalı sıcak plaka ve ısı akış sayacı metotlarıyla ısıl direncin tayini-Yüksek ve orta ısıl dirençli mamuller, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 47 s.

Topsakal, A., 2013. Polimer Betonların Bazı Durabilite Özelliklerinin İncelenmesi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 141 s., Isparta

Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan L., 2004, Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 380 s.

Weber, E. H., 2001. Development and Modeling of Thermally Conductive Polymer/Carbon Composites, Michigan Technological University, Chemical Engineering, Doctor of Philosophy, 278 p., Houghton, Michigan.