

CAM SERAMİK MATRİSLİ KOMPOZİTLERDE NUMUNE KALINLIKLARININ ISIL YAYINIMA ETKİSİ**Ramazan YILMAZ****Sakarya Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Metal Eğitimi Bölümü, Esentepe-SAKARYA***Geliş /Received: 08.07.2002 Kabul/Accepted: 17.02.2004****EFFECT OF SPECIMEN THICKNESS ON THE THERMAL DIFFUSIVITY OF GLASS CERAMIC MATRIX COMPOSITES****ÖZET**

Metalik malzemelerin yüksek sıcaklıklarda sınırlı kullanıma sahip olmalarından dolayı, Cam seramik kompozit malzemeler sahip oldukları üstün özelliklerinden dolayı yüksek sıcaklık uygulamaları alternatif malzemeler olarak bilinmektedir.

Cam seramik matrisli kompozit malzemelerde numune kalınlığının ısı yayınıma etkisi incelenmiştir. SiC (Tyranno) elyaf takviyeli BMAS (Baryum Magnezyum Alüminyum Silikat) cam seramik matrisli kompozit malzemeler kullanılmıştır. Kalınlıkları 1 ila 2.3 mm arasında dört farklı cam seramik matrisli kompozit numunelerin ısı yayınımları ölçülmüştür. Isıl yayınıma değerleri "laser flaş" tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Ölçümler 100–300°C sıcaklık arasında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ısı yayınıma sonuçlarına göre, kompozit numune kalınlıkları ile beraber, ısı yayınıma değerlerinde artış görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Isıl yayınıma, Cam seramik kompozitler

ABSTRACT

Due to limited utilizing of metallic materials at high temperature structural applications, Glass ceramics composites has become suitable materials for that

Effect of the specimen thickness on the thermal diffusivity was investigated. BMAS (Barium Magnesium Aluminium Silicate) glass ceramics matrix composites reinforced with SiC (Tyranno) fibres was used with thickness varying from 1 to 2.3 mm. The laser flash technique was used to measure the thermal diffusivity between 100°-300°C. It is observed that values of thermal diffusivity were increased with increasing of specimen thickness.

Keywords: Thermal diffusivity, Glass ceramic matrix composites

1. GİRİŞ

Elyaf takviyeli seramik matris kompozitler sahip oldukları kırılma tokluğu, darbe ve ısı şok direnci gibi üstün özellikleri ile yekpare seramik malzemeler ile kıyaslandığında, yük taşıma kapasitesi veya yüksek sıcaklık isteyen uygulama alanlarında alternatif olarak kullanılabilen cazip malzemelerden biri olacağı umut edilmektedir [1-3].

* e-mail: ryilmaz@sakarya.edu.tr ; tel: (0264) 346 0260

Bu malzemelerin istenilen çalışma şartları altında arzu edilen fonksiyonları yerine getirmesi ve uygulama şartları altında uyumlu olup olmadıklarının anlaşılması ve bilinmesi gereklidir. Bu tür malzemelerin yüksek sıcaklıklarda özellikle yakıt verimliliğinin önemli olduğu uygulamalarda kullanılması düşünüldüğünden, ısı iletim katsayısının mümkün olduğu kadar düşük değerlerde olması ve bu ısı özelliklerinin karakterize edilmesi ve dolayısıyla daha iyi anlaşılması gerekmektedir.

Isıl yayılım ve iletimin belirlenmesinde kullanılan "lazer flaş" metodu, ilk olarak Parker ve çalışma gurubu tarafından ortaya atılmış olup, katıların ısı yayılım ölçümlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [4]. Bu metotta çok küçük ölçü ve basit geometrilere sahip numuneler kullanılabilen ve veriler daha hızlı elde edilmektedir. Bu sebeplerden dolayı lazer flaş metodunun önemi her geçen gün artmaktadır. Bu metod Cope ve Lehman [5] tarafından, sonsuz ışın darbesini ve zaman etkisi açısından dikkate alınıp modifiye edilerek elde edilen sonuçların doğruluğu ve güvenilirliği artırılmıştır. Aynı metodu kullanarak Taylor [6] tarafından geliştirilen cihazla daha geniş sıcaklık aralıklarında ölçüm yapabilmeye kabiliyeti artırılmıştır.

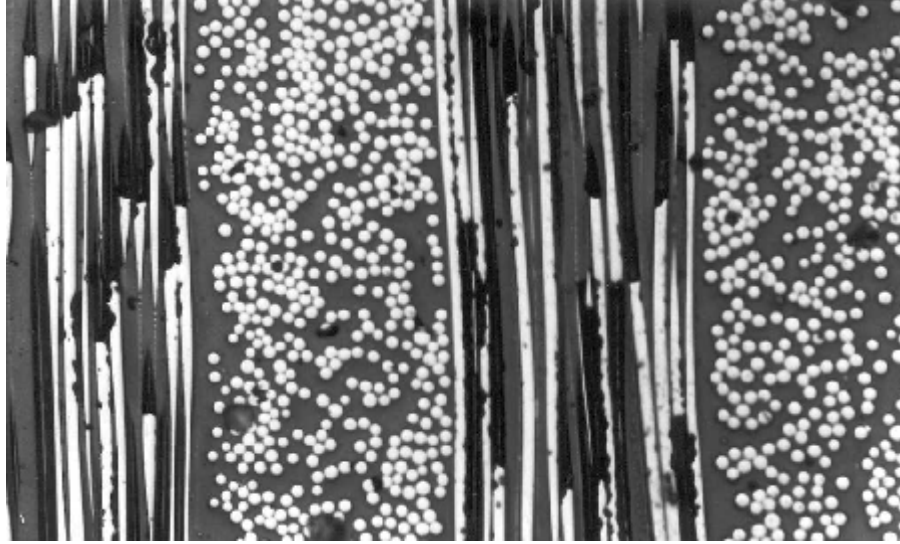
Bu ölçüm metodunda elde edilen ölçüm değerlerine, lazer ışın darbesi şekli, kızıl ötesi ışınları algılayan algılayıcının tepkisinin lineer olmaması ve malzemelerde ısı yayılımının sıcaklığa karşı olumsuz durum göstermesi gibi bir çok parametre etki etmektedir. Dolayısıyla numune kalınlıkları farklı olması sonuçlara etki etmektedir. (Sr, K) Zr₄ (PO₄)₆ ve (Sr,K) Zr₄ (PO₄)₆ (SrKZP) seramikler üzerine yapılan çalışmalarda bu durumu vurgulamaktadır [7, 8]. Bu çalışmalarda numunenin arka yüzeyinde sıcaklık yükselmesinin malzemenin özelliğine bağlı olarak belirli bir değeri aşmaması, doğru güvenilir sonuçlar elde edebilmek için belirli değerlerde numune kalınlıklarının gerektiği vurgulanmıştır [7, 8]. Isıl yayınma ölçümleri sırasında numunenin arka yüzeyinin sıcaklığının daha az yükselmesi durumu, kızıl ötesi ışınları toplayan detektörün tepkisinin doğrusal olduğundan emin olmak içindir. Lui'nin [7, 8] yapmış olduğu çalışmalarda sıcaklık ve numune kalınlığının elde edilen ısı yayılım değerlerine etkileri incelenmiş, lazer ışın darbe enerjisinin artışı ile ısı yayılım değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Bu nedenle malzemenin ısı iletim katsayısı düşük veya yüksek olması veya ısı yayılım sıcaklığa bağlı olup olmadığının bilinmesi gerekebilir.

Kompozit malzemelerinin ısı yayılım değerleri R.E.Taylor [9] tarafından incelenmiş olup, bu değerlerin sadece sıcaklığa bağlı olarak değişmediği ısı geçiş zamanı ve numune kalınlıklarına bağlı olduğunu işaret etmiştir. Lazer flaş metodunun kompozitler gibi homojen olmayan malzemelere de uygulanabilir olduğunu ortaya koymuştur. Aynı şekilde yapılan çeşitli kompozit malzemeler üzerine yapılan çalışmalarda elyaf oranı ve numune kalınlığının ısı yayınma sonuçlarına etkisi görülmektedir [10-12]. Yukarıda belirtilen çalışmalar ışığında, bu makalede farklı numune kalınlıklarına sahip SiC (Tyranno) elyaf takviyeli BMAS cam seramik matrisli kompozit malzemenin ısı yayınımları ölçülerek elde edilen ısı yayılım değerleri daha önce yapılan çalışmalar ile açıklanmaya çalışılmıştır.

2. DENEYSEL METOT

2.1. Malzeme

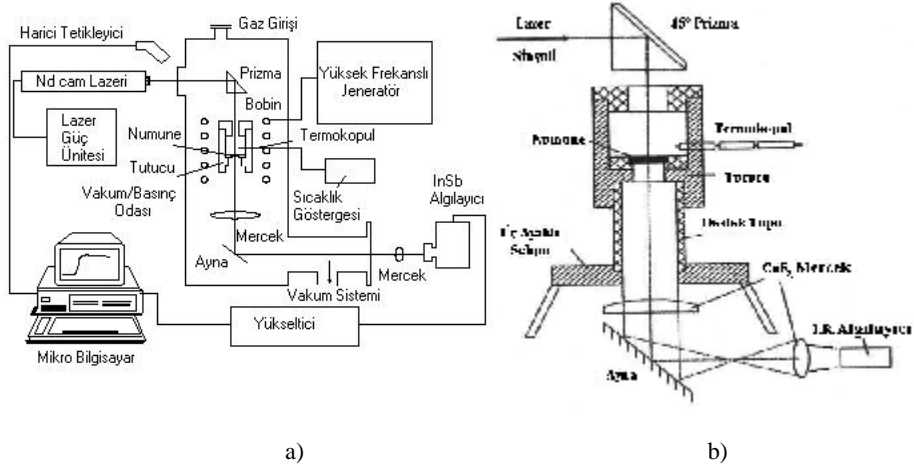
Çalışmada, Şekil 1'de gösterilen 0°-90° çapraz katman plaka şeklinde bir araya getirilmiş, yaklaşık 3 mm kalınlığında Harwell Teknolojisi [13] tarafından üretilen, SiC (Tyranno) elyaf takviyeli Baryum osunilite cam seramik matrisli kompozit kullanılmıştır. Bu malzeme koyu siyah renkli opak ve çok kristalli yapıya sahip bir malzemedir. Kompozitde matris çok kristalli bir yapıya, takviye malzemesi olarak kullanılan SiC (Tyranno) elyaf ise amorf yapıya sahiptir.



Şekil 1. SiC fiber takviyeli çapraz katman plakalı cam seramik matrisli kompozitin optik mikroskop fotoğrafı

2.2. Isıl yayınının ölçülmesi

Isıl yayının ölçümlerinde çok basit bir yöntem olan flaş tekniği kullanılmıştır. Ölçümlerde kullanılan ısı yayının ölçüm cihazı Taylor [6] tarafından geliştirilmiştir. Deneyde kullanılan bu cihaz ve cihazın içinde bulunan numune tutucu düzeneğinin şematik görüntüsü şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 2. a) Lazer flaş ısı yayınının cihazının ve b) Cihazın içindeki numune tutucu düzeneğinin şematik gösterimi

Isıl yayınımlı ölçülecek parça önce etrafı yüksek enerjili jeneratöre bağlı indüksiyon bobini ile çepeçevre sarılmış bir numune tutucunun içine yerleştirilir. Ölçümler vakumlu veya nötr atmosfer ortamda yapılabilir. Katı haldeki Nd cam lazeri tarafından sağlanan ısı sinyali, numunenin ön yüzeyine bombardıman edilir. Lazer pulse 2 kV civarındadır. Bunun sonucu numunenin arka yüzeyinde oluşan radyasyon CaF₂ lens tarafından toplanarak, ön yüzeyi alüminyumla kaplanmış ayna tarafından 45° ve 90° açıyla sistem dışındaki kalsiyum florür lens sistemi yoluyla diğer bir merceğe gönderilir. Buradan çıkan kızıl ötesi ışın ışıl gerilimsel indüym antimon (InSb) algılayıcıya odaklanır. Buradan çıkan sinyal yükseltici ile yükseltilir ve dengelenir. Daha sonra mikrobilgisayar içindeki analog tarafından sayısal değerlere dönüştürülerek sonuçlar devamlı şekilde kaydedilir [6]. Ölçümde kullanılan dört ayrı kalınlıktaki numunelerin kenar uzunluğu yaklaşık 10 mm olup kare şeklindedir. Numune kalınlık ölçüleri numunenin bir çok yerinden mikrometre kullanılarak alınmıştır. Numuneler hızı yavaş olacak şekilde elmas testere bıçağı kullanılarak kesilmiştirler. Numunenin her iki yüzü lazer flaşını daha iyi emmesini sağlamak için solisyon grafit filmle kaplanmıştır.

Ölçümler 100 °C ile 300 °C arasındaki sıcaklıklarda yapılmıştır. Sıcaklık artışı indüksiyon akımını yükselten bir elektrik butonuna basılarak sağlanmış, sıcaklık dengeli hale geldikten sonra ısı yayınımlı ölçümü yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar birbirine çok yakın en az üç ölçüm değerlerinin ortalaması alınmıştır.

Bilgisayarda entere basıldığında lazer ateşlenir ve sonucunda bilgisayar ekranında Şekil 3'deki eğrinin çizilmesi sağlanır. Bu yöntem Carslow ve Jaeger [14]'in belirttiği gibi ısı iletimi probleminin matematiksel çözümü prensibine dayanmakta olup, sabit sıcaklıktaki numunenin flaş enerjisine maruz kalması durumunda herhangi bir zamanda L kalınlığındaki numunenin arka yüzeyinin ulaştığı sıcaklık yükselmesini ifade etmektedir. Şekil 3'de gösterilen eğrideki boyutsuz "V" "w" parametreleri aşağıdaki denklemlerle ifade edilmiştir [6, 15].

$$V(L, t) = \frac{T(L, t)}{T_{Max}} = T(L, t) \quad (1)$$

$$w = \frac{p^2 a i}{L^2} \quad (2)$$

eşitlikteki T_{max},

$$T_{max} = \frac{Q}{r C_p L} \quad [6, 15] \quad (3)$$

Formüldeki "Q" ani ısı ışın darbe yayılma enerjisini J/m², "p" yoğunluğu, "C_p" ise özgül ısıyı temsil eder. Ölçüm sırasındaki ani flaş ve ısı kayıpları mevcudiyeti yüzünden arka yüzeydeki sıcaklık yükselmesi aşağıdaki gibi yazılır [6,15].

$$V(L, t) = 1 + 2 \sum_{n=1}^{n=\infty} (-1)^n \cdot \exp(-n^2 w) \quad (4)$$

Bu eşitlikten yararlanılarak Şekil 3 de gösterilen eğri çizdirilir. Burada "V" 0 dan 1 'e kadar herhangi bir değer alır. Pratikte bu eğrinin herhangi noktasından faydalanılarak ısı yayınımlı değeri hesaplanabilir. Genellikle yarı sıcaklık yükselme zamanı için ω = 1.37 değerini alır. Eşitlikteki ω/π² için sonlu sinyal etkileri ve ısı kayıpları analitik çözümlerle dikkate alınır. İdeal şartlarda hiçbir etki aralığı olmadığı var sayılarak bu değer 1.37/π² = 0,1388 olarak alınır. Isı akışı tek boyutlu varsayılarak numunenin ısı yayınımlı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır [6, 15].

$$\alpha = \frac{w \cdot L^2}{p^2 \cdot t_{1/2}} = \frac{0.1388 L^2}{t_{1/2}} \quad (5)$$

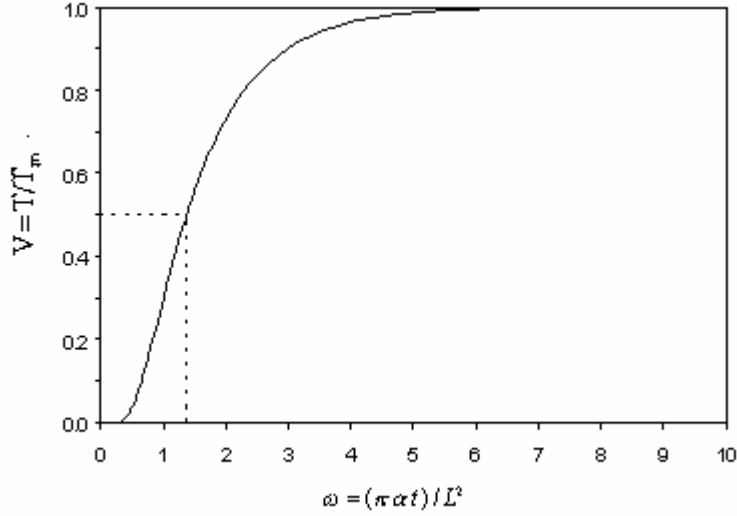
Burada

L: numunenin kalınlığı

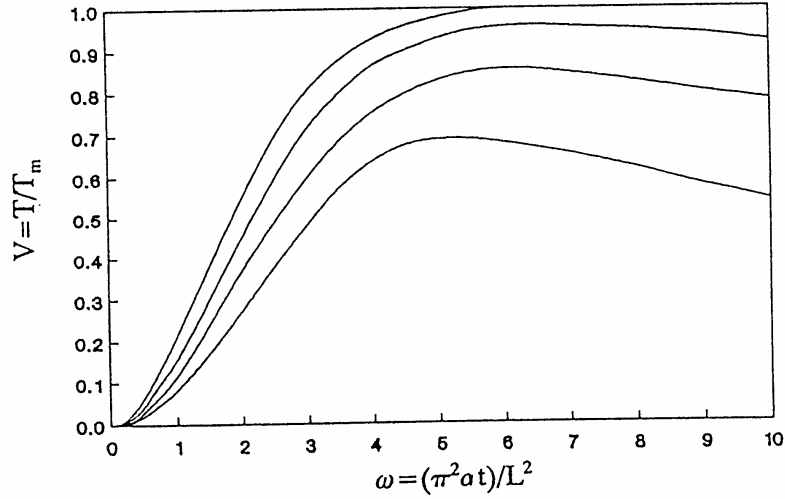
$t_{1/2}$: zaman aralığı olarak numunenin arka yüzeyinin maksimum sıcaklığa yükselmesi için gereken sürenin yarısı kadarı gereklidir. Bu süre bir şekilde parça kalınlığına bağlıdır. Isıl yayılım hesaplamalarında $t_{1/2}$ değeri bir milisaniyeden birkaç saniye sürelerde değişebilir. (5) eşitliğini kullanarak aşağıdaki doğrulanmış ısı yayılım değeri (α) elde edilir [6].

$$a = \frac{C_1 \cdot L^2}{C_2 \cdot t_{1/2} - t_r} \quad (6)$$

Eşitlikteki C_1 ve C_2 lazer darbe şekline bağlı olan sabit sayıdır. Bu çalışmada kullanılan lazer darbe zamanı ve lazer darbe şekli daha önceki çalışmada [15] C_1 : 0.34844 ve C_2 : 2.5106 olarak belirlenmiştir. Lazer ısı ışın dağılımı 0.00067 s dir. Eğer $t_{1/2} > 100$ ise, hata $< 1\%$ dir. Ölçüm değerlerinin çok doğru ve güvenilir olması için bilgisayar ekranında elde edilen eğrinin şekil 3'de gösterilen eğriye benzemelidir. Eğer ölçüm sonucunda elde edilen eğri şekil 4'deki eğrilerden biri gibi olursa ısı kayıpları söz konusudur. Yüksek sıcaklıklarda ısı kaybı probleminin kaçınmak imkansızdır. Bu kayıplar yayınma, iletim ve taşınma şeklinde olmaktadır. Şekil 4'de parametrelerin değişimine göre arka yüzeydeki ısı kayıplarının etkileri araştırmacılar tarafından incelenmiştir [5, 16].



Şekil 3. Numunenin arka yüzeyindeki maruz kalınan sıcaklığın boyutsuz eğrisi [15]



Şekil 4. Çeşitli ısı kaybı parametre değerleri için arka yüzeyin sıcaklık yükselmeleri eğrileri [5, 16]

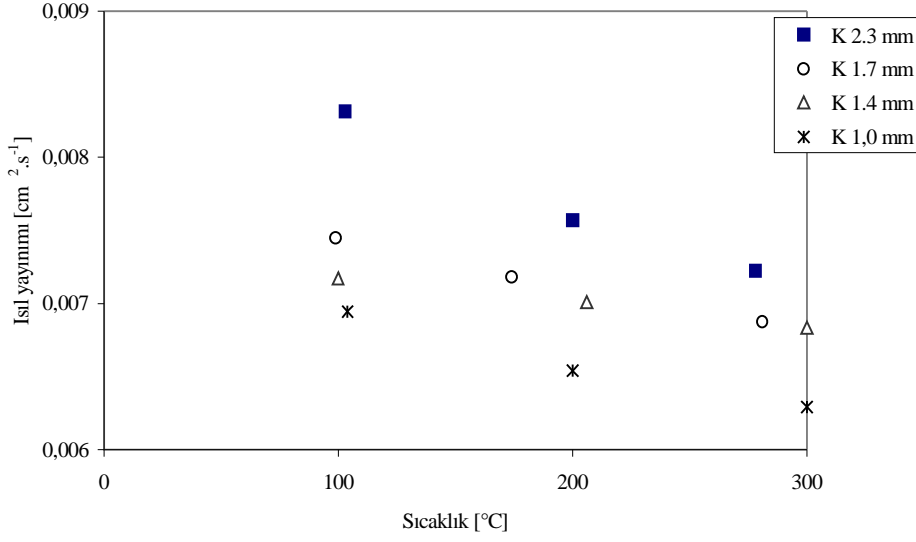
3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Isıl yayılım ölçümleri 100 °C' den başlayarak yapılmıştır. Oda sıcaklığında yapılan ölçüm çabaları lazer ışın darbesi sonucu ön yüzeyinin hemen üzerinde alınan sıcaklık değerlerinde aşırı yükselmeler görülmüştür. Bunun sonucu sıcaklık yükselmeleri sonucu bilgisayar ekranında şekil 3'deki gibi bir eğim elde edilmesi zorlaşmıştır. Bundan dolayı numunenin bulunduğu ortamın sıcaklığı artırarak 100 °C' de ısı yayılım ölçümleri yapılmaya başlanmıştır.

SiC elyaf takviyeli BMAS cam seramik matrisli kompozit malzemenin farklı numune kalınlıklarında ısı yayılım değerleri şekil 5'de göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi bütün sıcaklık değerlerinde yapılan ısı yayılım ölçümlerinde elde edilen ısı yayılım değerleri numune kalınlığı ile artmaktadır. 100°C sıcaklıkta yapılan ölçümde 1 mm kalınlığındaki numune ile $6.9 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ısı yayılım değeri elde edilirken, bu değer 2.3 mm kalınlığındaki numunede $8.3 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ değeri elde edilmiştir. 200°C ve 300°C de yapılan ısı yayılım ölçümlerinde 1 mm ve 2.3 mm kalınlığındaki numuneler için sırasıyla $6.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $7.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $6.3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ve $7.2 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ısı yayılım değerleri elde edilmiştir. 200°C ve 300°C' de yapılan ısı yayılım değerleri arasındaki fark 100 °C yapılan ısı yayılım ölçümünde elde edilen değerler arasındaki farktan daha azdır. Daha önceden yapılan SrKZP [7, 8] seramik malzemeler üzerine ısı yayılımına ait yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Isıl yayılım sonuçları lazer ışın darbe enerji değerinin yükselmesi ile düşmektedir. Bu çalışmada ince kalınlıktaki numunelerden elde edilen ısı yayılım değerleri arasındaki farkın çok olması kızıl ötesi algılayıcının çıkış tepkisinin doğrusal olmayışından kaynaklanabilir. Çünkü ince kalınlıktaki numunelerin arka yüzeyinde sıcaklık yükselişi kalın numunelerinkinden daha yüksektir. Bu durumda algılayıcı çıkışında doğrusal olmayan aşırı sıcaklık yükselmesine sebep olmakta sonuç olarak düşük ısı yayılım değerleri elde edilmektedir. Sıcaklık yükselişi 300°C sıcaklıkta numunenin arka yüzeyinde sıcaklık yükselme farkı algılayıcı için daha doğrusal olmaktadır [7, 8].

Lazer ışın darbe enerjisi sıcaklık artışı ile paralel olarak yükseldiğinden ince kalınlıktaki malzemeler daha düşük ısı yayılım değerlerine sahip olacaktır. Yüksek sıcaklıklarda algılayıcı çıkışlarının daha doğrusal yansıtma vermesi BMAS cam seramik matrisli kompozitin

arka yüzeyindeki sıcaklık yükselişine sebep olur, dolayısıyla bu malzemenin negatif sıcaklık bağımlılığı olduğunu gösterebilir.



Şekil 5. Farklı kalınlıktaki numunelerin ısıl yayınımlı ölçüm sonuçları

Kompozit malzemelerde LAS (Lityum Alüminyum Silikat) cam seramik matris içerisinde bulunan elyafın cinsi ve yönlendiği ısıl yayınımlı ve iletimine etki etmektedir [10-12, 17]. Isı akışı gösteren grafiklere bakıldığında numune kalınlığı ile içerisinde takviye edilmiş elyaf olan yüzeyinin ısı akışına paralel ve dik olması ısıl yayınımlı değeri üzerinde etkilidir. Isıl yayınımlı değerlerinin numune kalınlığı ile artması söz konusudur ve 1 ila 2 mm kalınlıklara sahip numuneler arasındaki fark önemli miktardır. Bu ısıl yayınımlı değerleri belirli bir büyüklüğe kadar ince malzemelerde kalın malzemelerdekine nazaran daha fazla etki ettiğini göstermektedir. Isıl iletim değerlerinin numune kalınlığına bağlı olarak artması iki karşılıklı yüzeylerinin ısı transferinin direk radyasyon ile olduğunu gösterir [10].

Her malzemenin tekrarlanabilir ve doğru ısıl yayınımlı değerlerinin elde edilebilmesi için numunelerin belirli bir kalınlığına sahip olması gerekir. Bu değer bu çalışmada kullanılan SiC elyaf takviyeli BMAS cam seramik matrisli kompozit için numune kalınlığının 2 mm civarında olmaktadır [18]. SiC elyaf takviyeli LAS [11] ve SiC takviyeli BMAS [17] cam seramik kompozit malzemelerde ısıl yayınımlı ölçümlerinde de numune kalınlığı yaklaşık olarak 2 mm seçilmiştir. Isıl yayınımlı düşük değerli SrKZP seramikler malzemeler ile karbon takviyeli karbon matrisli kompozitlerde sırasıyla 1 mm ve 2.5 mm ısıl yayınımlı ölçümleri için optimum numune kalınlığıdır [7, 8, 19].

Makalenin 2.2 bölümünde belirtildiği gibi ölçümlerde kullanılan bilgisayar programı ölçüm sonucunda elde edilen numunenin arka yüzeyindeki yarı sıcaklık yükselmesi $t_{1/2}$ kullanılarak ısıl yayınımlı değerleri hesaplamaktadır. $t_{1/2}$ değerindeki değişimler ısıl yayınımlı sonuçlarını etkilemektedir. Numune kalınlığının artmasıyla sıcaklığın malzeme içerisinde ani geçişi artması sonucu numunenin arka yüzeyindeki ısı kaybı minimuma inecektir. Isıl yayınımlı ölçümü ölçüm sırasında elde edilen eğri şekil 3 'deki eğriye benzer olması durumunda elde edilen ısıl yayınımlı değeri daha güvenilir olacaktır. Bununla birlikte numune kalınlığı belirli bir değeri geçtiğinde bilgisayar ekranında şekil 3 'deki gibi bir eğim elde edilmesi zor olmaktadır. 3

mm'lik bir numune kalınlığı alındığında yüksek numune ısı yayılım ölçüm süreleri gerekmiş dolayısıyla tekrarlanabilir ısı yayılım sonuçlarının elde edilmesi zorlaşmıştır. Normal hale getirilen arka yüzeydeki sıcaklık yükselmesi ve deneysel zaman yükselmesi ile elde edilen eğri ile teorik model arasında olan uyumsuzluk elyaf ve matris ısı yayılım değerlerinin büyüklük oranına, numune kalınlığına ve numunenin arka yüzeyinde algılanan sıcaklık görüntüsüne bağlıdır. Numune kalın olduğunda elyaf ile matrisin sahip olduğu ısı yayılım değerleri arasındaki oran 1'e yaklaştıkça düzgün sonuçlar alınabilir. Karbon takviyeli kompozit malzemelerin ani ısı akışının homojen olmayan malzemeler gibi olacağını, matris ve elyaf arasındaki ısı yayılım değerleri farklı olduğundan ısı yayılımında elyafın sahip olduğu ısı yayılım değerinin tüm kompozitin ısı yayılım değerinin belirlenmesinde daha etkili olacağı vurgulanmıştır [9]. Kompozit numunenin kalınlığı arttıkça ısı yayılım değerlerinde de artış görülmesi teorik beklentilere göre uygundur. SiC elyaflar genellikle amorf yapılıdır ve düşük ısı yayılım değerlerine sahiptir. SiC (Nicalon) elyafın ısı yayılım değeri $7 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ [20]. Silikon karbür elyaflardaki düşük ısı yayılım değerleri SiC amorf yapısından ileri gelmektedir [11]. Amorf yapının fonon iletimi katkısı doğal olarak sınırlıdır [21]. Isı yayılım azda olsa negatif sıcaklık bağılılığı ve pozitif ısı iletimi vardır. BMAS cam seramik matrisin sahip olduğu ısı yayılım değeri de SiC elyafın sahip olduğu ısı yayılım değeri gibi düşüktür [17].

Matrisin ısı yayılım değerleri belirlendiğinde ince kalınlıklı numunelerde özellikle elyaf takviyeli ile sadece matrisli olanlar farklı ısı yayılım değerleri vermektedir. Daha kalın numunelerde daha yüksek ısı yayılım değerleri elde edilmektedir. Bu durum iki yüzey arasında görüntü faktörü olayı söz konusu olmasıyla açıklanabilir. Görüntü faktörü yüzeyler arasındaki ısı ışık darbesi sonucu, ısının bir yüzey tarafından absorbe edilip diğeri tarafından yakalanma olayıdır. Bahsedilen çalışmada radyasyon ısı transferi kızıl ötesi ışınım tarafından meydana getirilir. Ön yüzeye gelen lazer flaş optik algılama tarafından arka yüzeyden alınır. Bu çalışmada görüntü faktörü numune kalınlığının artması ile çok büyük miktarda düşmektedir. Bu durum da ısı iletimin numune kalınlığına bağlı olmasına neden olur [10]. Matrisin ısı yayılım değerleri daha çok numune kalınlığına bağlı olarak değişir. Bu durumda gösteriyor ki, optik radyasyonun yapıda devamsızlıkla karşılaştığında elyaf matris arasındaki yüzeyler arasında kaybolmasıyla ilişkili olabilir [10]. Yüzeyler arasındaki ısı akışı engelini varlığı ısı transferinin fonon iletimi ile olmasına neden olmaktadır [21]. Isı iletimi değeri yüksek olan karbon elyaf takviye olarak kullanıldığında sadece matrisin ısı yayılım değerlerinden daha yüksek değerler elde edilmiştir [12]. Bunun nedeni karbon elyafın bütün ışınları yutma katsayısının yüksek olması ve hepsinin arka yüzeye geçişiyle açıklanabilir. Bununla beraber, ölçümlerin elyaf yönlenmesine dik olarak yapıldığında düşük ısı yayılım değerleri elde edilmektedir. Bunun nedeni daha önce belirtilen arayüzeyde ısı akışının engellenmesi olabilir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada sıcaklığın ve numune kalınlığının düşük ısı yayılımı sahip SiC elyaf takviyeli BMAS cam seramik malzemenin ısı yayılım sonuçlarına etkisi lazer flaş yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Isı yayılım değerleri numune kalınlığı ile artmaktadır. Bu durumun asıl sebebinin numunenin arka yüzeyinde dikey olarak ısı iletiminin durgunluğu olarak belirtilmektedir. Ayrıca bu tür malzemelerin ısı yayılım değerlerinin belirlenmesinde, tekrarlanabilir ve doğru ölçümlerin yapılabilmesi için numune kalınlığının yaklaşık olarak 2 mm civarında tutulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Prewo, P.M.; "Brennan, J.J.; Layden, G.K., Fiber Reinforced Glasses and Glass Ceramics for High Performance Applications.", Am. Ceram. Soc. Bull. 65 305-313, 1986.

- [2] Meetham G.V.J., "High Temperature Materials- A General Review ", J. Mater. Sci. 26 853-860, 1991.
- [3] Mah, T.I.; Mendiratta, M.G.; Katz, A.P.; Mazdiyasi, K.S. "Recent Developments in Fiber-Reinforced High Temperature Ceramic Composites" Am. Ceram. Soc. Bull. 66 304-308, 1987.
- [4] Parker W.J, Jenkins R.J., Butler C.P., And Abbot G.L., "Flash Method of Determining Thermal Diffusivity, Heat Capacity and Thermal Conductivity.", J. Applied Physics , 32, 9, 926-1684, 1960.
- [5] Cape J.A., Lehman G.W. "Temperature and Finite Pulse-Time Effects in the Flash Method for Measuring Thermal Diffusivity", Journal of Applied Physics, 34, 1909-1913, 1963.
- [6] Taylor, R., "Construction of Apparatus for The Heat Pulse Thermal Diffusivity Measurements from 300 to 3000 K", Journal of Physics, E: Sci. Instrum, 13, 1193-1199, 1980.
- [7] Liu, D.M.; "Effect of Specimen Thickness on The Thermal Diffusivity of (Sr, K) Zr₄(PO₄)₆ Ceramic Via a Laser-Flash Technique", J. Mater. Sci, 31, 86-99, 1996.
- [8] Liu, D.M.; "Effect of Temperature on Measuring The Thermal Diffusivity of Ceramic of Different Specimen Thicknesses by Using A Laser-Pulse Method" Mater. Sci. and Eng., B47, 191-196, 1997.
- [9] Taylor, R.E., "Thermal Diffusivity of Composites", High Temp. High Press, 15, 299-309, 1983.
- [10] Hasselman, D.P.T. "Compositional and Structural Effects on the Thermal Diffusivity of Fibre Reinforced Glass-Ceramic and Matrix Composites". Thermal Conductivity 19,383-402, 1988.
- [11] Brennan, J.J., Bentsen, L.D; Hasselman, D.P.H., "Determination of the Thermal Conductivity and Diffusivity of Thin Fibres by the Composite Method" J. Mat. Sci. 17, 2237-2342, 1982.
- [12] Hasselman, D.P.H., Johnson, L.F., Syed, R., Taylor, M.P. Chyung, K. "Heat Conduction Characteristics of a Carbon Fibre Reinforced Lithia Alumina Silicate Glass Ceramics". J. Mat. Sci. 22 701-709, 1987.
- [13] AEA Harwell Technology, Özel Görüşme.
- [14] Carslow, H.S; Jaeger, J.C., "Conduction of Heat in Solids", Second edition 75-81, 1959.
- [15] Xue X. "Some Investigations of The Laser Flash Technique in Thermal Diffusivity Measurement" MSc. Thesis, UMIST, 1994.
- [16] Clark L.M., Taylor R.E. "Radiation Loss in The Flash Method for Thermal Diffusivity"; J. App. Physics, 46, 714-719, 1975.
- [17] Johnson., L.F., Hasselman D.P.H., And Chung, K.J. "Effect of Silicon Fibre or Whisker Reinforcement on The Thermal Diffusivity, Conductivity of An Osumilite Glass Ceramics". J. Am. Ceram. Soc., 70, c135-c138, 1987.
- [18] Yılmaz, R., Uzun, H., "Cam Seramik Matrisli Kompozit Malzemelerde Isıl Yayınımın Ölçülmesi" Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 15 No: 4, 879-887, 2002.
- [19] Whittaker, A.J.; Taylor, R.; Tawil, H.; "Thermal Transport Properties of Carbon-Carbon Fiber Composites. I. Thermal Diffusivity Measurement". Proc. R. Soc. Lond. A., 439, 167-181, 1990.
- [20] Taylor, R., Brondon, J.R., Piddock, V., "Thermal Transport in SiC fibre-SiC matrix composite" Br. Ceram.Trans. 92 no.3, 97-100, 1993
- [21] Kingery, W.D; Bowen, H.K.; Uhlmann, D.R. " Introduction to Ceramics" 2nd. ed., Wiley, New York, 1976.