

# Güzel Sanatlar Fakülteleri Seramik ve Cam Bölümlerinde Kullanılan Seramik Fiber Bazlı Malzemelerin Kanserojen Etkileri ve Yüksek Sıcaklık Cam Fiberler

The Carcinogenic Effects of Ceramic Fiber Based Materials Used in Ceramics and Glass Departments of Fine Arts Faculties and High Temperature Glass Fibers

## İlhan Hasdemir

Dr. Öğr. Ü., Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü, ilhan.hasdemir@msgsu.edu.tr

---

## Öz

Ülkemizde yaklaşık seksen yıldır Güzel Sanatlar Fakülteleri bünyesinde bulunan Seramik ve yirmi yıldır da Cam Bölüm/Atölyelerinde aktif olarak öğrenci eğitilmektedir. Bu bölümlerin özellikle fırın ve izolasyon alanlarında kısmen de üretilen işlerde yardımcı malzeme olarak seramik fiber malzemeler kullanılmaktadır. Araştırma, meslek yaşamları boyunca bu malzeme ile kontakta bulunan ve bulunacak olan gerek öğretim elemanlarını ve gerekse öğrencileri bilgilendirmeyi amaçlamaktadır. Bu tür malzemeler ile temas geçen kişiler muhakkak solunum yollarını korumalı ve eldiven kullanmalıdır. Alternatif olarak geliştirilen zararsız Yüksek Sıcaklık Cam Fiber malzeme ise yüksek maliyeti ve düşük teknik özellikleri nedeniyle henüz yaygın biçimde kullanılmamaktadır.

Araştırmada Betimsel Yöntem kullanılmıştır. Alan yazın taranarak, konu hakkında Avrupa Birliği teknik şartnameleri incelenmiş, kitap, dergi, elektronik kaynaklar taranarak bir durum tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Araştırmanın sonucunda, fiber malzemeler ile yalnızca eğitimleri sırasında birkaç defa kantağa girecek öğrencilerin sadece nefes yollarını korumalarının yeterli olduğu; bu maddelerle sürekli kontakta olan, seramik ve cam eğitimi veren öğretim elemanlarının ise kendilerini korumalarının yanı sıra, buldukları ortamın da fiber partikül sayısının aralıklarla kontrol edilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:**Seramik Fiber, Kanserojen Etki, Yüksek Sıcaklık Cam Fiber

## Abstract

Within the Faculty of Fine Arts in our country, , for nearly eighty years Ceramic Departments and for twenty years the Glass Department and Ateliers have actively educated students. In these departments, ceramic fiber materials are used especially for kilns and isolation are a sand in partially used as an auxiliary material for the art work. The aim of this article is to inform both academics and students who contacts and will be contacted with this material for a life long time. People in contact with such materials must protect their respiratorytract and use gloves. Developed as an alternative harmless High Temperature Glass Fiber material has not been used commonly yet because of its high cost and low technical specifications.

Descriptive method was used in this research. Literature was scanned and the technical specifications of the European Union were examined, books, journals and electronic sources were scanned about this topic and an assessment was determined. As a result, only the students who will contact with fiber materials during their training only need to protect their breathing path. In addition to protecting the ceramic and glass instructors who are in permanent contact with these substances, the number of fiber particles should be checked at intervals in their environment.

**Keywords:** Ceramic Fiber, Carcinogenic Effect, High Temperature Glass Fiber

---

## 1. Giriş

1980’li yıllarda yaşanan travmatolojik asbest tecrübesinden sonra fiber malzemelerin sağlığa etkileri üzerine bir tartışma başlamıştı. Asbest dışındaki fiber malzemelerin de akciğer hastalıklarına sebep olabileceğinden korkuluyordu. İlk olarak, fiber formunda ve asbest içermeyen bir mineral olan zeolitin Türkiye’de birçok köyde akciğer kanserine yol açtığı tespit edildi. Bunun üzerine *seramik fiber* malzemeler de tartışmaya açıldı.

Düşük ve yüksek sıcaklıklarda izolasyon malzemesi olarak, özellikle hızlı ısıtılıp soğutulan seramik ve cam endüstrisinde ki modern fırın teknolojisinde seramik fiberler önemli bir yer almakta. Fırın yapımında devrim yaratan ve yüksek miktarda enerji tasarrufu sağlayan bu ürünler 1997 yılında Avrupa Birliği’nin çıkardığı bir talimatla “Kanserojen”, mineral yünler ise “Kanserojen Şüphesi Altında” olarak sınıflandırılmıştır. Bu karar çeşitli tartışmalara yol açmış ve bunun üzerine fiber endüstrisi, hayvanlar üzerinde çeşitli deneylerin yanı sıra çalışanları üzerinde yaygın taramalar yaptırmıştır (Schmölders, 2003, s. 20; Sonnenschein, 2003, s. 182; Welzenbacher, 2002, s. 365; Richtlinie 97/69/EG, 1997, s. 19).

## 2. Yöntem

Araştırmada Betimsel Yöntem kullanılmıştır. 1980’ler ve daha sonrasında konu Avrupa ve Amerika’da yoğun biçimde çalışıldığı için ilgili alan yazın taranarak, konu hakkında Avrupa Birliği teknik şartnameleri incelenmiş, kitap, dergi, elektronik kaynaklar taranarak bir durum tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Ayrıca Türkiye Cumhuriyeti Kanun ve yönergeleri taranmış, fakat konu ile ilgili bir yapıtıma rastlanılmamıştır.

## 3. Seramik Bazlı Fiberler

*Seramik fiber* grubu ürünler Avrupa Birliği talimatlarında, özel kullanımlar için geliştirilmiş, suni olarak üretilen yönlenmemiş camsı (silikat) fiberler şeklinde tanımlanmış olup %18 oranında alkali ve toprak alkali oksitleri içerirler. Temelde 900-1400 °C arasında özellikle hızlı ısıtma ve soğutmanın gerekli olduğu endüstriyel fırınlarda izolasyon malzemesi olarak kullanılırlar. Özellikleri sayesinde fırın duvar kalınlığı azalmış ve daha düşük miktarda izolasyon maddesi kullanılmasına (tuğla izolasyonunda 1500-3500 kg/m<sup>3</sup>, fiber izolasyonunda 300 kg/m<sup>3</sup>) sebep olmuşlardır. Ekonomik ve ekolojik yararlarından dolayı tercih edilirler. Seramik fiber izolasyon malzemelerinin kullanım alanı sadece endüstriyel fırınlarla kısıtlı değildir. Atölye ve hobi boyutundaki seramik ve cam fırınları ile bazı cam şekillendirme işlemlerinde kalıp malzemesi olarak da kullanılmaktadırlar.



Görsel 1. Seramik Fiber Elyaf

2017 yılında yaklaşık 50000 ton seramik fiber üretilmiştir. Bunun %70'i fırın izolasyonunda, %15'i yüksek sıcaklık izolasyonunda, %10'u metal işleme ve %5'i otomobil endüstrisinde tüketilmektedir. 30000'i Amerika'da, 30000'i Avrupa'da olmak üzere dünyada yaklaşık 100000 kişinin aktif olarak seramik fiberler ile çalıştığı (üretiminde, işlenmesinde, kullanımında) tahmin edilmektedir. Seramik fiberler Avrupa Birliği'nin 97/69/EG talimatı (Richtlinie 97769/EG, 1997 s. 19) ile ve yeni olarak Malzeme Talimatı 67/548/EWG-Ek1'de K2 "*Hayvanlarla Yapılan Deneylerde Kanserojen Etkili*" kategorisine alınmıştır. Avrupa hukukuna göre seramik fiber paketleri üzerinde tehlikeli malzemeler sınıflandırmasına göre R49 "*Nefes yoluyla alındığında kanserojendir*" ve R38 "*Deriyi tahriş eder*" ibareleri yazılmak zorundadır. Ayrıca, seramik fiberler ile çalışılan ortamlarda havada 500000 fiber/m<sup>3</sup> (bazı işletmelerde 250000 fiber/m<sup>3</sup>) sınır değeri konulmuştur. Fakat, seramik fiber endüstrisi ile bir kısım bilim adamları bu kararları ağır bulmakta ve seramik fiberlerin bir alt derece olan K3 "*Kanserojen etki şüphesi*" sınıfına sokulmasının doğru olacağını savunmaktadırlar (Sonnenschein, 2003, s. 183; Welzbacher, 2002, s. 366; Class & Brown, 2002, s. 198).

Son yıllarda piyasaya sunulantoprak alkali-silika esaslı *yüksek sıcaklık cam fiberlerin* biyolojik dayanımları (fiberin insan dokusunda kalabilme kabiliyeti) düşüktür. Bu nedenle tehlikeli olarak sınıflandırılmazlar. Ağırlıklı olarak 500-900°C arasında mikrodalga fırın, fırın, su ısıtıcıları vs. kullanılmaktadırlar (Binde&Bolender, 2002, s. 275).

*Mineral yünler (cam yünü, taş yünü, curuf yünü ve yüksek sıcaklık cam fiberler)* ise fiber içermelerine rağmen kanserojenite indeksinde düşük biyolojik dayanım değerleri yüzünden K2 kategorisinde sınıflandırılmazlar. Birçok mineral yünler inşaat alanında kullanılır. Az miktarı da 300-500 °C arasındaki ısı yalıtımında kullanım bulur.

#### 4. Kanserojen Etki

1997 yılında Avrupa Birliği'nin seramik fiberleri kanserojen ilan etmesinden sonra seramik fiber endüstrisi tarafından "fareler üzerinde kanserojen etki" üzerine yaptırılan büyük çapta deneyler ve işçileri üzerinde gerçekleştirilen taramalar ile bu sınıflandırmaya karşı veriler toplamaya çalışmıştır. Fareler üzerinde ki kapsamlı deneyler sonucunda seramik fiberlerin akciğer tümörü, akciğer zarı kanseri ve bazı durumlarda da fibromaya neden olduğu tespit edilmiştir. Yine bu deneyler sayesinde seramik fiberlerden oluşabilecek risklerin belirlenmesinde ki en önemli faktörlerin akciğere ulaşan fiberin boyutları, miktarı, bunların dokuda kalabilme kabiliyetleri ve fiber tozlarının içerdiği fiber şeklinde olmayan partiküller olduğu tespit edilmiştir (Class & Brown, 2002, s. 199; Davis, 1989, s. 36).

#### 4.1. Fiber Boyutlarının Etkisi

Asbest ile oluşan hastalıkların nedenleri üzerine sorulan ilk soru, asbest fiberlerin tehlikesinin fiber şeklinde oluşlarından mı, kimyasal bileşenlerinden mi yoksa fiberin yanında organik bazı kirleticilerden mi kaynaklanmış olabileceği idi. Asbestten dolayı hastalanmış işçiler üzerinde yapılan patolojik araştırmalarda, açıkça asbestten dolayı oluşan hastalıkla, kuvars gibi fiber formunda olmayan partiküllerden dolayı oluşan hastalık arasında farklılıklar görülmüştür. Bu, fiberin farklı patolojik özellikler gösterdiğine işaretir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) fiber tanımlamasına göre 5 µm'den uzun, 3 µm'den küçük çapta ve uzunluk:çap oranı 3:1 olan fiberler (WHO-Fiberleri) kanserojen olarak belirlenmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün bu tanımlamasının bütün toksikolojik fiberleri kapsadığı kabul edilmemektedir. Bu boyuttaki fiberler hastalıklara sebep olan fiberlerin sadece bir kısmını oluşturmaktadır. Gerçektende hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda bütün fiberlerin hepsi aynı etkiyi göstermemektedir.

70'li yıllarda fiberlerin kanserojen etkilerinin kimyasal bileşimden çok, boyut ve şekli ile ilgili olduğu bulundu. Daha sonra en büyük kanserojen aktivitenin en az 8 µm uzunluğunda ve 1,3 µm'den büyük çaptaki fiberler tarafından oluşturulduğu ölçüldü. 80'lerin sonuna doğru ise uzun Amosit fiberlerinin ekstrem patolojik olduğu buna karşı, kısa Amosit fiberlerin ise çok az ölçüde hastalığa sebep olduğu gösterildi. Bunun dışında kısa Amosit fiberlerin akciğer zarı kanserine neden olmadığı, uzun fiberlerin buna sebep olduğu gösterildi. 80'li yıllarda birçok uzun ve ince fiberlerle testler yapılmış ve fiber tiplerinin kanserojen etkisi araştırılmıştır. Bulunan ise fiber boyutlarının yalnız başına kanserojen etkiyi açıklayamayacağıdır. Araştırmalar aynı şekildeki fiberlerin aynı aktivitede olmadığını, bunun yanında birçok faktörün göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermiştir. Burada ki önemli bir faktör de fiberin insan dokusunda kalabilme (biyolojik dayanım) özelliğidir (Class & Brown, 2002, s. 200; Davis, 1989, s. 39; Stanton, Layard, Tegeris, Miller, May & Kent, 1977, s. 589).

#### 4.2. Fiber Dozajının Etkisi

Çalışma ortamı havasında bulunan fiber tozu miktarının tehlikesini ölçmek için filtrelerde toplanan tozun tartılması, belirli bir yüzey üzerine düşen toz adedinin sayılması gibi değişik metodlar geliştirilmiştir. Burada nefesle alınabilecek tane sayısından çok, nefes yolunun değişik bölgelerine takılabilecek taneciklerin sayısının belirlenmesi önemlidir. Nefes yoluyla alınıp akciğere ulaşabilecek tozların büyüklüklerine göre sayısının belirlenmesi için ise belirli ölçü aletleri vardır. Bu tür mikroskopik ölçümler ve buradan çıkarılacak testlerin standardizasyonu ve değerlendirme teknikleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılmaktadır. Metreküp hava başına 500000 (veya 250000) adet WHO-Fiberleri denilen fiber taneciğinin çalışma ortamı havasında bulunması sınır değer olarak belirlenmiştir. Fareler üzerinde yapılan deneylerde fareler 200 F/ml (yani 200000000 F/m<sup>3</sup>) "maksimal doza" tabi tutulmuşlardır. İnsan için verilen sınır değerleri ile karşılaştırıldığında bu aşırı yüksek dozla yapılan deneylerde, dikkate değer sayıda akciğer kanseri vakalarına rastlanmıştır. Maksimal dozdan daha düşük dozlarda (25 F/ml, 75 F/ml, 125 F/ml; bu dozajlar bile hem gerçek çalışma ortamları için hem de talimatlarda yer alan sınır değerlerinin çok üzerindedir) yapılan deneylerde ise dikkate değer bir kanserojen etki görülmemiştir. Seramik fiberlerle yapılan bu çalışmaların sonuçları diğer camı silikat fiberlerin etkileriyle karşılaştırılmıştır. Seramik fiberler ile diğer cam fiberlerin etki farklarının sonucunda bazı araştırmacılar fiberin kimyasal bileşiminin de fiberin kanserojen özelliği üzerine önemli bir etkisi olduğuna inanmaktadır (Class & Brown, 2002, s. 200; Davis, 1989, s. 40; Stanton ve diğerleri, 1977, s. 590).

### 4.3. Fiberlerin Biyolojik Dayanımı

Farelerle yapılan çalışmalarda akciğerin fiberlerden temizlenme süresini belirlemek için de deneyler yapılmıştır. Kısa sürelerle fiber tozu yutturulan fareler daha sonra temiz ortamlarda bekletilmiştir. Bir fiber parçasının akciğer dokusunda kalabilme süresi ile ilgili özelliği “Biyolojik Dayanım” olarak tanımlanan süredir. Bu sürenin fiber patolojisinde önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda seramik fiberlerin cam, taş ve cüruf yünlerinden daha yüksek biyolojik dayanıma (akciğerde daha uzun süre kalma) özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Biyolojik dayanım aşağıdaki metodlara dayanılarak tespit edilir;

*In-Vivo-Dayanımı*: Canlılar üzerinde yapılan testlerle fiberin ciğer dokusunda kalabilme süresi ölçülerek yapılan sınıflandırmadır. Burada yarılanma süresi (40 günden az yada çok olma) en önemli etkidir.

*Interpritasyonel Aplikasyon (İ.P. Test)*: Sınıflandırma, fiberin karın derisi altına zerk edilmesi ile kanserin gelişmesi tespit edilerek yapılır.

*Kanserojenite İndeksi (Kİ)*: Fiberdeki belirli oksitlerin oranları arasındaki farktan WHO-Fiberlerin kanserojenite indeksi değerlendirilir.

Burada yapılan testler Avrupa Birliği tarafından standardize edilmiş testlerdir (Class & Brown, 2002, s. 201; Davis, 1989, s. 41; Stanton ve diğerleri, 1977, s. 591).

### 4.4. Fiber Şeklinde Olmayan Partiküllerin Rolü

Araştırmalarda farelerin akciğerinin çalışmasını sadece fiber sayısının değil akciğere ulaşan (WHO-Fiber boyutlarına uymayan) toz miktarının da etkilediği fark edilmiştir. Yapılan deneyler bu partiküllerin akciğerde depolandığını ve akciğerin kendini temizleme kabiliyetini azalttığı ve böylece seramik fiberlerin etkisini arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu durumda farelerde ciğer temizlenme sistemi durduğundan tümörler gelişmektedir.

Biyolojik dayanım da aynı zamanda akciğere giren ve fiber şeklinde olmayan bu partiküllerle ilişkilidir. %25 oranında fiber formunda olmayan madde içeren fiber ile yapılan testlerin sonuçları, çok daha az fiber şeklinde olmayan partiküller içeren fiberlerin farelere verilmesi sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, biyolojik dayanımın üçte bir oranına düştüğü görülmüştür. Yani tozlu fiberin biyolojik dayanımı daha yüksektir. Dolayısıyla kanserojen etkisi artmaktadır (Class & Brown, 2002, s. 201; Davis, 1989, s. 41; Stanton ve diğerleri, 1977, s. 592).

## 5. Yüksek Sıcaklık Cam Fiberler

Endüstrinin birçok alanında fiber malzemeler kullanılmaktadır. Bir süreden beri ise yüksek sıcaklık cam fiberleri, seramik fiberlerine alternatif olarak piyasaya sunulmaktadır. Yüksek sıcaklık cam fiberleri düşük biyolojik dayanımları nedeniyle tehlikeli madde olarak sınıflandırılmamakta ve böylece kanserojen olarak sınıflandırılan seramik fiberlere iyi bir alternatif olarak görülmektedir (Binde & Bolender, 2002, s. 274).

Piyasada ki çeşitli yüksek sıcaklık cam fiberlerinden bazıları şunlardır (Ecfia, 2018)

<u>Fiber Tipi</u>	<u>Sınıflandırma Sıc.</u>	<u>Kimyasal Bileşimi</u>
CMS	1100 °C	61-67SiO <sub>2</sub> , 27-33 CaO, 2,5-6,5 MgO
CMSZ/HT	1250 °C	<69 SiO <sub>2</sub> , 16-20 CaO, 11-15 MgO, <10 ZrO <sub>2</sub>
CMS/HT	1200 °C	60-70 SiO <sub>2</sub> , 25-40 CaO+MgO
MS/HT	1260 °C	72-77 SiO <sub>2</sub> , 19-26 MgO



*Görsel 2. Yüksek Sıcaklık Cam Fiber*

Fakat uygulamalarda bu ürünlerde çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır. Örneğin, seramik fiberlerle karşılaştırıldığında daha düşük ergime sıcaklığına sahiptirler. Bu durum yüksek sıcaklık cam fiberlerin kolaylıkla yeniden kristalleşmelerine sebep olmakta, bu ise izolasyon etkisi, mekanik dayanım gibi malzeme özelliklerini etkilemektedir. Bunların dışında fiber kullanımında istenmeyen kristobalit oluşumu seramik fiberlerde olduğu gibi yüksek sıcaklık cam fiberlerde de gözlenmektedir. Oluşankuvars ve kristobalit insanda kansere neden olmaktadır.

Yüksek sıcaklık cam fiber bloklar, yapılan ısıl işlem deneyleri sonucunda ısıya maruz kaldıklarında zamanla elastikliklerinde kayıp, artan tozlanma ve küçülme gözlemlenmiştir. Bunlar fiberin kalite kaybına neden olmaktadır. Özellikle fırın içinde yüksek hızdaki hava hareketleri (gazlı fırınlarda) sonucunda gelişebilecek yüzeysel fiber kaybı sunucunda azalan izolatör kalınlığı kısa sürede fırının izolasyon özelliğini azaltmaktadır. Bütün bunlar ise fiber ve kristobalit içeren toz emisyonu arttırmakta, izolasyonun sıklıkla değişmesine neden olmaktadır. Fiber blokların elastizite özelliğinin kaybolmasından dolayı izolasyon özelliğinin azalması özellikle 1100 °C'nin üzerindeki kullanımlarda problem oluşturmaktadır. CMS tipi yüksek sıcaklık cam fiberin 950 °C'nin üzerinde; MS/HT-Fiberin ise 1100 °C'den yüksek sıcaklıklarda kullanılması durumunda izolasyon işlevlerini kritiklestirmektedir.

Çalışma sıcaklığına çıkış hızı, bu fiberlerin ısıl işlem sonrası küçülmesinde, tozlaşmasında ve mekanik dayanımının düşmesinde en önemli rolü oynamaktadır. Hızlı ısıtmalarda çekirdeklenme hızı yüksek, kristal büyüme hızı düşük kalmaktadır. Bunun sonucu çok miktarda küçük kristaller oluşmakta ve yüksek sıcaklık cam fiberleri küçülmeye ve tozlaşmaya yatkın hale getirmektedir. Bu nedenle cam fiberlerin ilk kullanımında ısıtma hızı mümkün olduğu kadar yavaş yapılmalıdır. Fırın atmosferi yeniden kristalleşmeye etki etmemektedir. Isıtma hızı ve çıkan sıcaklık en büyük etkiye sahiptir.

Yüksek sıcaklık cam fiberlerin kullanım sıcaklığı ile ergime sıcaklıkları birbirine çok yakındır. Kullanım sırasında izin verilen sıcaklık kesinlikle aşılmamalıdır.

Periyodik çalışan fırınlarda, pişirilen malzemelerden nem veya kimyasal maddelerin uçması durumunda, titreşime maruz kalan fırınlarda ve gazla çalışan fırınlarda yüksek sıcaklık cam fiberlerin kullanımı önemli problemler yaratır. Mazot ile çalışan fırınlarda bu fiberler kullanılmaz. Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise 900°C'nin üzerinde çalıştırılmış yüksek sıcaklık cam fiberli

fırınların kullanım ömrü sonunda çevreye zararsız biçimde sanayi atığı olarak depolanmasının gerekliliğidir (TRGS521, 2002, s. 100).

Sonuç olarak, seramik fiberlerin kanserojen etkisinden dolayı onların yerini almak için geliştirilen yüksek sıcaklık cam fiberleri seramik fiberlerin özelliklerini tam olarak karşılayamamaktadırlar. Bundan dolayı bu fiberlerin kullanımı, hangi durumlara uygun olup olmadığı kullanıcı tarafından iyi değerlendirilmelidir. Yüksek sıcaklık cam fiberlere oldukça uygun bir kullanım alanı olarak cam füzyon fırınları ve füzyon işlemlerinde kullanılan kalıp malzemesi olarak gösterilebilir.

## 6. Önlemler

Seramik fiberin üretiminde ve kullanımında solunum yolları ve deri, toz maskesi, eldiven ve uzun kollu elbise kullanılarak korunmalıdır. Çalışıldıktan sonra ten suyla yıkanmalı ve işçi tulumları da diğer çamaşırlardan ayrı bir yerde yıkanmalıdır. Üretim ve kullanım alanlarında havadaki fiber konsantrasyonu sürekli filtre ve havalandırma sistemleri yardımıyla belirlenen değerlerde tutulmalıdır. Özellikle fiberin katlanması esnasında ve fiber paketlerinin boşaltılıp atılması esnasında gereksiz bir fiber tozmasının ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Fiber tozlarının kullanım ortamından başka ortamlara taşınması engellenmelidir. Seramik fiber atıklar olduğu ortamda uygun kutularda toplanmalıdır. Çalışılan alanlar, aletler ve makineler belirli aralıklarla temizlenmelidir. Seramik fiber üreten ve işleyen makineler hermetik olarak kapsul içine alınmalıdır. Fiber tozlu hava mümkün olduğunca ilk çıkış noktalarında emilmelidir. Seramik fiber ürünlerin kesilmesi yavaş çalışan dişsiz testerelerle yapılmalıdır. Bu ürünlerin paketleri boşaltıldıktan sonra elektrikli süpürge ile temizlenmeli ve tekrar kullanılmalıdır.

Özellikle fırın üretiminde yüksek miktarda seramik fiber kullanılmakta ve işçi çalıştırılmaktadır. Yapılan işlerin çeşitliliği nedeniyle belirli bir sınırlama getirmek bu tür işyerlerinde mümkün değildir. Fakat 500000 F/m<sup>3</sup> sınır değeri buralarda da geçerlidir. Fırın üretiminde çalışanların muhakkak toz maskesi takmaları gerekmektedir. Seramik fiber ürünlerin hafif nemlendirilerek tozması önemli ölçüde engellenebilse de, fırının işletmeye alınmasından sonra oluşabilecek korozyon etkisi nedeniyle bu uygulamanın sakıncası vardır. Bir diğer önemli önlem ise çalışanların doktor tarafından takip altında tutulmasıdır (TRGS619, 2002, s. 101).

## 7. Risk Değerlendirmesi

Seramik fiberlerin kanserojen etkileri üzerine yapılan bütün deney sonuçlarının göz önünde bulundurulduğu bir bilgisayar modellemesi ile risk analizi yapılmıştır. Analizde Amerika'daki seramik fiber üretiminde ve işlenmesinde çalışan 30000 kişi model hesaplamasına katılmış ve bunlarda beklenen kanser hastalıklarındaki artış araştırılmıştır. Ortalama seramik fiber dozajındaki hava ortamında çalışanların toz maskesi takması durumunda herhangi bir kanser vakasına rastlanmayacağı bu model araştırmasında bulunmuştur. Çalışanların maske takmaması durumunda ise potansiyel kanser vakası sadece 1 olarak artmaktadır. 30000 kişiden ortalama olarak 6000'inin diğer nedenlerden dolayı kansere yakalanacağı düşünülürse 1 artış önemsenecek bir durum değildir. Amerika Çalışma Güvenliği Kurumu hastalıklarda binde bir artışa neden olan sebepleri dikkate alınması gerekli tehlike olarak görmektedir.

Fiberlerin boyutu, biyolojik dayanımları, mekanik dayanımları ve kişinin maruz kaldığı dozaj fiberlerle çalışanların sağlık rizikolarında göz önünde bulundurulması gereken faktörlerdir. Bütün faktörler göz önüne alındığında genel olarak akciğerdeki fiber yüklenmesinin özel bir önem taşıdığı görülür. Düşük yüklemelerde kanser veya fibroma oluşmamaktadır. Ama belirli bir yüklemeyi aşan durumlarda sağlık riski oluşabilir. Buradan da anlaşılacağı gibi çalışırken önlem alınması riski azaltmada hatta yok etmede en faydalı yoldur.

Fiber endüstrisinin çeşitli şirketleri tarafından işçileri üzerinde yaptırılan geniş çaplı taramalardan elde edilen verilere göre suni üretilen mineral fiberlerin neden olduğu bir hastalık vakasına rastlanmamıştır. Bunun açıklaması şöyle yapılabilir; fiber endüstrisindeki çalışma koşullarında herhangi bir çalışanın uzun süreyle yüksek dozlara maruz kalmadığı ve akciğerinde yüksek oranlarda fiber konsantrasyonlarına ulaşip geri dönüşü olmayan etkilere sahip olmadığıdır. Bu şimdiki kadar seramik fiber kullanımının yasaklanmamasının en önemli nedenidir.

Mevcut bütün veriler düşük dozajda alınan ve düşük biyolojik dayanıma sahip fiber malzemelerin insanda herhangi bir sağlık problemine yol açmayacağını göstermektedir. Bir yanda seramik fiber endüstrisi ve kullanıcıları fiber malzemenin kanserojen potansiyelini kabul etmeli, diğer yanda hiçbir temele dayanmadan fiber malzemenin kullanımını spontan olarak reddetmemelidirler. Seramik fiber ile çalışanların gerekli koruyucu önlemleri almaları ve endüstrinin biyolojik dayanımı daha düşük, solunması daha zor yeni ürünleri geliştirmesi bu konuda doğru yönde atılmış adımlar olacaktır.

## 8. Sonuç

Sonuç olarak, fiber malzemeler ile yalnızca eğitimleri sırasında birkaç defa kantağa girecek öğrencilerin, nefes yollarını korumaları için maske ve deri tahrişini önlemek için eldiven kullanmaları yeterli olacaktır. Bu maddelerle sürekli kontakta olan seramik ve cam eğitimi veren öğretim elemanları ile atölyelerinde sürekli seramik fiber kullanacak mezunların ise kendilerini korumalarının yanı sıra buldukları ortamın da fiber partikül sayısı aralıklarla kontrol edilmelidir. Daha profesyonel bir maske ile açıkta deri göstermeyecek elbiseler giyilmelidir. Bu elbiseler ile çalışılan atölyeden çıkılmamalı ve belli periyotlarla sağlık taramasından geçilmelidir. En azından Seramik ve Cam Bölümleri'nde bu malzemelerle çalışılması ve depolanması için bir çeker ocak bulunmalıdır.

Seramik fiberler henüz tam kanserojen madde tanımına girmemiş olsa bile, kanser etkisi yaratabilecek tehlikeli madde sınıfındadır. Büyük ihtimal ile yakın gelecekte, Dünya Sağlık Örgütü tarafından kanserojen madde olarak sınıflandırılması beklenmektedir.

## Kaynakça

- Binde, G., Bolender, T. (2002). Rekristallisation und Cristobalitbildung in Hochtemperaturglasfasern (AES) nach thermischer Belastung. *Gefahrstoffe/Reinhaltung der Luft*, 62/2002, Nr.6, s. 273-278.
- Class, P., & Brown, C. (2002). Exposition gegenüber künstlichen Mineralfaser. *Gefahrstoffe/Reinhaltung der Luft*, 62/2002, Nr.5, s. 197-201.
- Davis, J. M. G. (1989). *Mineral Fibre Carcinogenesis: Experimental Data Relating to the Importance of Fibre Type, Size, Deposition, Dissolution and Migration*. In Non-occupational Exposure to Mineral Fibres (pp. 33-46). International Agency for Research on Cancer. Lyon: IARC publication no.
- Ecfia Portalı. (2018). Erişim Adresi: <http://www.ecfia.eu>
- Richtlinie 97/69/EG der Kommission vom 5. Dezember 1997 zur 23. Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt. ABl. EG Nr. L 343 (1997), s.19.
- Schmölders, W. (2003). Gefahrdurch Faseröfen?. *GLASHAUS*, Nr. 4, s. 20-21.



Sonnenschein, G. (2003). Werkstoffe zur Wärmedämmung unter Berücksichtigung des Einsatzes von Keramikfasern. *Gefahrstoffe/Reinhaltung der Luft*, 63/2003, Nr. 5, s. 181-185.

Stanton, M. F.; Layard, M.; Tegeris, A.; Miller, E.; May, M.; Kent, E. (1977). Carcinogenicity of Fibrous Glass: Pleural Response in Relation to Fiber Dimension. *J. Natl. Cancer Inst.* 58, s. 587-603.

Technische Regeln für Gefahrstoffe. (2002). *Ersatzstoffe für Keramikfasern im Ofen- und Feuerfestbau* (TRGS 619). ArbStoffl.

Technische Regeln für Gefahrstoffe. (2002). *Faserstäube* (TRGS 521). ArbStoffl. Nr. 5, s. 96-110.

Welzbacher, U. (2002). Sicherer Umgang mit Keramikfaser. *Gefahrstoffe/Reinhaltung der Luft*, 62/2002, Nr. 9, s. 365-368.

### **Görsel Kaynakça**

Görsel 1. SARTEMA İzolasyon ve Ticaret Ltd. (2019). Seramik fiber elyaf. Erişim Adresi: <http://www.sartema.com/seramik-yunu-pmu24>

Görsel 2. Domin-tex Insulation Corp. (2019). Yüksek sıcaklık cam fiber. Erişim Adresi: <http://tr.domintex.net/insulation-materials/fiberglass-insulation/>