



Yalıtım Amaçlı Kullanılan Taşyünü Levhaların Üretim Aşamalarının İncelenmesi ve İSG Açısından Değerlendirilmesi

İsmail KÖSELİ¹, Belkis ZERVENT ÜNAL²

^{1,2}Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Adana

¹<https://orcid.org/0009-0003-6071-8815>

²<https://orcid.org/0000-0001-8591-2217>

*Sorumlu yazar: belzer@cu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 03.10.2023

Kabul tarihi: 22.01.2024

Online Yayınlanma: 08.03.2024

Anahtar Kelimeler:

İş sağlığı ve güvenliği

Taşyünü üretimi

Riskler

Önlemler

KKD

ÖZ

Çalışma kapsamında Türkiye’de üretim yapan seçilmiş bir taşyünü üretim tesisinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla ülkemiz için ticari anlamda büyük öneme sahip bir işletmede, yerinde ziyaretler ve işletme bünyesinde çalışan teknik personel ile iş güvenliği uzmanlarıyla detaylı görüşmeler yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda, çok tehlikeli sınıfa giren bu tesisin mevcut riskler, kullanılan kişisel koruyucu donanımlar vb. açılarından değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca riskleri ortaya koymak için üretim aşamaları detaylı olarak ele alınmış ve en büyük risk faktörlerinin hangi üretim aşamalarında/hangi bölümlerde olduğu irdelenmiştir. Buna göre taşyünü üretim tesislerindeki kimyasal risk faktörlerinin en önemlisinin karbonmonoksit zehirlenmesi olduğu, en önemli fiziksel risklerin ise yüksek sıcaklıkta üretim yapmaktan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Examination of the Production Stages of Rockwool Boards Used for Insulation Purposes and Evaluation in Terms of OHS

Research Article

Article History:

Received: 03.10.2023

Accepted: 22.01.2024

Available online: 08.03.2024

Keywords:

Occupational health and safety

Rockwool production

Risks

Precautions

PPE

ABSTRACT

Within the scope of the study, it is aimed to evaluate a selected stone wool production facility in Turkey in terms of occupational health and safety. For this purpose, on-site visits and detailed interviews were made with the technical personnel and occupational safety experts working in an enterprise of great commercial importance for our country. As a result of these examinations, the current risks, the personal protective equipment used, etc. aspects were evaluated. In addition, the production stages are discussed in detail in order to reveal the risks. As a result of the evaluations, it has been determined in which production stages/in which sections the biggest risk factors are in a rock wool production facility.

To Cite: Köseli İ, Zervent Ünal B., 2024. Yalıtım amaçlı kullanılan taşyünü levhaların üretim aşamalarının incelenmesi ve İSG açısından değerlendirilmesi. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(1): 227-250.

Giriş

Günümüzde enerji dünya ülkelerinin en önemli gündem maddelerinden birisidir. Hızla artan insan nüfusu ile doğru orantılı olarak enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Ancak dünya

üzerindeki mevcut kaynaklar da aynı hızla tükenmektedir. Bu sebepten enerji günümüzde çok değerli bir hal almıştır. Birçok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarına önemli kaynaklar ayırmaktadır, elektrikli araçların yaygınlığı hızla artmaktadır, güneş enerji panelleri ile enerji üretilmesi yaygınlaşmaktadır.

Ülkemiz de enerjinin büyük bir kısmını ithal eden ülkelerden biri olarak, yıllık enerji tüketim miktarının artması ile birlikte ithalatı artmakta ve cari açığı çoğalmaktadır. Artan enerji maliyetlerinin cari açığa olumsuz etkileri hemen hemen bütün ekonomistler tarafından dile getirilmektedir.

Türkiye’de kullanılan enerjinin büyük bir bölümü de konutlarda kullanılmaktadır. Bu enerjinin yaklaşık dörtte üçü ısıtma ve soğutma için harcanmaktadır (<https://www.dtkdergisi.com/2022/03/14/binalarda-tuketilen-enerjinin-yuzde-80i-isitma-ve-sogutma-amacli-tuketiliyor/>).

Isı yalıtımsız binalarda ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin büyük kısmı dış cepheler üzerinden kaybolmaktadır. Isı yalıtımı iç ortamdaki ısının dışarıya kaçmasını engelleyerek enerji tasarrufu sağlamaktadır. Sadece kış aylarında değil, yaz aylarında da dış ortamdaki sıcak havanın içeriye girmesini engellemektedir. Bina içlerinde dengeli ısı dağılımı yaratarak insanların yaşamına elverişli konforlu ortamlar oluşturmakta ve konutlarda %50’ye varan enerji tasarrufu sağlamaktadır (Akıncı, 2007).

Taşyünü, üstün ısı yalıtım özellikleri, ısıya karşı direnci, yüksek sıcaklıklarda yangın direnci, yüksek ses tutma performansı, korozyon ve paslanma dayanımı sayesinde önemli yalıtım malzemelerinden biridir. Taşyünü 0,035 W/mK ısı iletkenlik değeri ile önemli ölçüde yüksek ısı iletkenlik değerine ($0,035 \leq \lambda \leq 0,040$ W/mK) sahip bir ısı yalıtım malzemesidir (TS 825, 2008). Yüksek ısılarla ve rutubete karşı dayanıklıdır. Kullanım sıcaklığı -50/+650 °C aralığındadır (Dikici ve Kocagül, 2019).

Taşyünü levha, şilte ve boru olarak üretilmektedir. Çok geniş kullanım alanlarına sahiptir. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

- Binaların çatılarında ısı yalıtımı için kullanılmaktadır.
- Bölme duvarlarda ısı ve ses yalıtımı için kullanılmaktadır.
- Dış cephelerde ısı yalıtımı için kullanılmaktadır.
- Eğimli çatılarda dolgu malzemesi olarak ses ve ısı yalıtımı için kullanılmaktadır.
- Fırınlarda ısı yalıtımı için kullanılmaktadır.
- Eğlence mekanlarının ve sinemaların ses yalıtımında kullanılmaktadır.
- Gemi inşaatlarında kullanılmaktadır.
- Flexible hava kanalları borularında kullanılmaktadır.

- Tesisat yalıtımında kullanılmaktadır.
- Pasif yangın durdurucu sistem uygulamalarında kullanılmaktadır.
- Ses yalıtımında kullanılmaktadır.

Yükselen enerji fiyatları, enerji tasarrufunu çok önemli bir seviyeye getirmiştir. Enerjinin yaklaşık %37'si yaşanan binalarda kullanılmakta, bunun da dörtte üçü binaları ısıtmak ve soğutmak için harcanmaktadır. Bu sebepten binalarda dış cephe ısı yalıtımının önemi çok büyüktür. 2018 yılsonu itibariyle kamu binalarında ve 2020 yılsonu itibariyle de tüm yeni binalarda yaklaşık sıfır enerjili binalar (NSEB) zorunlu hale getirilmiştir (Binalarda Enerji Verimliliği AB ve Türk Mevzuatı, 2016).

Avrupa Birliğinde Enerji Verimliliği Direktifi (2012/27/EU) 2012 yılında yürürlüğe konulmuştur. Ekim 2014 yılında Avrupa Konseyi 2030 yılına kadar enerji verimliliğini Avrupa seviyesinde en az %27 artırılması hedefini koymuştur.

Ülkemizde son yıllarda konutlarda dış cephe mantolamada kullanımı artış göstermiştir. 2015 yılında 2015/7401 karar sayılı “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” ile binaların dış cephelerinde kullanılan malzemeler binaların yüksekliğine bağlı şekilde değişiklik göstermektedir. Dış cephelerde kullanılan malzemeler, yüksekliği 28,5 metreden fazla olan binalarda zor yanıcı malzemedir, diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemedir olması gereklidir (<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=200712937&MevzuatTur=21&MevzuatTertip=5>, 2022). Bu yönetmelik ile birlikte ülkemizde dış cephelerde zor yanıcı malzeme olarak sınıflandırılan taşıyıcı kullanımı ve buna bağlı olarak üretimi oldukça artmıştır.

Çalışma kapsamında taşıyıcı levha üretim aşamalarının detaylı olarak incelenmesi ve taşıyıcı üretim tesislerinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Türkiye’de faaliyet gösteren seçilmiş bir taşıyıcı üretim tesisine yerinde ziyaretler gerçekleştirilmiş, gözlemler yapılmış, sorumlu iş güvenliği uzmanlarıyla detaylı görüşmeler yapılmış, konuyla ilgili işletmedeki mevcut uygulamalar incelenmiş ve durum tespiti yapılarak önerilerde bulunulmuştur. Bu kapsamda öncelikle detaylı bir literatür taraması yapılmış olup ulusal ve uluslararası literatür tarandığında konuyla ilgili olarak ulaşılan bazı yayınlar aşağıda kısaca özetlenmiştir. Çalışmaların genellikle taşıyıcı yalıtım malzemelerinin performanslarının değerlendirilmesine yönelik olduğu görülmüş olup, taşıyıcı üretim aşamalarının irdelendiği ve söz konusu tesislerin iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından detaylı olarak değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Lipworth ve ark., (2009)’nın Journal of Occupational and Environmental Medicine Dergisinde yayımlanan makalesinde taşıyıcı ve camyünü maruziyetinden kaynaklanan

akciğer ve beyin kanser risklerinin analizi yapılmıştır (Lipworth ve ark., 2009). Eroğlu (2015)'nin yaptığı araştırmada, bir organize sanayi bölgesinde plastik mamul üretimi yapan işletmelerde İSG sorunları incelenmiştir. Aykaş (2018) tarafından yapılan çalışmada, endüstri tesislerinde kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği riskleri ve güvenli çalışma sistemleri incelenmiştir. Araştırmanın temel amacı; kapalı alanda gözle görülmeyen tehlikelerin (zehirleyici ve boğucu gazlar) termal şartlardan etkilenmesi ve bu tehlikelerden korunmanın yollarının incelenmesidir. Yiğitalp Rençber (2019) tarafından yapılmış olan araştırmada, “Bir Tekstil Fabrikasında Çalışan İşçilerin İş Sağlığı ve Güvenliği Konusundaki Bilgi Düzeyleri ve Sağlık Risklerinin Değerlendirilmesi” konu başlığı altında inceleme yapılmıştır. Bu araştırmanın amacı, bahsi geçen fabrikadaki çalışanların İSG bilgi düzeylerini belirlemek ve işyerindeki tehlike ve riskleri tespit edip değerlendirerek öneriler geliştirmektir. Yörükoğlu ve arkadaşlarının “Construction and Building Materials” dergisinde yayınlanan makalesinde, Taşyünü üretiminde bor kullanılabilirliği araştırılmıştır. Taşyünü üretimi için bor ilavesinin bazalt ve bazalt-dolomit karışımlarına etkisi test edilmiştir. Eriyiklerin erime sıcaklıkları ve viskoziteleri belirlenmiş, bor ilavesinin etkisini bulmak için bazı numuneler üzerinde çeşitli analizler yapılmıştır (Yörükoğlu ve ark., 2020).

Aksoy (2021) tarafından yapılan araştırmada, Afyonkarahisar Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyetini sürdüren bir mobilya üretim tesisinde, mobilya sektöründe meydana gelebilecek iş kazası ve meslek hastalıklarına ilişkin faktörler incelenmiştir. Elde edilen bilgiler ışığında işyerindeki mevcut tehlikeler ile bunlara ait riskler belirlenerek, risk değerlendirme çalışması yapılmıştır.

Arslan ve Aydın (2023)'in yaptıkları çalışmada, elyaf takviyeli polimer (FRP) donatılı betonarme yapı elemanlarında farklı yangın yalıtım malzemelerinin ve beton dayanımının sıcaklık geçişlerine etkilerini deneysel çalışmalar ile belirlemişlerdir. Ortam sıcaklığının beton yüzeyine etkisinde taş yünü %13 oranında sıcaklık geçişine izin verirken bu değer cam yününde %22 ve kırmızı alçıpanda %26 oranında gerçekleşmiştir. Fertelli (2019) tarafından yapılan çalışmada çeşitli akustik süngerlerin, EPS, XPS, cam yünü ve taş yünü malzemelerinin ses yalıtım özellikleri deneysel olarak incelenmiştir. 0,05 m kalınlığındaki yalıtım malzemeleri 0,5 m × 0,5 m × 0,5 m boyutlarındaki bir kutu içerisine yerleştirilmiştir. İç ortamda 80 dB, 100 dB ve 110 dB değerlerinde gürültü oluşturulmuştur. Deneyler sonucunda taş yünü ve cam yünü gibi lifli malzemelerin ses yalıtımı açısından diğer yalıtım malzemelerinden daha etkin olduğu görülmektedir.

Dikici ve Kocagül (2019) çalışmalarında farklı türden yalıtım malzemelerinin (EPS, XPS, Taş Yünü) ısı transferine etkisini ve kullanılabilirliklerini incelemişlerdir. En iyi

sonuçlar taşyünü kullanımıyla elde edilmiş olup taşyününü sırasıyla XPS ve EPS takip etmektedir. İlgürel ve şerefhanoglu Sözen (2005) tarafından yapılan çalışma kapsamında, gürültü düzeyleri değişik nitelikteki sanayi kuruluşlarında, yerinde gürültü ölçümleri ve anket çalışması yapılmıştır. Ölçmelerde, Bruel & Kjaer Precision Integrating Sound Level Meter (type 2236) ölçme aleti kullanılmıştır. En yüksek gürültü düzeyi Taşyünü Üretim Tesisi'nde 117,3 dBA olarak ölçülmüştür. Özgüven (2015) tamamladığı tez çalışmasında, EPS, XPS ve taş yünü yalıtım levhalarının sıva ile kaplı durumdayken, fiziksel ve mekanik özelliklerini, ısı geçirgenlik katsayılarını, yangın durumunda oluşan yangın hasarı vb. özelliklerini incelemiştir. Yangın dayanımı açısından en iyi yalıtım levhasının taş yünü olduğu; yangın önlemleri alındığında ise mekanik etkiler açısından XPS yalıtım levhasının en iyi performansı gösterdiği tespit edilmiştir.

Materyal ve Metod

Çalışma taşyünü üretim aşamalarının İSG yönünden incelenmesini içermektedir. Belirlenen tesis; üretim aşamaları, iş sağlığı ve güvenliği prosesleri ve uygulamaları üzerine detaylı şekilde incelenmiştir.

Bu kapsamda ölkemizde faaliyet gösteren bir taşyünü üretim tesisi seçilmiş ve çalışma bu tesis özelinde sürdürölmüştür. Öncelikle seçilmiş olan taşyünü üretim tesisi hakkında, yerinde ziyaretler ile detaylı şekilde araştırma yapılmış, tesis hakkında bilgiler toplanmıştır. Tesisin üretim aşamaları adım adım incelenmiş ve üretilen ürünün özellikleri ortaya konulmuştur.

Ardından taşyünü üretim tesisi iş sağlığı ve güvenliği yönünden araştırılmış, iş sağlığı ve güvenliği prosesleri incelenmiştir. Tesiste alışan iş güvenliği uzmanları ile görüşmeler yapılmıştır. Uzmanlarla yapılan görüşmelerde tesisteki var olan riskler/tehlikeler ve bunlara karşı alınan önlemler belirlenmiştir. Risklerin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelemesi yapılmıştır.

Bulgular

Taşyünü Levha Üretim Aşamaları

Taşyünü, doğada bulunan volkanik kayalardan elde edilen mineral, inorganik taşların 1500 °C de eritilip, elyaf haline gelmesiyle oluşturulan ve % 98 oranında doğal elyaf içeren yalıtım (ısı-ses-yanđın-nem) malzemesidir. Taşyünü üretimi 10-14 günlük periyotlar halinde uygulanmaktadır. Üretim periyodu sonrası sistem yaklaşık olarak 20 saat durdurularak temizlik ve bakım çalışması yapılmaktadır (Doğru ve Pulat, 2020).

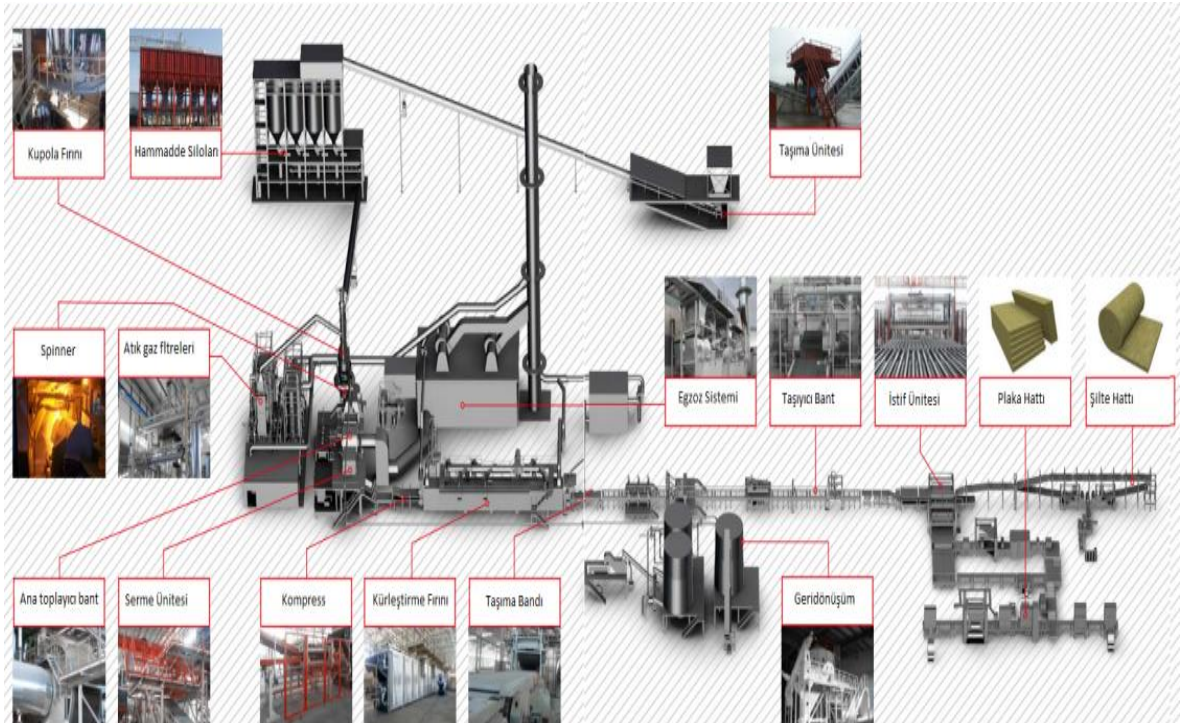
İlk olarak hammadde silolarına alınan bazalt ve dolomit maddeleri, belirlenen oranlarda silolardan çekilerek kupola fırınına aktarılır. Kupola fırınında kömür ateşi ile sağlanan sıcaklıkta, belirli oranlarda çekilen hammaddeler yaklaşık 1500 °C de eriyik haline getirilir ve yüksek hızda dönen spinner'lara aktarılır. Spinner üzerindeki nozzle lardan, fiberleşmiş bazalt üzerine bağlayıcılar püskürtülür.

Spinner'dan lifler halinde çıkan hammaddeler ana toplayıcı bant üzerine serilir. Ürünler taşıyıcı bant yardımı ile kürleştirme fırınına taşınır. Taşyününün yoğunluğu bu bandın hızına göre belirlenir. Kürleştirme fırınında bağlayıcılar çapraz bağ yaptırılarak inert hale getirilir. Ürünün su iticiliği, mukavemeti, esnekliği gibi birçok özelliği burada kazandırılır.

Bu aşamadan sonra taşyünü, enine kesim hattına alınarak belirlenen boyutlara göre kesilir ve bu aşamadan sonra kullanıma hazır hale gelen ürün, paketleme hattına alınır. Paketleme hattında belirlenen ölçülerde ve kalınlıklarda üretilen taşyünü paketlenerek sevkiyata hazır hale getirilir.

Tesiste taşyünü üretimi sırasında tüm sistem dijital olarak takip edilmekte; prosesin her bölümünde üretim şartlarının ve nihai ürünün istenilen koşullarda olması sağlanmaktadır.

Şekil 1'de bu aşamalar detaylı olarak açıklanmıştır (Seçilmiş Taşyünü Üretim Tesisi, 2022).



Şekil 1. Taşyünü üretim aşamaları

Hammaddeler

Taşıyünü bazalt ve dolomit gibi inorganik volkanik kayaçların yüksek sıcaklıklarda eriyik haline getirilmesi ile üretilmektedir. Taşıyününün ana hammaddeleri Şekil 2’de görülen bazalt ve dolomit gibi inorganik volkanik kayaçlardır.

Spinner aşamasında eriyik haline getirilen inorganik volkanik kayaçların bir araya getirilmesi için fenolik reçine türünde bir bağlayıcı kullanılmaktadır. Bu aşamada taşıyününe katılan kimyasallarından diğeri de su iticilik özelliği veren hidrofob katkı malzemesidir. Fenolik reçine ve hidrofob katkı, taşıyününün kimyasal hammaddelerindedir.

Taşıyünü üretimi için en önemli etken inorganik kayaçların eriyik haline getirilmesi için gerekli olan sıcaklıktır. Bu sıcaklık, kesintiye uğramaması, sürekli ve devamlı olarak aynı kaliteli sıcaklığı sağlayabilmesi için kömür kullanılarak sağlanmaktadır. Taşıyünü hammaddelerinden birisi de kömürdür.



Şekil 2. Bazalt ve dolomit (Seçilmiş Taşıyünü Üretim Tesisi, 2022)

Hammadde Siloları ve Taşıyıcı Bant

Taşıyünü üretimi için gerekli bazalt ve dolomit inorganik volkanik kayaçları, kimyasal hammaddeler olan fenolik reçine ve hidrofob katkı maddesi, kayaçları eriyik haline getirmek için gerekli ısıyı sağlayacak kömür ayrı ayrı olacak şekilde farklı silolarda depolanır.

Bu hammaddelerin Şekil 3’te verilen silolardan tesis içerisindeki kupola fırınına taşınması Şekil 4’te görülen taşıyıcı bantlar ile gerçekleştirilir.

Hammadde silolarına alınan hammaddeler arasından üretim için en uygun olanlar seçilir. Hammadde silolarında hammaddelerin seçilerek kullanılması; ürünlerdeki kaliteyi önemli ölçüde etkiler. Bazalt ve dolomit hammaddelerinin üretime en uygun olanlarının seçimi; ürünün lif uzunluğunu, lambda (λ) değerini, hammadde içerisindeki geri dönüşüm miktarını etkiler. Hammadde silolarından alınan bazalt ve dolomit maddelerinin büyük olanları, üretime uygun kullanılacak olanlardan ayrılır.



Şekil 3. Hammadde siloları



Şekil 4. Taşıyıcı bant

Kupola Fırını

Kupola fırını, kömür ateşi yardımı ile inorganik volkanik kayaların eriyik haline getirildiği bölümdür. Bu bölümde sıcaklık, bir volkanın sıcaklığı kadar olan yaklaşık 1500 °C'ye yükselir. Bu sıcaklık sayesinde inorganik volkanik kayalar bazalt ve dolomit ergimeye bırakılır. Hammaddeler bu aşamada eriyik haline getirilerek, bir sonraki proses olan yüksek hızda dönen spinnerlara aktarılır (Şekil 5).

Bu aşamada eriyiğin homojenliği ve fırının iç basınç stabilizasyonu doğrudan ürün kalitesine etki eder. Ürünün lif boyu, elyaflaşmamış lif oluşumu ve malzeme performansının homojenliği bu detaya bağlıdır. Eriyiğin homojen bir yapısının oluşması için; hammaddelerin en uygun olanlarının seçilmesi ve ısı enerjisini sağlayan kömürlerin kalitesinin yüksek olması ve sürekli aynı ısıyı sağlaması çok önemlidir. Kupola fırınının iç basınç stabilizasyonu ise, fırının tasarımı aşamasında dikkat edilmesi gereken ve sonrasında üretilen ürün kalitesine etki eden bir durumdur (Seçilmiş Taşyünü Üretim Tesisi, 2022).



Şekil 5. Kupola fırını

Spinner

Kupola fırınında eriyik haline getirilen hammaddeler, fırının orta alanında bulunan akış kanalından yüksek hızda dönen spinnerların üzerine aktarılır (Şekil 6). Spinnerlar yüksek

devir/dakika hızda dönen disklerdir. Bu bölümde eriyik haline gelen hammadde disklerin dönmesi sonucu oluşan merkezkaç kuvveti yardımı ile lif haline gelir.

Oluşan bu liflere spinner üzerindeki nozzle elemanlarından bağlayıcılar püskürtülerek, liflerin bir arada stabil olarak durması sağlanır. Bağlayıcının her bölgeye homojen ve yeterli miktarda katılması üretilen ürünün kalitesi açısından çok önemlidir. Üretilen ürünün çeşidine göre kullanılan bağlayıcı değişiklik göstermektedir. Bu aşamada taşıyıcıya hidrofob özelliği verecek kimyasallarda uygulanmaktadır.

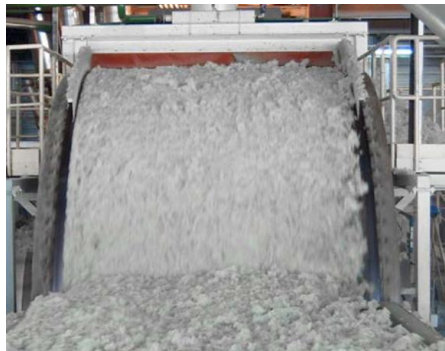
Spinner bölümünde bulunan diskler ve spinnerın belirli bir çalışma ömrü vardır. Bu süreç sonrasında bu bölümdeki diskler ve spinner değiştirilmektedir.



Şekil 6. Spinner

Toplayıcı Bant / Silindir

Spinnerda lif haline gelen hammaddeler, üzerlerine püskürtülen bağlayıcıların yardımı ile bir araya gelerek bir bant üzerine serilirler. Ana toplayıcı bant üzerinde toplanan lifler, hareket eden taşıyıcı banda alınır. Birim zamanda toplayıcı bantta biriken lif miktarı yoğunluk homojenizasyonunu etkiler. Bu bandın silindirik bir yapısı olduğundan silindir olarak da isimlendirilir. Şekil 7’de bu bandın üzerine serilmiş taşıyıcı ile birlikte görünümü bulunmaktadır.



Şekil 7. Toplayıcı bant / silindir

Taşıyıcı Bant / Basınç Ünitesi

Toplayıcı bantta toplanan lifler, belirli bir hızda ilerleyen taşıyıcı bant yardımı ile kürleştirme fırınına taşınır. Bu aşamada ürünün yoğunluğu belirlenir. İstenilen ürün yoğunluğuna göre taşıyıcı bandın hızı ayarlanır ve üzerine serilen lif miktarı buna göre değişir.

Taşıyıcı banda birim zamanda serilen lif miktarı eşit olmalıdır, aksi takdirde heterojen yapıda bir ürün elde edilir. Bu da ürünün kalitesini olumsuz etkiler. Ayrıca beklenen yoğunluk elde edilirken istenilen hassasiyette çalışılmazsa tolerans dışı yoğunlukta ürün elde edilir. Şekil 8’de taşıyıcı bandın dışarıdan görünümü yer almaktadır.



Şekil 8. Taşıyıcı bant / Basınç ünitesi

Kürleştirme Ünitesi / Kürleştirme Fırını

Spinnerdan çıkan lifler taşıyıcı bant yardımı ile kürleştirme fırınına getirilir. Her bölümü ayrı sıcaklıklara ayarlanmış kürleştirme fırınında çapraz bağların oluşması sağlanır. Fırın içi sıcaklık yaklaşık 230 – 250 °C’dir. Kürleştirme fırınında bağlayıcılar çapraz bağ yaptırılarak inert hale getirilir. Ürünün su iticiliği, mukavemeti, esnekliği gibi birçok özelliği burada kazandırılır.

Kürleştirme ünitesinin boyu, üretilen ürünün kalitesi için son derece önemlidir. Eğer bu ünitenin boyu yeterli uzunlukta değil ise, bağlayıcı kürleşmesi ve çapraz bağ yapabilmesi için gerekli süreyi bulamayacağından bu işlemleri yapmadan ya da eksik yaparak fırından çıkar. Bu da ürün kalitesini olumsuz etkileyen ve aynı zamanda ürünün mekanik değerlerinin istenilenden düşük çıkmasına neden olan, üründe dağılmalar/kopmalar meydana getirebilecek durumlar yaratmaktadır.

Bu üretim aşamasında üründe iki büyük sorun oluşabilmektedir. Bunlar; “wet spot” denilen fırından kurumamış ıslak ürün çıkması ve “hot spot” denilen fırından kürlenmemiş lav

halindeki ürünün çıkmasıdır. Bu iki sorun, özel sistemlerle dijital ortamda denetlenerek engellenmeye çalışılmaktadır.

Kürleştirme ünitesinde, sıcak plakalar arasında ürüne istenilen kalınlık verilmektedir. Kalınlık toleransı istenilen hassasiyette değilse uygulamada ondülasyonlar (üründe kıvrılmalar) gerçekleşir. Şekil 9'da kürleştirme fırını görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 9. Kürleştirme ünitesi / Kürleştirme fırını

Yatay Kesim Ünitesi

Kürleştirme ünitesinden çıkan taşıyıcı, ölçüleri dışında artık kullanıma hazır hale gelmiştir. Üretilen taşıyıcının istenilen ölçülerde kesilmesi ve kullanıma hazır hale gelmesi gerekmektedir. Tesiste belirlenen ölçülerde üretilen taşıyıcı, yatay kesim hattında bu ölçülere sahip olması için kesilir (Şekil 10). Ürünün en ve boyunda oluşabilecek boyutsal sapmalar birçok uygulama problemine sebep olur.



Şekil 10. Yatay kesim ünitesi

Trimming Ünitesi

Yatay kesim ünitesinde kesimi yapılan taşıyünü, trimming ünitesinde kırpma işlemi yapılarak yüzey ve şekilsel bozuklukları giderilir (Şekil 11). Taşıyününün yüzey düzgünlüğü uygulama açısından önemlidir.



Şekil 11. Trimming ünitesi

Testere Hattı / Dikey Kesim

Yüzey bozuklukları giderilen taşıyünü, paketlenme aşamasından önce son olarak dikey kesim testere hattına alınarak istenilen boyuta göre kesilir (Şekil 12). Daire testerelerin kesimdeki avantajı, malzemeyi neredeyse hiç talaşsız ve pürüzsüz kesmesidir. Farklı yoğunluktaki taşıyünleri için, testere hattındaki testerenin bıçakları değiştirilebilir. Pürüzsüz kesici kenarlı bıçakların, tırtıklı taşlamalı bıçakların veya süreksiz kesimli bıçakların hangisinin kullanılacağı üretilen malzemenin yoğunluğuna göre belirlenir.



Şekil 12. Testere hattı / Dikey kesim ünitesi

İstifleme ve Paketleme Ünitesi

Kullanıma hazır hale gelen, yüzey düzgünlüğü sağlanan, istenilen ölçülerde kesilen ve gerekli kontrol aşamalarından geçen taşıyıcılar (Şekil 13), istifleme aşamasına ve sonrasında paketleme ünitesine gönderilir (Şekil 14). Üretilen ürünlerin sahadaki stoklama performansı düzgün paketleme ile doğru orantılıdır. Paket sağlamlığı ve paketleme şekli stok sahasında ürünün dayanımını ve muhafazasını kolaylaştırır.



Şekil 13. Taşıyıcı levhalar



Şekil 14. İstifleme ve paketleme ünitesi

Geri Dönüşüm Ünitesi

Bu aşamada, üretimden arta kalan malzemeler, tekrar üretime katılması amacı ile geri dönüşüm ünitesinde toplanır. Üretime katılabilecek olan malzemeler, kalite kontrolü yapıldıktan sonra tekrar üretim aşamalarına gönderilir.

Genel olarak atıklar üç farklı şekilde geri dönüşümde kullanılmaktadır. Atıklar, ilk olarak spinner üzerinden üretim hattına beslenmektedir. İkinci olarak formlama tamburu üzerinden tekrar hatta beslenmektedir. Üçüncü olarak da geri dönüşüm hattında öğütülerek briketlemeye gönderilmektedir. Şekil 15'te geri dönüşüm ünitesinin görüntüsü yer almaktadır.

Ayrıca bertaraf edilmesi gereken atıklarda bulunmaktadır. Bunlar; zararlı kimyasal atıklar ve taşıyıcı üretiminden çıkan atıklardır. Bu atıklar tesis dışından alınan hizmet ile toplanarak bertaraf edilmektedir.



Şekil 15. Geri dönüşüm ünitesi

Tesisin İSG Yönünden İncelenmesi

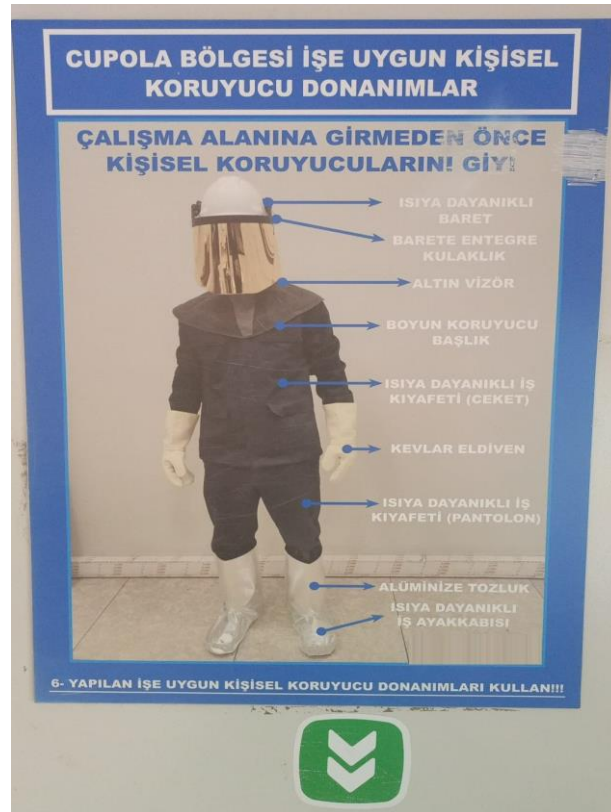
28539 sayılı ve 25.01.2013 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan “Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” gereği (Madde 5) ülkemizde de asbest ve asbestli ürün üretimi ve bunların her türlü ticareti yasaklanmıştır (<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=17050&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>). Bunun sonucu olarak da asbeste alternatif taşıyıcı ürünleri yalıtım malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Taşıyıcı ürünü insan yapımı mineral lif grubuna girmektedir. Bu malzemelerin üretimi sırasında çalışanların maruziyet riskleri ortaya çıkmaktadır.

Taşıyıcı üretim tesislerinin işyeri tehlike sınıfı, 2012 yılında yayınlanan iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tehlike sınıfları listesi tebliğine göre, çok tehlikeli işyeri olarak belirlenmiş olup bünyelerinde A sınıfı iş güvenliği uzmanı istihdam etmektedirler. İş sağlığı ve güvenliği prosesleri çok tehlikeli işyeri sınıfına uygun olarak belirlenmiştir.

Tesiste çalışan her personel, çalışma alanına bağlı olarak kişisel koruyucu donanım kullanmak zorundadır. Çalışma kapsamında incelenen tesiste kullanılan kişisel koruyucu donanım matrisi Tablo 1’de yer almaktadır. Şekil 16’da örnek bir iş elbisesi örneği görülmektedir.

Tablo 1. Tesiste kullanılan kişisel koruyucu donanımlar matrisi

NO	EKİPMAN	KULLANIM AMACI
1	Alev Almaz Pantolon Takım	Cupola Genel Kullanım
2	Alüminize Ceket Pantolon Takım	Cupola Acil Durum
3	Alüminize Tozluk	Cupola Acil Durum
4	Alüminize Eldiven	Cupola Acil Durum
5	Alüminize Başlık	Cupola Acil Durum
6	Beyaz Vidalı 150C Baret	Cupola Genel Kullanım
7	Vizörü Barete Takma Aparatı	Cupola Genel Kullanım
8	Altın Vizör	Cupola Genel Kullanım
9	U-Power Bulls Ayakkabı	Cupola Genel Kullanım
10	Emniyet Kemer	Yüksekte Çalışma
11	Lanyard Çelik	Yüksekte Çalışma
12	Geri Sarımlı Düşüş Durdurucu 2 mt.	Yüksekte Çalışma
13	2 A Çelik Burunlu Çarık	Ziyaretçi kişisel koruyucu donanımları
14	3M 6800 Tam Yüz Maskesi	
15	Barete Takılabilir Kulaklık Optime I	Genel kişisel koruyucu donanımlar
16	Ventilli İnce Toz Maskesi	Genel kişisel koruyucu donanımlar
17	Siperlik İçin Baret Adaptörü-Plastik	Cupola Genel Kullanım
18	Siperlik pc Şeffaf 1.8 mm	Cupola Genel Kullanım



Şekil 16. Kupola firmı üretim aşaması işe uygun kişisel koruyucu donanımlar (Seçilmiş Taşyünü Üretim Tesisi)

Taşıyünü üretim tesislerinde İSG açısından birçok risk ve tehlike bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki şekilde listelenebilmektedir:

- Karbonmonoksit zehirlenmesi
- Hidrojen patlaması
- Tozlu ortam maruziyeti
- Üretim hattında yüksek sıcaklıktaki lavların insanlara sıçraması
- Soğutma sistemi arızası
- Yangın riski.

Karbonmonoksit Zehirlenmesi

Kupola ocağı yani fırını yaklaşık 1500 °C sıcaklığa sahip inorganik volkanik kayaların ergitildiği bir fırın sistemidir. Fırın için gerekli ısı kömürlerin yanması ile elde edilmektedir. Kömürler verimli olarak yanmaz ise karbonmonoksit gazı açığa çıkmaktadır. Kupola fırınında yaklaşık olarak 10000 – 15000 parts per million (PPM) karbonmonoksit gazı açığa çıkmaktadır.

Fırından çıkan bu gaz, havalandırma bacaları yardımı ile soğutma baca kulesine gönderilmektedir. Ancak havalandırma bacaları iyi çalışmıyorsa ve ocakta kaçaklar var ise karbonmonoksit gazı fırın dışına çıkmaktadır. Bu durum ortamda bulunan insanların karbonmonoksit gazını solumalarına ve maruziyet sınır değerlerinin aşılması sonucu zehirlenmeye hatta ölüme neden olabilmektedir.

Kupola fırınına hammadde beslemesi yapılan, fırının üst katında bulunan kapaklı sistemde kapağın tam kapanmaması sonucu karbonmonoksit gazı yine fırının dışına çıkabilmektedir. Hammadde beslemesi yapmak amacı ile üst kata çıkan çalışanlar gerekli güvenlik önlemlerini almazlar ise bu gazdan zehirlenebilmektedirler.

Tesislerde genellikle, kupola fırınının bulunduğu alanda ve üst katlardaki hammadde besleme odalarında sabit halde karbonmonoksit seviyelerini ölçen cihazlar bulunmaktadır. Ayrıca izinsiz ve tek olarak hiçbir personel kupola fırının üst katlarını çıkartılmamaktadır. Üst katlara çıkan personeller yanlarında mutlaka, yüksek hassasiyete sahip portatif gaz algılama cihazı bulundurmak zorundadır. Çalışanlar, kupola fırını çalışma alanında ve fırının üst katlarındaki çalışma alanında gaz maskesi kullanmak zorundadır.

Hidrojen Patlaması

Kupola fırınında inorganik volkanik kayaların ergitilmesi sırasında fırının en alt kısmında demir birikmektedir. İnorganik volkanik kayaların yapısından kaynaklı olarak

biriken demir düzenli aralıklarla kupola fırınından temizlenmektedir. Bu işleme demir alma “iron tapping” denilmektedir. Kupola fırınının dip kısmında biriken demirin alınması için bir kapak bulunmaktadır. Buradaki kapak yardımı ile ergimiş hammaddelerin dibinde biriken demir alınabilmektedir. Demir alma işlemi sırasıyla şu şekilde yapılmaktadır; demir alma deliği kontrol edilir, delik çevresinde pot yapmış kil (tabaka) var ise spatula ile kazınıp delik ortaya çıkarılır. Kil tavaasına yeterli miktarda, tepe noktası konik olacak şekilde yaklaşık 20 cm yüksekliğinde kil hazırlanır. Demir alma işleminden önce kilin yumuşaklığı ve kuruluk durumu kontrol edilir. Demir alma işlemine az bir zaman kala operatör gerekli çevre güvenliğini sağlar ve kişisel koruyucu donanım ekipmanlarını giyerek operasyon alanına gider. Yanma mili hazırlanır. Gaz vanası açılır. Ergitme ucu şase yapılıp ateşlenir. Kupola fırını altında bulunan boşaltma noktasına yanma mili ucu ile kuvvet uygulanır. Kuvvet ile birlikte dairesel hareketler ile delik ağzı açılır. Eriyik bir süre pite akıtılır. Eriyik akmaya başladığında kil kovanı akış merkezine eşitlenerek hidrolik tertibat devreye alınıp akış ağzı kapatılır. Akış kesilmez ise mekanizma tekrar çıkarılıp merkezlenmeye çalışılır. Kupola fırını basıncından dolayı kapanmama durumunda fırın basıncı düşürülür.

Fırının alt kısmından demir alma işlemi yapılırken, ergimiş durumda lav şeklindeki hammaddenin akıtıldığı “pit alanı” olarak adlandırılan bölüm bulunmaktadır. Bu alan kuru kum ile kaplı bir bölümdür. Eğer bu bölümde bir su birikintisi ya da nemli bir zemin bulunursa ve yaklaşık 1500 °C sıcaklıkta eriyik halindeki lavlar bu suyun üzerine dökülürse hidrojen patlaması olabilmektedir. Bu patlama insan sağlığını ve iş güvenliğini büyük ölçüde tehdit edebilmektedir.

Bu risk durumu için genellikle alınan önlem, pit alanı olarak adlandırılan bölümün kum ile kaplı ve sürekli olarak kuru tutulmasıdır. Kupola fırınının alt katında demir alma çalışması yapmadan pit alanının gerekli kontrolleri yapılmaktadır. Bu alanda çalışan personelin, ısıya dayanıklı baret, altın vizör, ısıya dayanıklı başlık, ısıya dayanıklı kıyafetler ve ısıya dayanıklı ayakkabı gibi kişisel koruyucu donanımları kullanması zorunludur.



Şekil 17. Kupola fırınında yapılan demir alma işlemi

Tozlu Ortam Maruziyeti

Taş yünü ve cam yünü insan yapımı mineral lif grubuna girmektedir. Bu malzemelerin üretimi, taşınması, kullanılması ve bertaraf edilmesi sırasında çalışanın maruziyet riski ortaya çıkmaktadır. Bu malzemelerin üretiminde çalışan personelde havadaki lifsi toz (asbest ve insan yapımı mineral lifler) konsantrasyonu parametresinde ölçüm yapılması gerekmektedir (https://www.csgb.gov.tr/media/89497/cam-tas_yunu-2022-agustos.pdf, 2022).

İnceleme yapılan taşıyıcı üretim tesisinde de taşıyıcı tozundan kaynaklı havadaki maruziyet değerleri sürekli olarak, taşınabilir toz ölçüm cihazı (partikül sayım cihazı) ile ölçülmektedir. Taşıyıcının ölçülerinin verildiği kesim hatlarında sürekli olarak havadaki lifsi toz konsantrasyonu ölçümü yapılmaktadır. Sıfır atık projesi kapsamında bu hatta taşıyıcıdan kesilen parçalar tekrar lif ve toz haline getirilerek, geri dönüşüm hattında üretime katılmaktadır. Geri dönüşüm hattında toz miktarının daha yoğun olması sebebi ile havadaki lifsi toz maruziyet değerleri sürekli ölçümlerle kontrol edilmektedir. Tesiste havadaki lifsi toz maruziyet değerlerinin yüksek olduğu bölümlerde çalışanların maske kullanması zorunludur. Kullanılan maskelerin belirli aralıklarla değiştirilmesi gerekmektedir.

Üretim Hattında Yüksek Sıcaklıktaki Lavların İnsanlara Sıçraması

Kupola fırınında ergitilen inorganik volkanik kayalar lav halinde spinner disk sisteminin üzerine atılır. Buradaki diskler 8000 devir/dakika hız ile dönmektedir. Spinner üretim aşamasında yüksek hızda dönen disklerin üzerine dökülen lavların sıçrama ihtimali bulunmaktadır. Yaklaşık 1500 °C sıcaklıkta bulunan lavlar etrafa sıçrayarak çevreye ve çalışanlara zarar verebilmektedir. Etrafa sıçrayan lavlarla birlikte gaz ve duman açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan gaz ve duman da insan sağlığına zarar verebilmektedir.

Bu üretim aşamasında çevre güvenliğinin alınması gerekmektedir. Bu alanda çalışan personel, yanmaz baret, altın vizör, yüksek sıcaklıktaki lavların üzerinden akıp gitmesini sağlayan ısıya dayanıklı kıyafet, bağciksız özel üretilen ısıya dayanıklı ayakkabı kullanmak zorundadır. Kişisel koyucu donanımlarını takmayan çalışanlar sahaya girememektedir.

Soğutma Sistemi Arızası

Taşyünü üretimi yapılırken volkanik kayaların ergitildiği fırın 1500 – 1600 °C sıcaklığa ulaşmaktadır. Fırının kendisi ve besleme ile tahliye kapakları demirden yapılmıştır ve demirin erime noktası 1538 °C'dir (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Demir>, 2022). Kupola fırını demirin erime sıcaklığına ulaşır bu sıcaklığı geçebildiği için, fırının hammaddesi olan demir erime sıcaklığına ulaşır eriyebilmektedir. Bu üretim hattı için büyük bir tehlikedir. Bu sebepten, kupola fırını ve fırının kapakları soğutma suyu sistemi ile soğutulmaktadır. Bu sistemin durması ya da soğutma suyu sisteminin çalışmadığı zamanlarda fırının yakılması demirin erime sıcaklığına ulaşmasına ve bu nedenle patlamalara yol açabilmektedir. Kapakların ergimesi ile oluşan delik sonrası fırın iç basıncı sebebi ile patlamalar oluşabilmekte ve fırın içindeki lavlar dışarıya saçılabilmektedir. Bu durum çevre güvenliğini ve insan sağlığını tehdit edebilmektedir.

Tesislerde genellikle, kupola fırını soğutma suyu sistemi ile suyun devridaimi sayesinde soğutulmaktadır. Soğutma suyu sistemi dijital ortamda kontrol odasındaki personel ile sürekli olarak izlenmektedir. Fırın iç ve dış sıcaklığı sürekli olarak ölçülmekte ve bu değerler kontrol odasında yetkili personeller tarafından izlenmektedir. Her türlü duruma karşı, kupola fırını bölümünde çalışanlar, yanmaz baret, ısıya dayanıklı kıyafet, bağciksız özel üretilen ısıya dayanıklı ayakkabı kullanmak zorundadır. Kişisel koyucu donanımlarını takmayan çalışanlar sahaya girememektedir.

Yangın Riski

Yangın taşıyünü üretim tesisleri için önemli risklerden bir tanesidir. Tesisteki üretim aşamalarında yüksek sıcaklıklarda çalışmalar yapılmaktadır. Bu sıcaklıklar ve lav halinde yüksek sıcaklıktaki ergimiş hammaddeler yangın riskine neden olabilmektedir.

Spinner ünitesinde, kupola fırınından çıkan yüksek sıcaklıktaki eriyik halindeki lavlar disklerle dökülür ve disklerden spinner yardımı ile güçlü fanlar ile çekilerek tambura tutundurulur. Söz konusu fanlar soğutma sistemi ile soğutulmaz ise yüksek sıcaklık nedeni ile yangın riski ortaya çıkabilir. Ayrıca fanlarda filtre sistemleri olması veya iyi çalışmaması halinde lav parçaları taşıyününe yapışabilir ya da fanların içine girebilir. Bu durum hem

ürünün kalitesine zarar vermekte hem de fan içinde yangın riskine sebep olabilmektedir. Filtre sistemleri düzenli olarak temizlenmez ve değişmez ise, içeride biriken lavlar ve yanıcı kimyasallardan oluşan bağlayıcılar sebebi ile bu kısımlarda yangın riski ortaya çıkabilmektedir.

Kürleme fırını ünitesinde, fırın içi sıcaklık yaklaşık 230–250 °C'dir. Bu sıcaklığın sağlanabilmesi için fırının iki ucunda sıcak hava üfleyen fanlar bulunmaktadır. Fırının üstünde sıcak hava sirkülasyonunu sağlayan davlumbazlar bulunmaktadır. Eğer bu davlumbazlarda ve sıcak hava üfleyen fanlarda düzenli temizlik yapılmaz ise kirliliğe bağlı olarak yangın riski olabilmektedir.

Taşıyünü üretim tesisinde, kupola fırınında ergitilen lavların spinner ünitesinde lif haline getirildikten sonra toplayıcı bant ünitesine serilmesi ile birlikte bir bant sistemi yardımı ile paketleme aşamasına kadar iletilmektedir. Bu bant sistemi hareketli zincirler yardımı ile ilerlemektedir. Bu zincirlerin belirli periyotlarla yağlanması ve temizlenmesi gerekmektedir. Zincirlerin içerisindeki toz ve kir belirli aralıklarla temizlenmez ise yangına sebep verebilmektedir. Zincir yağının parlama noktası düşük ise bu durum da yangın riski oluşturabilmektedir.

Sonuçlar

Çalışma kapsamında ısı yalıtımında asbestin kullanımının yasaklanması sonrası en önemli yalıtım malzemelerinden biri konumuna gelen taşıyünü üretim aşamaları detaylı olarak ele alınmış ve bu aşamalar İSG açısından incelenmiştir.

Taşıyünü üretimi, çok yüksek sıcaklıklarda üretim yapılan, inorganik volkanik kayaçların eriyik haline getirilmesiyle oluşan lavların lif haline getirilmesi ve bu liflerin çeşitli kimyasal bağlayıcılar ve belirli bir ısı yardımı ile bir araya getirilmesi, sonrasında istenilen kalınlığa göre ayarlanıp istenilen ölçülerde kesilerek ürünün elde edilmesi ile sonuçlanmaktadır. Taşıyünü üretiminde üretilen ürünün kaliteli ve hatasız olması için birçok faktör bulunmaktadır. Bunların bir kısmı kullanılan hammadde ile ilgilidir ama büyük çoğunluğu üretim tesisinin sahip olduğu üretim teknolojisi ile ilgilidir.

Taşıyünü üretimi, İSG açısından çok tehlikeli sınıfta yer alan endüstriyel tesislerde yapılmakta olup, üretim aşamalarının her birisi kendi içinde İSG açısından farklı riskler ve tehlikeler barındırmaktadır. Bu risklere/tehlikelere göre özel önlemler alınmalıdır. Her üretim aşamasına göre kullanılan kişisel koruyucu donanımlar ve alınan önlemler farklılık göstermektedir. Bu riskler önlem alınmaz ise çeşitli yaralanmalar ile sonuçlanabilmektedir.

Taşıyünü üretim tesislerindeki kimyasal risk faktörlerinin en önemlisi, karbonmonoksit zehirlenmesi olup öldürücü etkisi olan çok önemli bir risk olduğu ve alınacak önlemler ile en aza indirgenebileceği görülmüştür. Ayrıca üretimde kullanılan kimyasalların maruziyet sınır değerlerine dikkat edilmesi ve bu değerlerin ortamda sürekli olarak ölçülmesi gerekmektedir. Üretim sahasında çalışanların gerekli kişisel koruyucu donanımları olmadan çalışmamaları gerekmektedir.

Taşıyünü üretim tesislerinde birçok fiziksel risk etmeni de bulunmaktadır. En önemli fiziksel risklerin yüksek sıcaklıkta üretim yapmaktan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu tesislerde iş kazalarının yaşanmaması için üretim aşamalarında gerekli bütün önlemlerin alınması ve üretim hattının yüksek sıcaklıkta üretim yapmaya uygun şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Taşıyünü üretim tesislerinde yaşanan iş kazalarının ve iş kazası risklerinin büyük bölümünün düzenli kontrollerin yapılmamasından, düzenli temizliğin yapılmamasından ve düzenli olarak değiştirilmesi gereken parçaların değiştirilmemesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Çalışanların gerekli güvenlik önlemlerini almadan ve kişisel koruyucu donanımlarını takmadan sahaya çıkmamaları gerekmektedir.

Çalışma kapsamında seçilen taşıyünü üretim tesisinde tespit edilen riskler/tehlikeler ve bunlara karşı alınan önlemler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

1. Kupola fırınında oluşabilecek riskler ve tehlikeler; karbonmonoksit zehirlenmesi, hidrojen patlaması, soğutma sistemi arızasıdır. Bu riskleri ve tehlikeleri önlemek için, düzenli kontroller yapılmalı, tesisteki İSG proseslerine uyulmalı ve çalışanların kişisel koruyucu donanımlarını kullanmaları gerekmektedir.
2. Spinner üretim aşamasında; üretime katılan kimyasalların maruziyet sınır değerlerinin aşılması insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Yüksek hızlarda dönen disklerin üzerine dökülen lavların insanların üzerine sıçraması riski bulunmaktadır. Bu riskler için alınan önlemler ise, ortamdaki kimyasalların maruziyet değerleri hassas cihazlarla sürekli ölçülmektedir. Çalışanlar, yanmaz baret, altın vizör, üzerinde lav tutmayan yanmaz kıyafetler, ısıya dayanıklı ayakkabı gibi kişisel koruyucu donanımları giymek zorundadır.
3. Toplayıcı ve taşıyıcı bantlarda, sistemi oluşturan zincirlerin yağlarından dolayı yangın riski bulunmaktadır. Zincirlerin yağlarının parlama noktası düşük ise ve zincirler belirli periyotlarla yağlanıp temizlenmiyor ise yangın riski ortaya çıkabilmektedir.
4. Kürleştirme ünitesinde, spinner üretim aşamasında ürüne katılan kimyasalların kimyasal bağlar yaparak inert hale gelmesi sağlanır, eğer burada kürleşme tam sağlanamaz ise ürüne katılan kimyasallar insan sağlığına zarar verebilmektedir. Ortamda bulunan amonyak

maruziyet sınır değerleri aşıldığı taktirde insan sağlığına zararlı hale gelebilmektedir. Bu riskin insan sağlığına ve iş güvenliğine zarar vermemesi için, ortamdaki kimyasalların maruziyet değerleri ölçülmektedir, ayrıca çalışanların gaz maskesi kullanmaları sağlanmaktadır.

5. Geri dönüşüm ünitesinde tozlu ortam maruziyeti riski bulunmaktadır. Sıfır atık kapsamında taşıyınünden kesilen parçalar lif ve toz haline getirilerek tekrar üretime katılmaktadır. Tüm tesiste oluşabilecek tozlu ortam maruziyet riskinin bu üretim aşamasında en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu bölümde sürekli olarak havadaki tozun maruziyet değerleri ölçülmektedir ve çalışanların maske kullanmaları zorunludur, maskeler belirli aralıklarla değiştirilmektedir.

Çalışma kapsamında, yalıtım amaçlı kullanılan taşıyını levhaların üretim aşamaları detaylı olarak ortaya konulmuş ve tesis İSG yönünden değerlendirilmiştir. Üretimin her aşaması için mevcut riskler ve tehlikeler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sonraki çalışmalarda bu riskleri önlemeye ve tehlike düzeylerini azaltmaya yönelik analizler ve uygulamalar yapılabilir. Ayrıca işletmede fiziksel, kimyasal ve biyolojik risk faktörlerine yönelik ölçümler yapılarak tehlikeler sayısal verilerle ortaya konulabilir.

Not: Bu çalışmanın ön bulguları 08-10 Aralık 2022 tarihlerinde düzenlenen 8th International Congress on Engineering and Technology Management'ta sunulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

Akıncı H., 2007. Günümüzde uygulanan ısı yalıtım malzemeleri, özellikleri, uygulama teknikleri ve fiyat analizleri. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 225 sayfa, Sakarya.

Aksoy G., 2021. Afyonkarahisar'daki bir mobilya üretim tesisinin iş sağlığı ve güvenliği açısından risk analizi ve değerlendirilmesi. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 170 sayfa, Kütahya.

Arslan Ş, Aydın F., 2023. Experimental investigation of the effects of insulation materials and concrete strength on temperature transitions in FRP reinforced structural elements under high temperature. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi PART C: Tasarım ve Teknoloji, 11(1): 222-235.

Aykaş S., 2018. Endüstri tesislerinde kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği riskleri ve güvenli çalışma sistemleri. Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 65 sayfa, İstanbul.

Dikici A, Kocagül M., 2019. Isı yalıtımında kullanılan EPS, XPS ve Taş yünü izolasyon malzemelerinin deneysel olarak karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 31(1): 129-136.

Doğru T, Pulat E., 2020 Otomotivde kullanılan elyafli malzemelerin akustik özelliklerinin incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25(2): 889-902.

Eroğlu E., 2015. Bir organize sanayi bölgesinde plastik mamul üretimi yapan işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği sorunları. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 150 sayfa, Kocaeli.

Fertelli A., 2019. Bina duvarlarındaki ısı yalıtım malzemelerinin ses yalıtımı açısından kullanılabilirliğinin incelenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(1): 18-22.

İlgürel N, Şerefhanoglu Sözen M., 2005. Değişik sanayi kuruluşlarında gürültünün nesnel, öznel ve yönetmelikler bağlamında incelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi e-Dergisi, 1(1): 9-17.

Köseli İ., 2022. Seçilmiş bir taşıyıcı üretim tesisinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 97 sayfa, Adana.

Köseli İ, Zervent Ünal B., 2022. Seçilmiş bir taşıyıcı üretim tesisinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi, 8th International Congress on Engineering and Technology Management, 08-09-10 December 2022 p:362-368.

Lipworth L, Vecchia C, Bosetti C, McLaughlin J., 2009. Occupational exposure to rock wool and glass wool and risk of cancers of the lung and the head and neck: A systematic review and meta-analysis. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 59: 1075-1087.

Özgüven S., 2015. Dış cephe mantolama malzemelerinin performanslarının karşılaştırılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72 sayfa, Afyon.

Seçilmiş taşıyıcı üretim tesisi işletme bilgileri, 2022.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Binalarda Enerji Verimliliği AB ve Türk Mevzuatı, 2016.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 2022. Yalıtım amaçlı kullanılan cam yünü / Taş yünü ile yapılan çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği. https://www.csgb.gov.tr/media/89497/cam-tas_yunu-2022-agustos.pdf.

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, 2008. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

Yiğitalp Rençber S., 2019. Bir tekstil fabrikasında çalışan işçilerin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki bilgi düzeyleri ve sağlık risklerinin değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 214 sayfa, Diyarbakır.

Yörükoğlu A, Akkurt F, Çulha S., 2020. Investigation of boron usability in rock wool production. *Construction and Building Materials*. 243: 118222.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6331&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>, Erişim Tarihi: Ağustos 2022.

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Demir>, Erişim Tarihi: Eylül 2022.

<https://www.dtkdergisi.com/2022/03/14/binalarda-tuketilen-enerjinin-yuzde-80i-isitma-ve-sogutma-amacli-tuketiliyor/>, Erişim Tarihi: Ekim 2023.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=17050&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, Erişim Tarihi: Aralık 2023.