



Research Article

Endüstriyel İnfrared Fırınlarda Yenilikçi Tel Konveyör Tahrik Sistemi

Alper Keleşoğlu^{1*}, Esra Bayır²

¹ Sistem Teknik Sanayi Fırınları A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Kocaeli, Orcid ID: 0000-0001-7139-6653, alperkelesoglu@sistemteknik.com

² Sistem Teknik Sanayi Fırınları A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Kocaeli, Orcid ID: 0000-0002-5853-3905, esrabayir@sistemteknik.com

* Sorumlu Yazar: alperkelesoglu@sistemteknik.com

(First received September 02, 2022 and in final form December 28, 2022)

2nd International Conference on Design, Research and Development
December 14 - 17, 2022

Reference: Keleşoğlu, A., Bayır, E. Endüstriyel İnfrared Fırınlarda Yenilikçi Tel Konveyör Tahrik Sistemi. Orclever Proceedings of Research and Development,1(1), 160-166.

Özet

Endüstriyel infrared fırınlarda ana ısı transfer mekanizması ışınum yolu olduğundan dolayı ısı gücü kaynağı infrared rezistans ile ısı işleme maruz bırakılan malzeme arasındaki görüş faktörü önem arz etmektedir. Geleneksel infrared fırınlarda ise tel örgülü konveyörler tercih edilmek ile birlikte tel örgülü konveyörün çok sık olmasından dolayı ısıtma ancak malzemenin tek yüzeyine doğru uygulanabilmektedir. Bu nedenle özellikle kalın kesitli malzemelerin üzerinde sıcaklık homojenliğini ve istenen kapasiteyi yakalamak için konveyör hızı yavaşlatılmakta veya fırının faydalı uzunluğu artırılmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında geliştirilen yenilikçi bağımsız tahrikli tel konveyör sistemi ile birlikte geleneksel fırınlardan farklı olarak ısıtma çift yönlü olarak uygulanabilmekte ve bu sayede daha kompakt yapıdaki fırınların imalatı mümkün hale gelmiştir. Ayrıca konveyör sistemine dâhil edilmiş olan yedek teller vasıtası ile olası bir arıza veya kopma durumunda tel değişimi kolaylaştırılmış ve bakım süreleri minimuma indirgenmiştir. Söz konusu yenilikçi tel konveyör sistemi patent başvurusu yapılarak koruma altına alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnfrared, Endüstriyel Fırın, Tel Konveyör, İnovasyon



Innovative Wire Conveyor Drive System in Industrial Infrared Furnaces

Abstract

The main heat transfer mechanism in industrial infrared furnaces is the radiation. Thus, the view factor between the thermal power source infrared resistance and the material exposed to heat treatment is important. In traditional infrared furnaces wire mesh conveyors are preferred, but because the wire mesh conveyor is very frequent, heating can only be applied towards one surface of the material. For this reason, the conveyor speed is slowed down or the useful length of the furnace is increased in order to achieve temperature homogeneity and the desired capacity, especially on thick-section materials. With the innovative independent driven wire conveyor system developed within the scope of the study, different from traditional furnaces, heating can be applied bidirectionally, and thus, it has become possible to manufacture more compact furnaces. In addition, with the spare wires included in the conveyor system, in case of a possible malfunction or breakage, wire replacement is facilitated and maintenance times are reduced to a minimum. The aforementioned wire conveyor system has been protected by a patent application.

Keywords: Infrared, Industrial Furnace, Wire Conveyor, Innovation

1. Giriş

İnfrared ile ısıtma teknolojisi, ısıtma esnasında bir ortama ihtiyaç duymaması, kontrol edilebilirliğinin ve proses tekrar edilebilirliğinin yüksek olması ile yüksek güç yoğunluğuna sahip olması sebepleri nedeniyle birçok sektör ve proseste tercih edilmektedir (Brown et al., 2016). İnfrared dalga tayfı 700 nm ile 1 mm arasındaki dalgaboyuna sahip elektromanyetik dalgaları içermektedir (Witek et al., 2012). Malzemelerin bünyelerinde absoblayabildiği infrared dalga tayf aralığı ise malzemenin karakteristik özelliği olup malzemenin tipi, şekli ve kalınlığı gibi faktörlere göre değişmektedir (Monteix et al., 2001). Özellikle kompozit yapıların mühendislik uygulamalarında kullanımının gün geçtikçe artmasından dolayı kompozit malzemelerin ısıtılmasına yönelik araştırmalar da ivme kazanmıştır. Bu doğrultuda otomotiv sektörü göz önüne alındığında taşıt ağırlığının azaltılması ve bunun sonucunda yakıt tasarrufunun sağlanması maksadı ile metalden imal edilen birçok aksam yerini plastik-seramik kökenli kompozitlere bırakmıştır (Labeas et al., 2008). Söz konusu kompozitlerin ısıtılmasının yapılması ise geleneksel tasarıma sahip infrared fırınlar vasıtası ile gerçekleştirilmektedir. Ancak geleneksel fırınlarda ısıtma gücü fırında tel örgülü

konveyör kullanılması nedeni ile Şekil 1’de gösterildiği gibi ancak tek yönlü olarak uygulanabilmektedir.



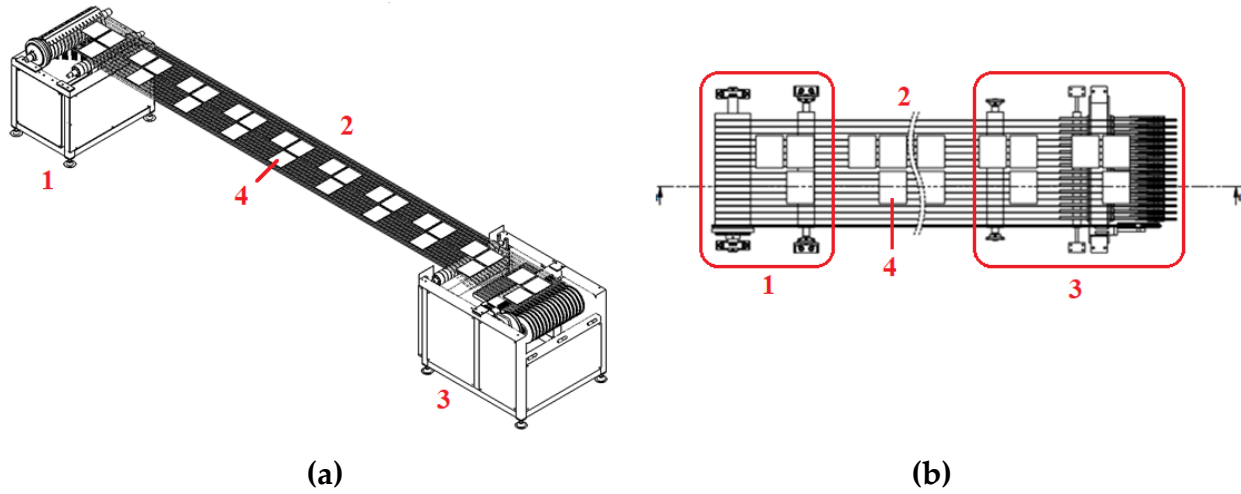
Şekil 1 Geleneksel İnfrared Fırın (Ceramicx, n.d.)

Isıtma gücünün tek yönlü uygulanması ise temelde fırından istenen kapasiteyi sağlamak için malzemenin fırın içerisindeki kalma süresini artırma adına konveyörün hızının yavaşlatılmasını (bu durumda tasarıma bağlı olarak istenen kapasite sağlanamayabilir) veya fırın içerisinde malzemenin ısıtma maruz bırakıldığı faydalı uzunluğun artırılması gibi hususları beraberinde getirmektedir. İstenen kapasitenin sağlanması ve daha kompakt yapıda fırın tasarımı yapılması adına ısıtma gücünün karşılıklı (çift yönlü) olarak malzemeye uygulanması bahsi geçen sorunları elimine etmektedir. Yapılan tasarım çalışması kapsamında çift yönlü ısıtmaya engel teşkil eden tel örgülü konveyör yerine bağımsız tahrikli tel bantlı konveyör sistemi geliştirilmiş olup, infrared rezistansların karşılıklı çalışması ve dolayısı ile daha verimli ve kompakt bir fırın elde edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca tel bant konveyör sistemine dâhil edilen yedek teller vasıtası ile herhangi bir tel kopması veya arıza durumunda bakım kolaylığı sağlayarak minimum sürede hattın tekrardan üretime devam etmesi hedeflenmiştir.

2. Metot ve Yöntemler

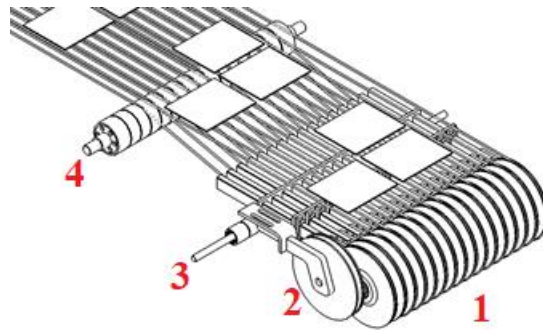
2.1. Bağımsız Tahrikli Tel Konveyör Çalışma Prensibi

Infrared ısıtıcıdan çıkan radyant gücün ısıtma maruz kalan malzemeye yüksek görüş faktörü ile efektif bir şekilde ulaşması için tasarlanan bağımsız tahrikli tel konveyör sistemi Şekil 2’de gösterilmektedir. Şekil 2’de 1 numara ile belirtilen bölge redüktör vasıtası ile tahrik edilen sabit tambur ve tel konveyörü gerginleştirmek için eklenen gergi tamburunu, 2 numara tel konveyörü, 3 numara birbirinden bağımsız diskli pnömatik piston gergilerini ve tel konveyörü gerginleştirmek için eklenen gergi tamburunu ve 4 numara tel konveyör üzerine yerleştirilmiş olan temsili malzemeleri göstermektedir.

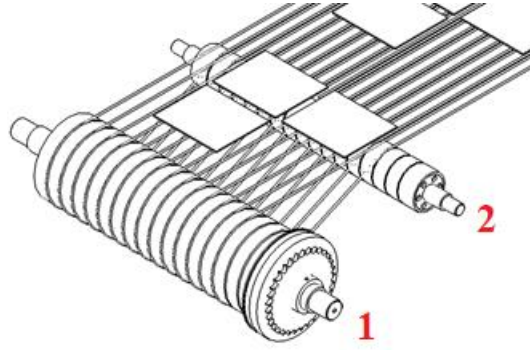


Şekil 2 Bağımsız Tahrikli Tel Konveyör Sistemi (a) İzometrik Görünüş, (b) Üst Görünüş

Sistemin çalışma prensibi şu şekildedir: İlk olarak Şekil 3'te 1 numara ile gösterilen diskli gerdirme ünitesine bağlı pnömatik pistonlara telin gerginleşmesi için pnömatik hava sağlanır. 3 ve 4 numara ile gösterilen gerdirme tamburlarının bağlı olduğu lineer yatakların konumu istenen gerginlik seviyesine göre ayarlanır. Daha sonra Şekil 4'te 2 numara ile gösterilen gerdirme tamburunun konumu benzer şekilde istenen gerginlik seviyesine kadar ayarlanır. Son olarak 1 (Şekil 4) numaralı sabit tahrik tamburuna redüktör vasıtası ile hareket verilmesi sağlanır.



Şekil 3 Diskli Gerdirme Ünitesi



Şekil 4 Tahrik Ünitesi

3. Bulgular ve Sonuçlar

Tel konveyör sisteminin fırına dâhil edilmesi ile elde edilen ön tasarım Şekil 5 (a)'da, nihai tasarım sonucu üretilen prototipe ait gerçek görsel Şekil 5 (b)'de gösterilmiştir. Şekil 5 (b)'de gösterilen fırında birbirinden bağımsız 3 mm çapında 16 adet çelik halat ve toplamda 240 adet seramik rezistans kullanılmış olup 120 adet alt kısımda ve 120 adet üst kısımda olacak şekilde fırın içerisine konuşlandırılmıştır (Şekil 6).

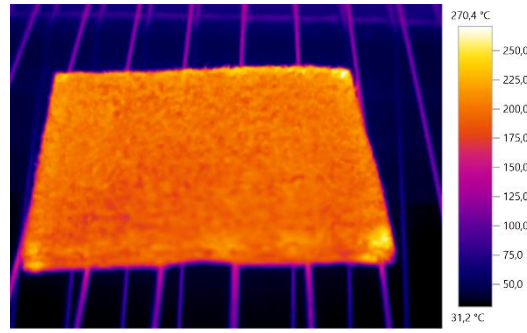


Şekil 5 Endüstriyel İnfrared Fırın (a) Tasarım Görseli (b) Gerçek Görsel



Şekil 6 Tel Konveyör Sisteminin Fırın İçerisindeki Görüntüsü

Fırın içerisine Şekil 5 (a)'da gösterildiği dizilim ile bırakılan 12 mm kalınlığındaki numune parçanın termal kamera görseli Şekil 7'de verilmiştir. Fırın içerisinde işlem gören kompozit malzeme üzerinde fiber uç noktaları hariç sıcaklık homojenlik değeri malzemede ortalama $\pm 10^{\circ}\text{C}$ olarak elde edilmiştir.



Şekil 7 Fırından Çıkan Malzeme Termal Kamera Görseli

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma kapsamında incelenen birbirinden bağımsız tahrikli tel konveyör sistemi ile daha kompakt infrared fırın elde edilmiş ve ihtiyaç duyulan ısıtma kapasitesinin daha küçük hacimlerde elde edilmesi sağlanmıştır. Prototip fırın üzerinde yapılan denemeler neticesinde sıcaklık homojenliğinin malzeme üzerinde $\pm 10^{\circ}\text{C}$ olarak elde edildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca sistem üzerindeki sabit tambura endeksli yedek teller ile de ileride karşılaşılabilecek tel kopması veya arızalarda kısa zamanda müdahale şansı tanınarak bakım kolaylığı sağlanmıştır.

5. Teşekkür

Çalışmalar sırasında destekleri için Ceramicx firmasına ve Sn. Hasan DUMAN'a teşekkürlerimizi sunarız.



Referanslar

- [1] Brown, K. J., Farrelly, R., O'Shaughnessy, S.M., & Robinson, A.J. (2016). Energy efficiency of electrical infrared heating elements. *Applied Energy*, 162, 581-588.
- [2] Ceramicx,. (n.d.) <https://ceramicxsolutions.com/heating-solutions/oven-process/conveying/.html>
- [3] Labeas, G.N., Watiti, C.H., & Katsiropoulos, V. (2008). Thermomechanical Simulation of Infrared Heating Diaphragm Forming Process for Thermoplastic Parts. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 21(4), 353-370.
- [4] Monteix, S., Schmidt, F., Le Maout, Y., Ben Yedder, R., Diraddo, R.W., & Laroche D. (2001). Experimental study and numerical simulation of preform or sheet exposed to infrared radiative heating, 119, 90-97.
- [5] Witek, K., Piotrowski, T., & Skwarek, A. (2012). Analysis of polymer foil heaters as infrared radiation sources. *Materials Science and Engineering B*, 177, 1373-1377.