

VAKUM FIRINLARINA UYGULANAN TESTLER

Yasemin ÇELİK

Tusaş Motor Sanayii A.Ş. P.K. 162 26003 Eskişehir TÜRKİYE
Tel: 0 222 211 22 80 E-Posta: Yasemin.Celik@tei.com.tr

ÖZET

Bu çalışmada, TEI'deki vakum fırınlarında "SAE Aerospace AMS2750 Pyrometry" Standardına göre uygulanan sıcaklık dağılım testi ve sistem doğruluk testi olmak üzere iki çeşit test yöntemi hakkında bilgi verilmektedir.

Bu testlere başlamadan önce, kontrol ısıçifti göstergesi, ve test ısıçiftlerinden gelen değerleri kaydeden cihazın doğrulaması yapılır.

Test ısıçiftlerinin tümü fırının kullanım hacmini kaplayan metal bir çerçevenin belli bölgelerine yerleştirilerek fırın vakuma alınır. Vakum belli bir değerin altına düştüğünde testlere başlanır.

Fırın kontrol edileceği sıcaklık değerine ulaşır ısıçiftlerde bu sıcaklık için belirlenmiş tolerans değerleri içine girmişse kararlılık sağlanmış olur. Kararlılık başladığı andan itibaren belli bir süre boyunca ısıçiftlerden okunan sıcaklıklar değerlendirilir. Sıcaklık dağılım testinde, fırının değişik yerlerindeki ısıçift sıcaklık değerleri kendi içinde kıyaslanırken, sistem doğruluk testinde fırın kontrol ısıçifti ile ona en yakın test ısıçiftinden gelen sıcaklık değerleri kıyaslanmaktadır.

Anahtar sözcükler: Isıçift, Sıcaklık Dağılım Testi, Sistem Doğruluk Testi

1. GİRİŞ

"SAE Aerospace AMS2750 Pyrometry" Standardı, havacılık sektöründe kaliteyi arttırmayı hedefleyen ve ısı işlem prosesinde kullanılan ısıçift ve ekipman gereklilikleri ile Sıcaklık Dağılım Testi ve Sistem Doğruluk Testleri prosedürlerini kapsayan bir standarttır.

Isıl işlem prosesinde kullanılan ısıçiftler, birbirinden farklı iki metalin uç noktalarının birbirine kaynaklanmasıyla oluşturulmuş sıcaklık ölçücü cihazlardır. Bu uç sıcaklığın etkisiyle iki kablo boyunca bir elektrik akımının akmasına ve ölçülebilen bir voltajın ortaya çıkmasına neden olur. Bu prensip "Termoelektrik devresi" olarak ifade edilebilir. Uca etkileyen sıcaklık değiştiğinde akımda değişecek dolayısıyla voltajı da değiştirecektir [1].

Isıçiftler yapıldıkları metalin kalitesine göre "Basit Metal Isıçiftleri" ve "Soylu Metal Isıçiftleri" olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Soylu metal Isıçiftleri: Aşınma ve oksitlenmeye dayanıklı Altın, Gümüş, Tantalum, Platinyum gibi soylu metal ve onların alaşımlarından oluşan ısıçiftlerdir. Bu tür ısıçiftlere örnek olarak R, S ve B tipi ısıçiftler verilebilir.

Basit metal Isıçiftleri : Bakır, Çinko, Kurşun, Nikel gibi basit metallere oluşan ve daha kolay oksitlenebilen ısıçiftlerdir. Bu tür ısıçiftlere örnek olarak E, J, K, N ve T tipi ısıçiftler verilebilir.

Fırında kontrol ısıçifti olarak kullanılacak ısıçiftler B, R, yada S tipi olabilir. Testlerde kullanılacak ısıçiftler ise T, J, K, E tiplerinden seçilebilir [2]. Kontrol ısıçiftleri fırının ısınıp soğumasında referans olan ısıçiftler iken test ısıçiftleri ise üretim malzemesinin maruz kaldığı sıcaklığı gösteren ısıçiftlerdir. TEI'deki vakum fırınlarında kontrol ısıçifti olarak "S tipi", test ısıçifti olarak "K tipi" ısıçift kullanılmaktadır. Tablo 1.1'de K ve S tipi ısıçiftlerin hangi metallere oluştukları, çalışma aralıkları ve hassasiyetleri verilmiştir [3].

Tablo 1.1: K ve S tipi ısılcıft özellikleri

Type	Material (+ & -)	Temperature Range °C (°F)	Sensitivity@ 25°C (77°F) µV/°C (µV/°F)
K	Chromel & Alumel (Ni -10% Cr & Ni - 5% Al)	-270~1350 (-450~2500)	40.6 (22.6)
S	Platinum & 90% Platinum/ 10% Rhodium (Pt & Pt-Rh)	-50~1750 (-60~3200)	6 (3.3)

Bu testlere başlamadan önce kontrol ısılcıftı göstergesi ve test ısılcıftlarından gelen değerleri kaydeden cihazın doğrulaması yapılır. Ölçülen değer ile uygulanan değer arasındaki fark hatayı verirken, bu hata sisteme düzeltme faktörü olarak uygulanır. Bu sayede çıktılardaki değerler düzeltme faktörleri de dahil edilerek değerlendirilir.

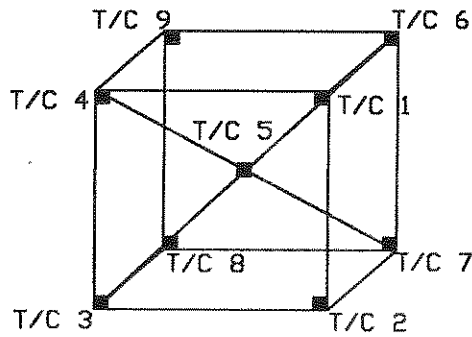
2. TEI VAKUM FIRINLARI

TEI'de bulunan vakum fırınları maksimum 2400 °F'a kadar çalışabilen, vakum aralığı ise 1×10^{-9} Torr – 760 Torr olan fırınlardır [4]. Bu fırınlarda daha çok Süper Alaşımlar, Titanyum ve Çelik gibi malzemeler "Çift Fazlı Bölgeye Çıkarma, Braze, Yaşlandırma, Yumuşatma, ve Stres Giderme" gibi ısı işlem proseslerine tâbi tutulmaktadır.

Herhangi bir ısı işlemi başlamadan önce fırın vakuma alınarak içerdeki hava temizlenir. İlk olarak içerdeki vakum 40 micron seviyesine gelinceye kadar kaba vakum sonrasında da hassas vakum yapılarak fırına Argon gazı basılır. Tepkimeye girmeyen ve yüksek sıcaklıkta oksitlenmeyen Argon gazı hızlı soğutma işlemlerinde de kullanılmaktadır. Daha sonra Argon da vakumlanarak oksitlenmeye sebep olabilecek gazlar ortamdan uzaklaştırılır. Vakum 1 micronun altına düştüğünde ısıtıcılar devreye girer.

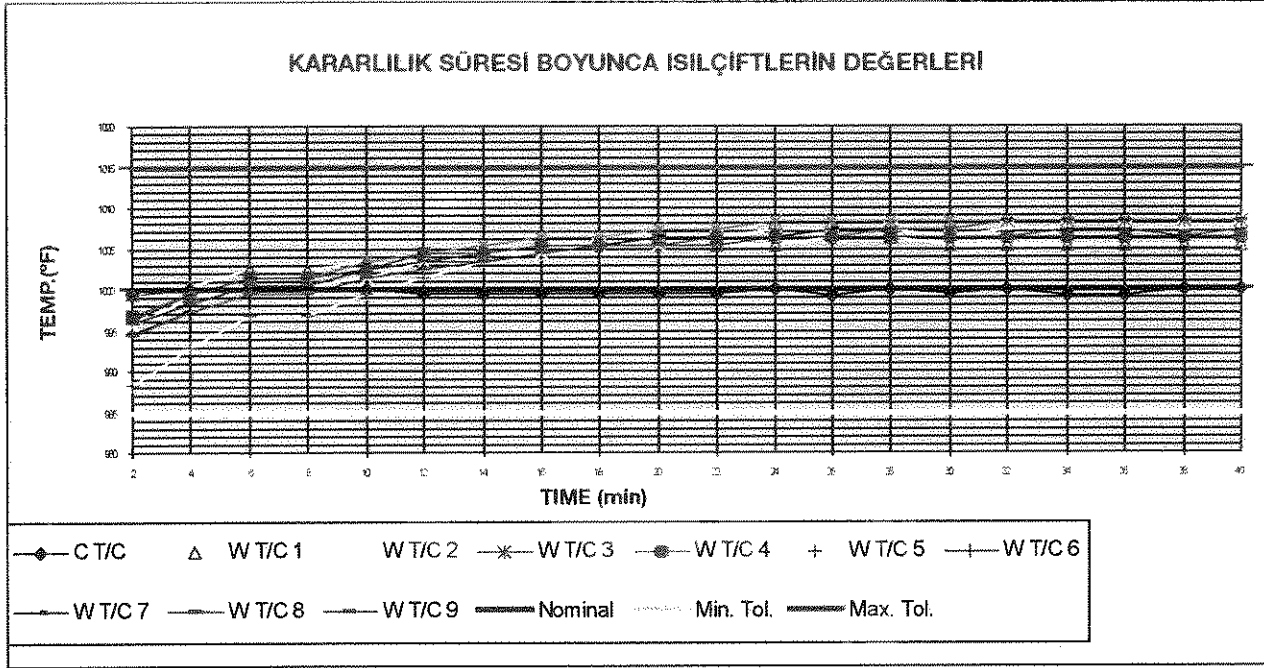
3. SICAKLIK DAĞILIM TESTİ

Sıcaklık dağılım testi sıcaklığın fırında eşit olarak dağılıp dağılmadığını test eder. Fırının kullanım hacmini kaplayan metal bir çerçeveye ısılcıftlar Şekil 3.1' de görüldüğü gibi yerleştirilir. Fırın vakuma alınır ve vakum belli bir değer altına düştüğünde teste başlanır. Fırın ısınmaya başladığı andan itibaren ısılcıftlardan ölçülen sıcaklık değerleri kaydedilmeye başlanır. Fırın set edilen noktaya ulaşır, tüm ısılcıftlarda belirlenen tolerans değerleri içine girmişse "Termik Dengeye" ulaşılmış demektir. Termik denge halinin sürekliliğinin kontrolü için fırın 40 dk bu sıcaklıkta kalacak ve termik dengeyi koruyacak şekilde programlanmıştır. Bu süre zarfında ölçülen ısılcıft değerleri toleransları aşmamışsa fırın diğer set noktasına ulaşmak için ısıtmaya geçer. Yine aynı şekilde fırın o sıcaklık değerine ulaşmış ve ısılcıftlar de toleranslar içindeyse "Termik Denge" halinin sürekliliği 40 dk boyunca kontrol edilir. Eğer toleransları aşan değerler kaydedilmemişse fırın diğer set noktası için ısınmaya geçer ve işleşi aynı şekilde devam eder. Termik denge halindeyken toleransı aşan herhangi bir sıcaklık kaydedilmişse, test programı durdurulur ve problem çözülene kadar herhangi bir ısı işlem yapılmaz. Problem giderildikten sonra testler yenilenir. Ancak en son kalibrasyon tarihinden o güne kadar o fırında işlem gören parçalarda bir uygunsuzluk olup olmadığının tespiti için geriye dönük araştırma yapılır [2].



Şekil 3.1: Metal çerçeve ve ısılcıftların yerleştirilmesi

Metal çerçevenin numaralandırılmış bölgelerine yerleştirilen ısılıçiftlerin termik dengenin sağlandığı kararlılık süresi boyunca kaydettiği değerler Şekil 3.2'de görülebilir. ısılıçiftler verilen toleransın içinde değerler kaydettiğinde test başarıyla tamamlanmış olur.

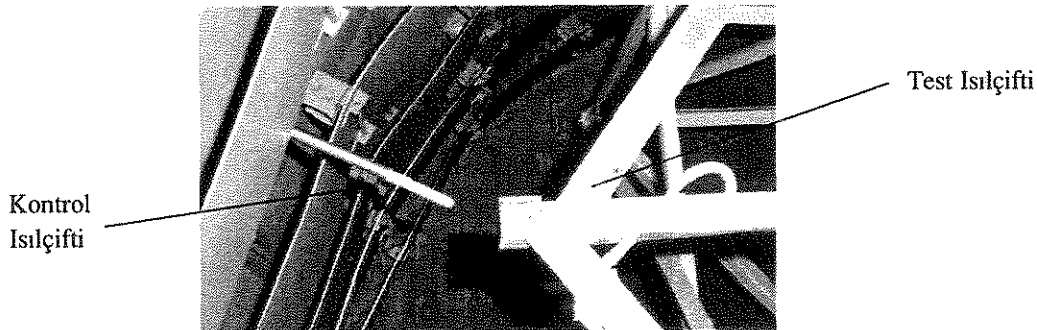


Şekil 3. 2: Kararlılık süresi boyunca ısılıçiftlerin değerleri

4. SİSTEM DOĞRULUK TESTİ

Bu test, kontrol ısılıçiftini okuyan kontrol ünitesinin ve test ısılıçiftini okuyan kaydedicinin gösterdiği sıcaklık değerlerinin karşılaştırılmasıdır. Şekil 4.1'de kontrol ısılıçifti ve test ısılıçiftinin test esnasındaki konumu görülebilir.

Kontrol ısılıçiftinin belli bir mesafe kadar yakınına yerleştirilen test ısılıçifti ve onun değerlerini kaydeden cihazın o sıcaklıklardaki sapmaları göz önüne alınarak değerlendirilir ve "Doğru Sıcaklık" hesaplanır. Kontrol ısılıçifti ve onu okuyan kontrol ünitesi de test edildikleri sıcaklıklardaki sapmaları göz önüne alınarak "Düzeltilmiş Sıcaklık" hesaplanır. "Doğru Sıcaklık" ve "Düzeltilmiş Sıcaklık" arasındaki fark değerlendirilerek verilen toleransın sağlanıp sağlanmadığına bakılır. Sağlanmadığı takdirde, problem tespit edilip giderilinceye kadar herhangi bir ısı işlem yapılmaz. Problem giderildikten sonra test yenilenir [2]. Tablo 4.1'de 1000 °F ve 2000 °F için Sistem Doğruluk Testi hesaplamaları örnek olarak verilmiştir. Düzeltilmiş Sıcaklık ve Doğru Sıcaklık farkı verilen tolerans içindeyse test başarıyla tamamlanmıştır.



Şekil 4.1: Kontrol Isılıçifti ve Test ısılıçiftinin Sistem Doğruluk Testindeki konumu

Tablo 4.1: Sistem Doğruluk Testi Sonucu

SET	SAPMALAR				Kontrol Isıçifti Göstergesi		Test Isıçifti'nin kaydediciden okunan değeri	
	Kontrol Isıçifti	Kontrol Isıçifti Gösterge	Kaydedici kanal	Test Isıçifti	Okunan	Düzeltilmiş Sıcaklık	Okunan	Doğru Sıcaklık
1000 °F	0 °F	1 °F	1.2 °F	-0.7 °F	1001 °F	1000 °F	1003 °F	1002.5 °F
2000 °F	-1.49 °F	2 °F	-1 °F	0.8 °F	2002 °F	2001.49 °F	2001 °F	2001.2 °F
(1000 °F)	Düzeltilmiş Sıcaklık - Doğru Sıcaklık					-2.5 °F		
(2000 °F)	Düzeltilmiş Sıcaklık - Doğru Sıcaklık					0.29 °F		

5. SONUÇ

"SAE Aerospace AMS2750 Pyrometry" Standardına uygun olarak yapılan bu testlerle, sıcaklığın fırında dağılımının eşitliği, ve fırın kontrol ünitesinin doğruluğu test edilir. Bu sayede, ısıtım işlem prosesinin güvenilirliği sağlanmış olur.

6. REFERANSLAR

- [1] Omega Engineering, "Complete Temperature Measurement Handbook and Encyclopedia", pp. A-3,A-4
- [2] SAE Aerospace Material Specification, AMS2750 Pyrometry
- [3] ASTM Designation : E 230-03, "Standard Specification and Temperature- Electromotive Force (EMF) Tables for Standardized Thermocouples"
- [4] Abar Ipsen International Vacuum Furnaces, Operation & Maintenance Manual, pp.5 -7, 1986