Yıl: 17 Sayı: 155 ISSN1303-6378 Eylül - Ekim 2005

MetalMakina

Makina, Metalurji, İmalat Teknolojileri, Otomasyon, Kontrol Sistemleri, Elektrik, Elektronik Sektörleri Tanıtım ve Pazarlama Dergisi

Fiyatı: 15 YTL. (15.000.000 TL.)



Endüstriyel Sistemlerde Kullanılan Elektronik Kartların Tamiri Ve Kart Tamiri Hakkında Bilinmesi Gerekenler

Prof. Dr. Necdet GEREN

Giriş

Son 30 yıllık dönemde elektronik ve yazılım alanındaki gelişmeler, elektronik ürünlerin hayatımızın hemen her alanında yer almasına ve birçok alanda da zorunlu olarak kullanımlarına neden olmaktadır. Bu durum sanayide kullanılan makine ve sistemler için de geçerli olup üretim sistemlerinde daha fazla elektronik baskı devre kartı (EBDK) kullanımına neden olmuştur. Yoğun elektronik kart kullanımı da çeşitli nedenlerden dolayı arızalanan çok sayıdaki kartın tamir edilmesi gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Ticari ürünlere kıyasla daha kötü çalışma ortamları, daha yüksek sıcaklıklar ve titreşim altında çalışan EBDK ları doğal olarak daha sık arızalanmaktadırlar. Ayrıca, üretim sistemlerinde kullanılan EBDK ları ticari ürünlere kıyasla daha az sayıda üretildiklerinden çok daha pahalıya satılmaktadırlar. Çoğu kez de yurt dışı firmalar tarafından sınırlı sayıda üretildiklerinden gerektiğinde üretici firmadan acilen temin edilememektedirler. Kısaca, EBDK'larının en kısa sürede tamir edilmeleri üretimin sürebilmesi için zorunludur. Ancak, bu zorunluluk yerine getirilirken tamir sırasında uygulanması gerekenler yerine getirilmemektedir. Daha da önemlisi, en ileri teknoloji ile üretilmiş olan EBDK'ları Ülkemizde en ilkel yöntem ve teknikler kullanılarak tamir edilmeye çalışılmaktadır. Bu yazımızdaki amacımız üretim sistemlerinde kullanılan elektronik kart tamiri ile ilgili tam olarak bilinmeyen konulara açıklık getirerek sanayicilerimizi, firma yöneticilerimizi ve kartlardan sorumlu teknik ekibi bilinçli müşteriler yapmaktır. Bu konudaki bilinçlenme ve dolayısı ile gösterilecek özen firmalarımıza kazanç sağlayacağı gibi çoğu zaman ithal edilen EBDKlarının daha az sayıda kullanımı ile Ülkemizin döviz kaybını azaltacaktır.

Üretim Sistemlerinde Elektronik Kart Kullanımı

Üretim kalitesini etkileyen parametrelerin gerçek zamanlı olarak üretim sürecinde kontrol edilme gereksinimi mekanik sistemler ile elektronik ve yazılımın birleştirilmesine neden olmuştur. Bu nedenle elektronik ve yazılım alanındaki gelişmeler, üretim sistemlerine ve üretimde sanayicimiz tarafından kullanılan makine ve sistemlere de yansımıştır. Önümüzdeki yıllarda, düşük maliyetli yüksek kaliteli ürünlere olan pazar talebi, üretimde otomasyon ve elektronik kontrolün önemini daha da arttıracaktır. Zaten bu durum son yıllarda öncelikle piyasaya sürülen programlanabilir ve daha sonra da esnek imalat ve üretim sistemlerinin yaygınlaşmasından açıkça görülmektedir. Firmaların değişen pazar koşullarına ürün çeşitliği yönünden hızla cevap verebilmesi, üretimde yüksek kalite ve düşük maliyet elde etme gibi unsurlar sadece firmaların programlanabilir veya esnek üretim sistemleri kullanımı ile mümkün olacaktır. Bu sonuç ise halen mekanik veya kısmen otomasyonu yapılmış bütün üretim sistemlerinde daha fazla elektronik baskı devre kartı (EBDK) kullanımına neden olacaktır. Diğer tarafta elektronik sistemlerin hızını arttırmak için sürekli boyutları küçültülen EBDK ların tamiri de ileri teknoloji gerektiren tamir sistemlerinin kullanımını, eğitimli ve çok deneyimli tamir teknik ekibinin oluşturulmasını gerektirmektedir.

Elektronik Kart Tamiri Nedir ?

Elektronik kart tamirinin esas amacı kartın güvenilirliğini ve tüm performansını kötü yönde etkilemeden ekonomik bir biçimde hatalı elektronik elemanı yenisi ile değiştirmek ve/veya veri yollarını tamir etmektir. Kısaca, kart tamiri iki farklı neden için gerçekleştirilmektedir. Birincisi herhangi bir nedenden dolayı arızalanan devre elemanını (kapasitör, direnç, chip vb.) yenisi ile değiştirmek diğeri de çeşitli nedenlerle yok olan kart yüzeylerinde ve/veya içerisinde yer alan veri yollarını tamir etmektir. Veri yolu tamiri ve arızalanan devre elemanının tamiri birbirinden çok farklı tamir sistemleri ve yöntemleri kullanmayı gerektirir. Tamir sürecini etkileyen diğer bir unsur da elektronik devre elemanlarının çeşitliliğidir. Elektronik devre elemanları içlerine yerleştirildikleri paket ve tekno-

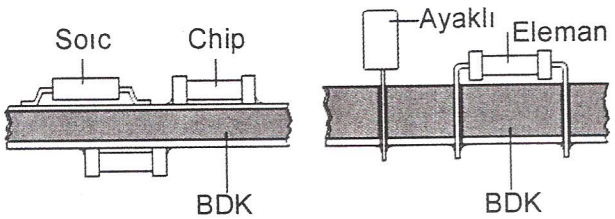
loji yönünden iki ayrı sınıfa ayrılırlar. Bunlar;

- Yüzeye monte devre elemanları (Surface Mount devices (SMD)) ve
- Kart üzerindeki deliklere yerleştirilen Ayaklı devre (TH) elemanlarıdır (Through-Hole-TH).

Şekil 1 ve 2 de verildiği gibi her iki paket tipi bir, birinden tamamen farklı olup yüzeye monte devre elemanları daha yeni bir teknolojidir. Özellikle, bu tip teknolojide elemanların minyatürleştirilmesi sonucu, gelinen nokta oldukça şaşırtıcıdır. Bu elemanlardaki yan yana olan iki ayak arası 0.7 mm nin altına inmiştir. Ayrıca, son yıllarda piyasaya sürülen baskı devre kartlarında "Ball grid arrays" (BGA), "chip scale packages" (CSPs) gibi yüksek yoğunluklu, performanslı, fonksiyonlu ve daha fazla girdi-çıktısı (I/O) olan minyatür tip paket tipleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu tip paketler yakın gelecekte üretim sistemlerindeki baskı devre kartlarında da kullanılmaya başlanacaktır. Bu ve benzeri elektronik elemanların kullanımı ile yakın gelecekte tamir işlemlerinin sıradan kişi ve kuruluşlar tarafından yapılması kesinlikle mümkün olmayacaktır.

Bozulan Kartları Tamir Ettirmenin Sakıncası Var mı?

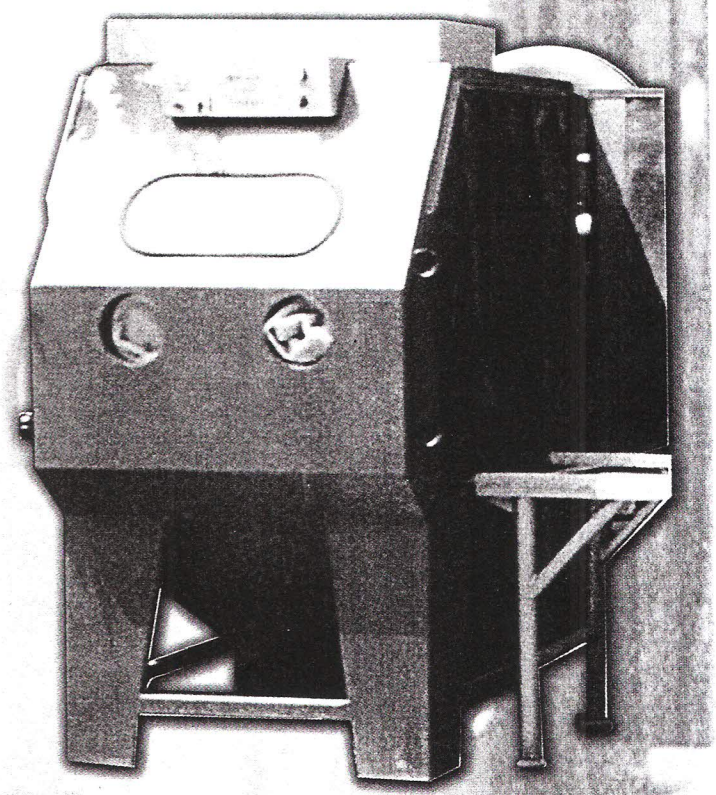
Günlük yaşamımıza giren hemen tüm elektronik kartların (EBDK) daha bize gelmeden tamir görme olasılığı % 10 ile 30 oranında üretici firmaya bağlı olarak değişim göstermektedir (Geren 2001). Bunun nedenlerini kısaca şu şekilde açıklayabiliriz. Baskı devre kartı üretiminde üç farklı hata kaynağı bulunur. Bunlar; ana kart hataları ve hatalı elemanlar (genellikle milyonda 50-5000 arası), montajda elemanı yerleştirme hataları (milyonda 100-1500 arası) ve lehim hataları (milyonda 50-1000 arası) dır. 100 elemanı ve üzerinde 1000 lehimi bulunan bir baskı devre kartının hata yüzdesinin sırası ile milyonda 50 ve 100 olduğu göz önünde bulundurulduğunda karttan beklenen hata yüzdesi istatistiki olarak % 90 dır (Geren 2001). Bu durumda her 100 baskı devre kartından 10



Şekil 1. Yüzeye monte (Şekil a) ve ayaklı devre (Şekil b) teknolojilerinde elamanların montaj şekli.

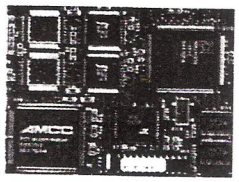
MAYIS MAKİNA
Kompresör Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.

KUMLAMA KABİNLERİ,
KAZANLARI ve TOZ FİLTRELERİ
İmalatı ve techizat temini ile,

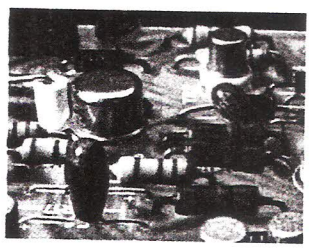


* Türbin kanatlarının
* Cam eşyanın
* Silahların
* Kalıpların
* Kapı kolu ve aynalarının
* Antika eşyaların
* Paslanmaz çeliklerin özel abresivlerle FASON KUMLAMA işlerinde hizmetinizdeyiz.

DES San. Sit. 1. Cad. 2D Blok No: 7
Y.DUDULLU/İSTANBUL
Tel: (0216) 420 20 43 - 466 00 68 - 420 60 49
Tel&Fax: (0216) 420 20 43



ŞEKİL2 (a) Yüzeye monte (SM) Teknolojisi



ŞEKİL2 (b) Ayaklı devre (TH) teknolojisi

Şekil 2. Yüzeye monte (Şekil a) ve ayaklı devre (Şekil b) teknolojilerinin kullanıldığı EBDK nin karşılaştırılması

u üretim esnasında tamir görmektedir. Elektronik üretimde kart tamiri adeta üretim aşamalarının bir safhası durumundadır. Genellikle maliyeti azaltma ve çevre zararını en aza indirmek amacı ile de sürdürülmektedir. Ancak her durumda aynı kartın üç defadan fazla tamir görmesi kartın güvenilirliğini azalttığından üretim sürecinde üç den fazla tamir gören kartlar genellikle atılır. Kartın müsaade edilen tamir görme sayısı kullanıldığı ürüne, maliyetine, beklenen güvenilirliğe ve firma stratejilerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Elektronik Kart Tamir Kalitesini Etkileyen Faktörler

Elektronik kart tamirini etkileyen faktörleri tam olarak açıklayabilmek için öncelikle tamir esnasında izlenilen işlem sırasını, kartların yapısını ve yapıldıkları malzemelerin özelliklerini kısaca açıklamak gerekmektedir.

Her ne kadar elektronik kart tamiri denildiğinde devre elemanının yenisi ile değiştirilmesi ve veri yolu tamiri gelmekte ise de daha sık gerçekleştirildiğinden aşağıda sadece devre elemanının yenisi ile değiştirilmesi sırasında izlenen tamir işlemler sırası verilecektir (Geren ve Redford 1996). Tamir de izlenen işlemler;

1. Hatalı devre elemanı tespit edilir.

2. Kart yüzeyinde, kartı nemden ve diğer etkenlerden koruyan koruyucu tabaka var ise uygun bir yöntem ile kaldırılır. Yine bu aşamada hatalı elemanı örterek değiştirilmesini engelleyen diğer elemanlar var ise tamiri gerçekleştirmek için öncelikle örten elemanların aşağıdaki işlemler sırasını uygulayarak sökülmesi gerekmektedir.

3. Hatalı eleman ayaklı devre elemanı ise kart alt yüzeyindeki kıvrılmış ayakları kesilir.

4. Hatalı elemanının lehimli metal yüzeylerine uygun pasta (flux) uygulanır.

5. Pastayı aktive etmek ve baskı devre kartını termal şoklardan korumak için tüm kart veya hatalı elemanın olduğu bölge 120 °C a kadar ön ısıtmaya tabi tutulmalıdır.

6. Lehimli ayaklar/terminaller ergitilerek hatalı eleman(lar) sökülür.

7. Eleman ayaklı devre elemanı (TH) ise kart üzerindeki delikler içinde kalan lehimler, yüzeye yapışık eleman (SM) ise kart yüzeyindeki terminallerdeki lehimler temizlenmelidir.

8. Eleman ayaklı devre elemanı (TH) ise kart üzerindeki deliklere monte edilmeli, yüzeye yapışık eleman (SM) ise kart yüzeyine veya yeni elemanının ayaklarına krem halinde lehim uygulanmalıdır.

9. Kart ön ısıtmaya tabii tutulmalı

10. Lehimleme işlemi uygulanmalıdır.

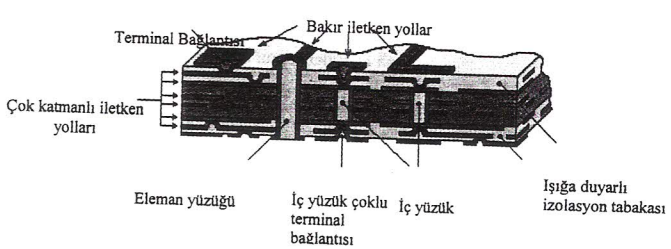
11. Kart yüzeyi, kartı uzun dönemde pastanın korezif etkisinden korumak için temizlenmelidir.

12. Önceden engelleyici elemanlar söküldü ise monte edilmeli,

13. Baskı devre kartı test edilmelidir.

Yukarda verilen işlemlerin her birinin mükemmel tamir için ayrı, ayrı önemi olmakla birlikte özellikle, pastalama, ön ısıtma ve lehimin ergitilmesi aşamaları özel öneme haizdir. Tamirin önemini ve kartın ömrünü doğrudan etkileyen bu aşamaları siz sanayicilerimizi aydınlatmak için daha ayrıntılı tartışmak istiyoruz.

Isı transferini iyileştirmek, lehimli bölgedeki oksitli yapıyı yok etmek ve eleman sökülürken kart yüzeyindeki lehimin dikit yapı almasını önlemek için hatalı elemanının lehimli metal yüzeylerine uygun pasta (flux) uygulanır. Tamir için kullanılan pastaların çok değişik tipleri bulunmaktadır. Bunların etkileri, korozif özellikleri ile orantılı şekilde artar. Bu nedenle, tamir sırasında uygulanan pasta tamiri kolaylaştırmakla birlikte tamir işleminden sonra uygulandığı yüzeylerden mutlaka temizlenmesi gerekir. Temizlenme işlemi gerçekleştirilmez ise tüm lehimli bağlantılarında koroz-



Şekil 3. Çok katmanlı baskı devre kartının iç yapısı.

yon oluşturur ve uzun dönemde kart arızalarına neden olur.

Ön ısıtma da tavsiye edilen sıcaklık artışı 2°C/s geçmemelidir. Aksi durumda özellikle seramik paketler çatlayıp özelliklerini yitirecek ve daha da önemlisi termal genleşme katsayıları farklı olan çeşitli malzemelerin katmanlarından oluşan baskı devre kartı, katmanlarına ayrılarak işlevini yitirebilmektedir (Geren 1995).

Lehimleme esnasında elemanın tamamı ısıya maruz kalıyor ise eleman sıcaklığının saniyede 5 °C (5 °C/s) den fazla artması elemanın daha montajı yapılmadan aşırı sıcaklık artışı sonucu bozulmasına neden olur. Yine aynı şekilde tamir esnasında elemanların 220 °C ve üzerindeki sıcaklığa 10 saniyeden fazla maruz kalması durumunda elemanlar işlevlerini yitirebilmektedirler. Bu durumda kartın tekrar tamir görmesi gerekmektedir. Kart üzerinde tekrarlanan tamir işlemleri de kartın güvenilirliğini sürekli azaltır.

Tamir esnasında ısıtma işleminde yüksek sıcaklıklarda kart üzerindeki sıcaklık gradyanının 25 °C den fazla olması, karta, elemanlara ve lehim bağlantılarına zarar verir (Prasad 2001, Nguyen 2003). Aynı eleman üç defadan fazla sökülüp her seferinde yerine yenisi takılsa bile bu uygulama kartın güvenilirliğini azaltan en önemli etkendir. Kart üzerindeki aynı elemanın üç den fazla tamir görmesi istenmez. Daha fazla sayıda tamir mümkün olmakla birlikte baskı devre kartının güvenilirliği kesinlikle yitirilir. Lehimleme esnasında yüksek sıcaklıkların kullanılması ve işlemin uygulama süresinin uzatılması lehim iç yapısında büyüme (intermetallic growth) oluşturur. Bu oluşum lehim bağlantı noktasında kırılganlığı arttırdığı için bağlantının yorulma dayanımını azaltır. Sürekli sıcak-soğuk termal döngüsü sonucu yorulmaya maruz kalan kart üzerindeki lehim bağlantıları bir süre sonra işlevini yitirirler.

Şekil 3' de verildiği gibi baskı devre kartları çok değişik yapı ve katmanlara sahiptir. Ayrıca, kart yüzeyinde farklı boyut, özellik ve sayıda devre elemanları bulunmaktadır. Baskı devre kartlarının bu özelliği tamir esnasında her bölgeye uygulanacak ısı yükünü farklılaştırmaktadır. Tamir esnasında termostatlı havyalar kullanılmakla birlikte ısı yükü farklılığının tamir teknisyenleri tarafından değerlendirilerek tamirin uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi çoğu zaman oldukça zordur. Örneğin, ısı yükü fazla olan bir havyanın ısı yükü az olan bir bölgede kullanımı o bölge yakınındaki elemanların lehimlerinin ergimesine veya ergime noktasına yaklaşmasına neden olur. Tamir gören elemana yakın bölgelerde sıcaklığın ergime noktasına yaklaşması lehimin içyapısını bozar. İçyapıdaki bozulma lehim ve eleman arasındaki bağlantının bozulmasına neden olur. Bunun en büyük nedeni de sürekli ısınma-soğuma termal döngüleri sonucu oluşan iç gerilmelerden dolayı yapısı bozulan lehimde yorulma kırılması oluşmasıdır.

Lehimleme de bağlantı kalitesini etkileyen ve eleman tiplerine göre (TH ve SMD) farklılık gösteren burada tartışılamayacak kadar

Beresit MAKİNA
SANAYİ ÜRÜNLERİ
TEMSİLCİLİK VE TİCARET A.Ş.

* OERLIKON - CEBORA - GYS - TECNA
  Mig - Tig - Punta Kaynak, Plasma Kesme Makinaları
* KARBOSAN Zımpara Taşları
* OERLIKON Kaynak Elektrodları, Telleri ve Tozları,
* Kaynak ve Plasma Makinalarının Sarf Malzemeleri,
* İş Eldivenleri, Hortumlar, Alevli Kesme Sistemleri,
* İnox - Galvaniz - Alüminyum Kaplama Spreyleri,
* Kaynak Makinaları, Yedek Parçaları,
  Sarf Malzemeleri ve SERVİS Hizmetleri



INVERTER - TIG - PLASMA
KAYNAK MAKİNALARI

Beresit MAKİNA
SANAYİ ÜRÜNLERİ
TEMSİLCİLİK VE TİCARET A.Ş.
1145/6 Sokak No.16
35110 Yenişehir - İZMİR
Tel : 0232 - 457 52 55 - 56
Fax: 0232 - 459 15 85
info@beresit.co

çok faktör bulunmaktadır. Bununla birlikte işin önemini daha iyi vurgulaması açısından lehimin soğuması evresinin de kısaca öneminden bahsetmek yararlı olacaktır. Lehimleme işlemi sonrası hızlıca soğutulan lehim bağlantılarında daha küçük lehim tanecik boyutu oluştuğu için bağlantının yorulma dayanımı artmaktadır. Bununla birlikte çok hızlı soğutmadan kaçınmak gerekmektedir. Çok hızlı soğutma kart yüzeyinde tercih edilmeyen sıcaklık gradyanı oluşturarak, kartın çarpılmasına neden olur. Çarpılma o bölgedeki tüm bağlantılarda daha sonraki dönemlerde kartın çalışmasını etkileyecek kalıcı zararlar oluşturur (Su ve ark. 1997).

Yukarıda açıklanan ve örneklenen olayların sonucu hemen ortaya çıkmadığı için tamir edilen kartın ne kadar kaliteli bir şekilde tamir edildiği kartı tamir ettiren firmalar tarafından bilinmez. Daha sonraki dönemlerde aynı kartta ortaya çıkan arızalar da hata genellikle kart imalatçısında veya voltaj dalgalanmalarında aranır. Oysa hatalar zinciri tamir esnasında oluşturulmuştur. Tamir esnasında bilinçsizce uygulanan bu ve benzeri uygulamalar baskı devre kartına ve üzerindeki elemanlara kalıcı zararlar vermekte ve uzun dönemde kartın tamir edilebilirliğini etkilemektedir.

Elektronik Kartların Arıza Nedenleri

Elektronik kartların voltaj dalgalanmaları dışında arızalanmalarına neden olan faktörler kısaca şu şekilde sıralanabilir.

1. Cihazın kullanıldığı ortamın nemi,

2. Ortamdaki su buharı içindeki korozif gaz buharları

3. Tamir sonrasında temizlik görmeyen kartların metal yüzey ve elemanlarında bırakılan pastalar

Yukarıda verilen üç faktör zaman içinde kart üzerindeki tüm metal eleman ve yüzeylerde korozyona neden olur. Korozyon veri yollarını, eleman terminallerini ve kaplı delik yuvaları yok ederek bir süre sonra kartın bir daha kullanılamamasına neden olur.

4. Yüksek ortam sıcaklığı

5. Kartlar üzerinde oluşan toz tabakası

4 ve 5 nolu faktörler ise kart çalışma sıcaklığını arttırarak kartın ve üzerindeki elemanların aşırı ısınma nedeniyle bozulmasına neden olur.

6. Çalışma sırasında kartın sıcak-soğuk termal döngüye maruz kalması zayıf lehim bağlantılarında yorulma sonucu oluşan kırıklar oluşturur. Bu kırıklar zaman içinde daha da büyüyerek elemanının kart ile bağlantısını keser.

7. Titreşim altında çalışan kartların lehim bağlantıları yorulma sonucu kırılır ve bağlantıları kopan kart arızalanır.

8. Kartlara el ile müdahale yapılması sonucu statik elektrikten dolayı oluşan arızalar.

Sonuç

Elektronik tamir, hatalı elemanın sökülüp yenisi ile değiştirilmesi işlevi olmakla birlikte tamir sırasında uygun yöntemler kullanılmadığında sonradan ortaya çıkabilecek birçok problemi de beraberinde getirmektedir. İleri teknoloji ürünü olan elektronik kartların ileri teknoloji tamir cihaz ve sistemlerini kullanan deneyimli teknik-ekip tarafından tamir edilmesi zorunludur. Bu zorunluluk, elektronik kartların ileri teknoloji kullanılarak üretilmiş olmasından gelmektedir. Basit havya ve benzeri tamir araçları kullanarak kartları çalışır duruma getirmek çoğu zaman mümkün olmakla birlikte sürekli ve akılcı bir çözüm olmayacaktır. Aynı durum kartlardaki arızaların bulunması için de geçerlidir. Karta enerji vererek veya kart üzerindeki elemanları değiştirerek hata bulma yöntemleri sakıncalı ve karta zarar veren yöntemlerdir. Bu ve benzeri bilinçsiz uygulamalar elektronik kartların tamir edilebilirliklerini ve kullanım ömürlerini azaltmaktadır. Laboratuar ortamında üretimi yapılan elemanlar ve en ileri teknoloji kullanılarak üretilen kartlar, ancak laboratuar ortamında uygun teknoloji, titizlik ve özen gösterilerek tamir edildiklerinde eski performans ve güvenilirliklerine sahip olabilirler.

Sistemlerinizi satın alırken gösterdiğiniz özeni, elektronik kartları bozulan makine ve sistemlerin tamiri için de göstermeli ve bu konuda deneyimli ve gerekli teknolojik alt yapısı olan güvenilir kurumlardan hizmet almalıyız.

Kaynaklar

• GEREN Necdet, 2001,"Model–Based Flexible PCBA Rework Cell Design" Computer-Aided Design, and Manufacturing Systems Techniques and Applications. Vol V. The Design of Manufacturing Systems, Editor Cornelius Leondes, Chapter 6, p.1-44 ISBN. 0-8493-0997-2.

• GEREN Necdet and REDFORD Alan, 1996 "Automated Rework of Printed Circuit Board Assemblies: Methods and Procedures", International Journal of Computer Integrated Manufacturing. Vol. 9, No-1, p. 48-60, Jan. 1996.

• GEREN Necdet, 1995, "Non-Contact Temperature Measurement in SM Component Rework", Journal of Electronics Manufacturing, Vol. 5, No.2, June , p. 129-136.

• Nguyen Q. P. 2003, "SMT Package Rework", WP192 (v1.0) Xilinx Inc Web sayfaları, URL: http://www.xilinx.com.

• Prasad R.P. 2001, "BGA repair" Surface Mount Technology Magazine, December.

• Su. Y.Y., Srihari K. And Emerson C. R., 1997, " A Profile Identification System For Surface Mount Printed Circuit Board Assembly" Proceedings of 21 st . Int. Conf. on Computers and Industrial Engineering. Vol. 33. no1-2, pp377-380.

