

ELEKTRONİKTE ARIZA BULMA-GİDERME VE TEST METOTLARI YAZI DİZİSİ-5

Elektronik Onarım Laboratuvarı Yapısı ve Tavsiye Edilen Cihaz-Ekipmanlar

Önder Şişer - *Elektrik-Elektronik Yüksek Mühendisi*

onder.siser@emo.org.tr

5.1. GİRİŞ

Elektronik malzeme testleri, cihaz-kart onarımları yazılarımıza başlamadan önce, bu çalışmaların başarılı yapılabileceği laboratuvar ortamı ve tavsiye edilen cihaz-ekipmanlar konusunda bilgi vermeyi bu yazımızda amaçladık. Uygun ortamda, bu cihaz ve ekipmanlar kullanılarak, bundan sonra yazılarımızdaki test konularının tarafınızdan uygulanması, konuların daha iyi öğrenilmesi adına önemlidir. Uygulama yapmadan onarım konusunda ilerleme sağlanamaz ve anlatacağımız konular başarılı anlaşılamaz.

Başarılı bir bakım-onarım laboratuvarı organizasyonu, bir fabrikaya yıllık milyonlarca dolar ile ifade edilen katkı sağlar. Ülkemize doğrudan katma değer sağlamış olur. Ülkemizin dışa bağımlılığını azaltır, para ve zamandan kazandırır. Mühendislik bilgi ve deneyiminin artmasına, tecrübeli personel yetişmesine katkı sağlar. Ayrıca onarılan ve dikkatli incelenen her elektronik cihaz veya kart, tersine mühendisliğe de katkı sağlar. Yeni fikirlerin, bilgi ve deneyimin hızlanmasını sağlar. ARGE mühendisleri ile ekip çalışmaları yapılması halinde, faydalı model gelişimine ve teknoloji transferine katkılar sağlar. Donanım mimarilerinin anlaşılmasının yanında, mevcut kontrol yazılımları ve kodların incelenmesi de benzer yazılımların gelişimine katkılar sağlayacaktır.

Yazımızda endüstriyel elektronik cihazların bakım-onarım laboratuvarlarında olması gereken en az seviyede cihaz-ekipmanlar ve ortam yapısı anlatılacak, önerilerde bulunulacaktır. Halen önerilen yapıyı kullanarak birçok kuruluş ve fabrikamızda başarılı şekilde bakım-onarım çalışmaları yapılmaktadır. Resimler fikir vermesi açısından konulmuştur, başka firma ürünlerinden benzer, ekonomik ve kaliteli cihazlar da araştırılıp temin edilebilir.

5.2. ELEKTRONİK LABORATUVAR ORTAMI YAPISI

Elektronik laboratuvar ortamı personel uyumu ve fiziksel şartları itibariyle huzurlu çalışma ortamı olmalıdır. Arıza belirleme dikkat isteyen ve stresli bir çalışmadır. Ortamı; güneş alan, düzenli havalandırmaya uygun, sessiz, fabrika ortamı dışında, mümkün ise müstakil bir yapıda olmalıdır. Sistemik düşünceyle maksimum başarı elde etmek için sakin ve huzurlu bir ortam şarttır. Elektronik bakım-onarım başarısı çalışanların moral ve motivasyonu ile doğru orantılıdır ve teknik insan başarısı odaklıdır. Çalışanların mümkün ise yoğun çalışma arasında masa tenisi, bilardo gibi hafif sporlar yapabilecekleri, mental iş dışına çıkılacak küçük alanlar oluşturulabilir. Bunların hiç birisi olmuyor ise, teknik personelin, fabrika dışında açık havada, her saat başı birkaç dakika bile olsa kısa yürüyüş yapması, çay-kahve molası vermesi gerekir. Mola esnasında fıkralar anlatılmalı, esprili konular konuşulmalı, asla iş konuşulmamalı, stresli konular girilmemelidir. Bu doğrudan başarıyı arttıracaktır. Eğer ekip arkadaşları veya diğer birimler arasında uyumsuzluk var ise, mutlaka en tecrübeli, şahsiyetine ve tecrübesine güvenilen yaşça büyük teknik bir hakem ile birlikte çözümlenmelidir. Arkadan konuşmadan ve mesele büyümeden hızlı çözüm şarttır. Bu tür sorunlar var ise, bunlar çözümlenmeden başarılı bir ekip çalışması asla düşünülemez. İyi ve kardeşçe çalışan ekibe, profesyonel bir ortam kurulur ve ilgili destekler verilir ise, tüm sorunların üstesinden gelecektirler. Burada çok kısa çalışan ücretlendirme konusuna da değinmek istiyorum. Yurtdışındaki gözlem ve çalışmalarımda, teknik personelin maaşlarının o ayki başarılarına göre değiştiğini ve sabit olmadığını gözlemledim. Çok çalışıp mesai yapan, daha fazla bakım-onarım yapan, başarılı çözümler üreten, teknolojik iyileştirmeler geliştiren

teknik ekibin aylık ve yıllık primleri var. Dolayısı ile tatmin edici bu primlerle, ek iş yapmaya veya ileriye yönelik başka düşünce ve planlara enerjisini dağıtmadan, mevcut işlerine iyi odaklanıp başarılarını sürekli arttırıyorlar. İş yerlerinde birbirleri ile brezilya dizileri benzeri uğraşmadan sadece hayatlarının merkezlerine teknik başarıyı ve üretmeyi koyuyorlar. Dolayısıyla karşılıklı azami saygı ile keyifli bir ortamda çalışıyorlar. Yani yurtdışında akıllı işverenler, paylaşımcı davranıp tüm personelini bir nevi ortağı gibi görüyor, değerlendiriyor ve doğru orantılı şekilde mevcut işin kalitesi ve kazandığı parası artıyor. Bu düşüncelerle bir nevi kooperatif mantığına yaklaşıyoruz aslında. Burada bu konuya hem bir dertleşme, hem de en iyi yönetim stratejisi optimizasyonu oluşturmaya katkı olması amacıyla değindim. Teknik konularımıza dönerek devam edelim.

Elektronik laboratuvar ortamı antistatik yapıda olmalıdır. AT&T Bell Laboratuvarları akademik araştırmalarına göre, günümüzdeki tüm elektronik malzeme arızalarının %25'i, statik yük deşarj hasarlarından oluşmaktadır. ESD (Electro Sensitive Device) 'Elektrostatik Hassas Malzeme' manasındadır. Statik yük deşarjı karşısında elektronik malzemeler hasar görmekte, nano seviyede delinmeler yapısında oluşmaktadır. 2000 yılına kadar yapılan bir istatistiğe göre, elektronik malzemelerin, statik hasardan dolayı bozulanlarının yaklaşık değerinin 25 trilyon dolar olduğu belirlenmiştir. Elektronik laboratuvarın anti statik ekipman ve ortamlardan oluşması gereklidir. Detaylı bilgi için konu ile ilgili daha önceden EMO da yayınlanan yazının linki: http://www.emo.org.tr/ekler/8e7b0f0b1cd8d64_ek.pdf?dergi=927. Günümüzde statik yük tedbirine karşı, iyonizer cihazları da kullanılmaktadır. Kapalı alana kurulan iyonizer, ortama hava yoluyla + ve - yüklü iyonlar gönderir. + iyonlar odadaki - yüklü cisimler tarafından çekilip, cisimlerin nötr hale gelmesini sağlar. Bazı yeni nesil klimalarda da bu özellikler kullanılmaya başlanmıştır.

Elektronik laboratuvar alt yapısındaki en önemli diğer konu, kaliteli bir topraklama bulunmasıdır. Yukarıda bahsedilen antistatik ekipmanlar bu toprağa irtibatlı olmalıdır. Yani esas olan vücuttaki statik yükün toprağa temas ettirilmesi. Eğer ortamda iyi bir topraklama yok ise, bu tedbirler bir işe yaramaz. Mevcut şebeke toprağı ölçümü yapılmalı, şayet iyi değil ise, laboratuvar için ona özel topraklama ve hattı mutlaka yapılmalıdır. Doğru topraklamanın nasıl yapılacağı konusunda EMO yayınlarında güncel bilgiler ve seminerleri bulabilirsiniz. Burada bu deta-

ya girilmeyecektir.

Eğer laboratuvarında endüstriyel onarımlar yapılacak ise, tek fazın yanında üç faz beslemeye de ihtiyaç vardır. Çeşitli üç faz motor veya konvertör denemelerinde gereklidir. Şayet üç faz yok ise tekfaz giriş ve üçfaz çıkışlı online kesintisiz güç kaynağı da tercih edilebilir. Ayrıca laboratuvar girişinde kaçak akım rölesi, her masada otomatik sigorta bulunmalıdır.

Elektronik teknik servis ortamında (tavsiye niteliğinde) olması gereken bölümler ve görevleri aşağıdaki şekilde olmalıdır.

- **Santral / Kart Kabul ve Gönderme Kısmı:**

Anarıma gelen ve gönderilecek cihaz / kartların kabul ve onarım sonrası gönderme işlemleri, sekreteryaya ve santral, satın alınacak elektronik sarf malzemelerin takibi, çalışmanın hangi aşamada olduğunun takip edilmesi ve bilgilerin ilgili onarım bekleyenlerle paylaşılması gibi işlemler burada yapılır. İlgili evraklar da burada tutulur. Elektronik cihaz veya kartlar gönderme ve teslim alma esnasında; imzalı, tarih ve saatli, tutanak düzenlenmelidir. Girişi yapılan arızalı kartlar için teknik servis formu düzenlenmeli, bilgisayarda veri bankası kaydı oluşturulmalıdır. Bu veri bankası server üzerinden ilgili teknik servis personeli paylaşımına açık olmalıdır. Onarılan kart elektronik malzeme data sheet'leri, var ise şemaları, programlı malzeme yedekleri, fotoğrafları, deneme için yapılacak ayarlama ve düzenek bilgileri, deneme fotoğrafı, daha önceden onarıldı ise teknik servis formları (bir nevi hasta geçmiş bilgileri gibi) vs. gibi tüm teknik veriler bu dijital ortamdaki klasör de tutulmalıdır. Dijital ortam verileri aylık DVD ortamına yedeklenmelidir. Bu kısımda ön kalite kontrol yapılması için bir ESD yapılı masa olmalıdır. Gelen cihaz / kart teknik servis tecrübesi en fazla olan bir personel tarafından incelenmeli, ilk kalite kontrol yapılmalıdır. Kalite kontrolün müşteri veya işletme içi, kim getiriyorsa onun yanında, gözü önünde yapılması tavsiye edilir. Bu ilk kalite kontrolde yapılması gereken kontroller ve müşteriden alınacak bilgiler kabaca aşağıdaki şekildedir.

- Gelen kartlarda eksik elektronik malzeme var mı? Eğer eksik malzeme var ise, getirenin şahitliği olması önemlidir. Aksi takdirde sonrasında sıkıntılar yaşanabilmektedir.
- Başkası tarafından onarmak için kurcalan-

miş mi? Başkası kurcalamış ise, esd önlemlerini yeterli almaması veya yeterli bilgiye sahip olmadan müdahalelerinden dolayı daha ciddi arızalar oluşabilmektedir. Hiç kimsenin kurcalamadığı kartlarda onarım yüzdesi %100'lerde iken, başkalarının müdahale ettiği kartlarda maalesef sonuç yüzde %20'lere düşmekte ve başkalarının hatalarını gidermek için çok daha fazla zaman ve sabır gerekmektedir.

- o Gelen kart ESD önlemlere dikkat edilerek mi gelmiş?
- o Kartın aynısından, çalışan sağlamı var mı? Programlı malzemenin içindeki programın bozulması durumunda sağlamından programı almak gerekebilir. Özel bazı malzemelerin testinde mukayese yapmak için gerekebilir, ilerleyen yazılarımızda bu durumlar anlatılacak ve daha iyi anlaşılacaktır.
- o Elektronik kart veya cihazı onarıldıktan sonra teknik servis ortamında deneyebilir miyiz? Bu soru, teknik servis ortamında denenebilecek kartlar içindir. Bu bilginin alınacağı en güzel kişi, sahada bu cihazı tanıyan ve kullanan teknik personeldir. Eğer teknik serviste denenebiliyor ise onarımın neticesini almak daha hızlı olacaktır. Yerinde bazen birkaç deneme sonrası başarı sağlanabilmektedir. Bu ise gidip gelmelerde zaman ve para kaybıdır.
- o Onarımın süresi (acil durumu) nedir? Ne kadar sürede müşteri çözüm istemektedir?
- o Eğer onarım firma dışına yapılacak ise, teklif düzenlenmelidir. Teklif onayı alındıktan sonra işleme başlanmalıdır.
- o Onarıma başlanacak her cihaz / kart için rutin yapılacak işlemleri gösteren bir teknik servis sayfası açılmalı, kartın yanına konulmalıdır. Bir nevi hasta dosyası gibidir. Personelin bir algoritma şeklinde sırayla yaptığı işlemleri çentik atacağı kutucuklar olmalı, form eksiksiz doldurulmalıdır. Kaynaklar 2'de verilen kitabımızda, ekler bölümünde teknik servis formu örneği ve detayları verilmiştir.

- **Elektronik Onarım Kısmı;** elektronik kartın onarıldığı antistatik ortamlı kısımdır. Her teknik servis masasında otomatik sigorta, topraklı priz grubu, yeterli led aydınlatma bulunmalıdır. Örnek bir teknik servis masası Resim 5.1.'de görülmektedir. En az 3 adet masa ve bir adet malzeme dolabı olmalıdır.



Resim 5.1. Örnek teknik servis masası.

Teknik servis cihazları kıymetli olduğundan on-line UPS kullanılarak beslenmesi önerilir. Şebeke gerilim azalması sık yaşanıyor ise, şebeke ile UPS beslemesi arasına otomatik voltaj regülatörü konulmalıdır. Aksi halde her yıl UPS bataryaları değiştirilmek zorunda kalınacaktır. Elektronik onarım kısmına yetkili personel haricinde girilmemelidir. Ziyaretçilerin yanlışlıkla, istemeden elektronik malzemelere statik yük hasarı veya diğer fiziksel zararlar verebileceği unutulmamalıdır. Teknik servis ortamı sık havalandırılmalıdır. Teknik servis (Clean Room) temiz oda sınıfında ise filtreli mevzuatına uygun havalandırma sistemi mutlaka olmalıdır. Teknik servis mümkünse güneşli ve manzaralı, uzun süre stresli çalışmaya uygun konumda olmalıdır. Bodrum ve güneş görmeyen mekanlar asla uygun değildir. Stres sebebidir. Zaten yeterince stresli olan arıza bulmaya negatif katkı sağlar. Diğer durumlarda çalışma verimliliği düşer, sahayı bilen kıymetli teknik personel görevini bırakır. İşletme için kayıplar başlar. Hangi test nerede yapılıyor ise teknik servis masalarına levhalarla yazılması görsellik ve düzen açısından katkı sağlar. Örneğin; empedans test, programlı malzeme test ve bilgi bankası, fonksiyonel test, cihaz-kart deneme masası vs. gibi. Cihazların masa yerleşiminde empedans test cihazının yanında sökme-takma lehimleme seti olmalıdır. Şüphelenilen malzemenin hemen sökülüp denenmesi için kolaylık sağlar. Başka masaya geçmek dikkati dağıtabilir. Aynı masada LCR metre, multimetre, ayarlı güç kaynağı

ve elektronikçi el aletleri bulunmalıdır. Lehim emici tel, lehim teli, PLC sökücü vs. bu masada olmalıdır. Yan masada ekranı rahat görülebilen bir dizüstü PC, programlayıcı, fonksiyonel test için gerekli cihazlar, tümleşik test cihazı vs. gibi test cihazları bulunmalıdır. PC de internet bağlantısı veya wi-fi kurulu olmalıdır. Test edilecek malzeme data-sheet 'lerine bakılarak testler yapılacağı için kolayca ekran görülmelidir. Diğer bir üçüncü masada, elektronik kart veya cihaz denemeleri yapılmalıdır. Enerji verilerek fonksiyonel deneme yapılacak bir düzenek oluşturulabilir. Ayarlı güç kaynağı, trifaz besleme, varyak, yük oluşturmak için değişik güçlerde lambalar vs. gibi ekipmanlar bu masada olabilir. Teknik servis masa sigorta değerleri bir önceki sigorta değerinden düşük olmalıdır. Örneğin daire ortamı ise, daire girişinde 20 A sigorta var ise, masada 10 A olmalıdır. Masa yanında enerjiyi anlık kesebilecek acil butonu veya şalter olmalıdır. Deneme, masanın yakınında kolay erişilebilecek C sınıfı yangın söndürücü de olmalıdır.

- **Mekanik Kısım;** onarıma gelen kart / cihazların sökülmesi ve yeniden montajında mekanik alet ve cihazlar gerekebilir. Bazen problemler de yaşanabilir. Bu sebeple bir mekanik çalışma masası olmalıdır. Darbeli matkap, gözlük, zımpara vs. gibi her türlü mekanik çalışma öngörüsü ile hazırlanmalıdır. İşletme içerisinde elektronik onarım ekibi ve mekanik onarım ekibi daima yardımlaşmalıdır. Mekanikçi arkadaşların önerileri de dikkate alınarak en azından bir mekanik çalışma masası hazırlanır. Örnek bir mekanik çalışma masası Resim 5.2.'de görülmektedir.



Resim 5.2. Örnek teknik servis masası.

- **Stok;** Gelen ve gönderilen kart / cihazların rafları, elektronik sarf malzemeler vs. bulunmalıdır. Örneğin raflara levhalarla şu isimler verilebilir; Onarım bekleyenler, onarım için teyit bekleyenler, Malzeme bekleyenler (Onarılmış ve sağlam malzemenin gelmesini bekleyenler), Gönderme bekleyenler (ilgili firma veya birimden alınması beklenenler). Her teknik servis ortamında elektronik sarf malzeme stoğu bulunmalıdır. İşletme içerisindeki yıllık bazda onarılan kartlarda oluşan ihtiyaç bilgisi doğrultusunda hangi malzemelerin stoğunun tutulması gerektiği belirlenir. Örneğin çeşitli değerli; cam sigortalar, röleler, varistörler, dirençler, kondansatörler, mosfetler, IGBT'ler, triyak-tristörler, lehim teli, çeşitli kablolar vs. gibi. Bazen arızalı malzemenin temini yurtdışından gerekebilir. Minimum sipariş adeti kotası olan bazı satıcılardan dolayı, yurtdışından bir adet değil, mecburen en az 5-10 adet alınabilir. 2 adet arızalı lazım iken, alınan 10 adedin kalan 8 tanesi stoklanır. Bu durum kaçınılmaz bir malzeme stoğu oluşmasını sağlar. Orijinal malzeme temini yapan firmalar tercih edilmelidir. Kaynaklar 2'de verilen kitabımızın 2. bölümünde bu konu detaylı işlenmiştir. Elektronik malzemelerin yanında çeşitli güç değerlerinde satılan SMPS güç kaynakları da stoklanabilir. Örneğin 220 VAC giriş +5V, +12VDC çıkış veren ve 200-300 W. lık SMPS güç kaynakları günümüzde 30-40 \$ seviyesindedir. Çeşitli besleme devresi kaynaklı cihaz arızalarında ilgili konnektörlerini ayarlayıp, SMPS doğrudan değiştirerek sorunu hızlı çözebilirsiniz. Sonradan bu güç kaynaklarını vaktiniz oldukça onarabilirsiniz. Kutuplu kondansatörler stokta beklerken elektrolitiği kuruma yapar. Bu sebeple hızlı tüketilecek şekilde yıl içerisinde hepsi kullanılmalı, birkaç yıl bekleyecek kadar adetli alınmalıdır. Lehim tellerinde de uzun süre bekleme oksidasyon sebebidir. Malzeme stoğunda hızlı tüketilmesi gereken malzemeler arasındadır. Stok ömürlerine dikkat edilmeli, malzeme üreticilerinin tavsiyeleri incelenmelidir. Elektronik malzeme kutuları numaralandırılmalıdır. Bir stok programınız yok ise; excel veya word ofis programında oluşturacağınız bir tablo ile; malzeme adı, sayısı, bulunduğu dolap, raf ve kutu no, malzemenin alındığı fiyatı ve alım tarihi gibi bilgileri girilmelidir. Malzeme ismini bul yaparak (kısa yolu 'CTRL+F' tir) hızlı şekilde bilgilerine erişebilirsiniz. Elektronik malzemelerin kapalı dolapta olması ve teknik servis sorumlusu tarafından kontrol edilmesi tavsiye edilir. Özellikle maddi değeri olan bu malzemelerin en az iki personel tarafın-

dan kontrol altında olması yanlışlıkla birilerinin zan altında kalmasını engelleyecektir. Satın alma departmanı ile bu konuda birlikte çalışılmalıdır. Teknik servise acil onarım için veya elektronikçi el aleti vs. gibi gerekli bazı malzemelerin hemen alımı için satın alma tarafından onaylanan bir ödenek mutlaka olmalıdır. Uzun şirket içi bürokrasi bazen fayda değil zarar verebilir. Bazı acil durumlarda by-pass edilebilmelidir. Yoksa üretim bandındaki duran cihazlar işletmeye ve çalışan herkese zarar verecektir.

- **Kimyasal temizlik kısmı;** elektronik kart-cihaz temizliklerinin yapıldığı kısımdır. Yeterli emiş fanı ve havalandırılması mutlaka olmalıdır. Hemen hemen tüm kimyasalların doğrudan solunması kanserojen etki yapar. Maske, eldiven vs. gibi yardımcı ekipmanlar kullanılmalı, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulmalıdır.
- **Kütüphane ve toplantı odası;** sahadaki cihaz ve sistemlerin tüm teknik dokümanları burada olmalıdır. Elektronik hakkında popüler ve güncel kitaplar, dergiler, kaynaklar, elektronik malzeme katalok ve muadil kitapları vs. burada olmalıdır. Sessiz ve yeterince havalandırması olan huzurlu bir ortam olmalıdır. Yazı tahtası ve data projeksiyon olmalıdır. Kurum içi ve dışarıdan alınacak teknik eğitimler burada yapılmalı, saha hakkında teknik toplantılar yapılmalıdır. Bazen sıkıntılı arızalarda test yaparken cihazdan uzak, dokümanların veya ilgili literatürün gözden geçirileceği bu tür ortamlara ihtiyaç duyulur.
- **Spor Alanı;** genellikle yoğun ve stresli çalışan teknik personelin bedeni rahatlaması ve mental dinlenmesi mutlaka hafif sporlarla gün içerisinde olmalıdır. Masa tenisi, hafif tempolu basketbol, voleybol, bilardo vs. gibi veya en azından firma çevresinde 15 dakika bir yürüyüp gelmek çok önemlidir. Verimi arttırdığı gibi, fizyolojik iyileşme ve ruhsal terapi niteliğindedir. Yurtdışından tanıdığım ve çalışma fırsatı bulduğum yabancı teknik personeller, işi hayatlarının bir parçası haline getirmeye çalışıyorlar. Çalışırken espri yapmak, küçük sportif faaliyetler yapmak, molalarda asla işten konuşmamaları bazı örnekler. Ayrıca asla ne kendi hayatlarında, ne de iş yerinde egolara yer yok, gereksiz brezilya dizileri entrikaları aralarında yaşanmıyor. Hem iş verimi ve hem de uzun süreli dedikodulardan arınmış şekilde hayatı daha dolu ve verimli yaşıyorlar. Kaliteli yaşam zamanları artıyor. Ülkemizde de

bazı kurumsal yapılar bu ortamı oluşturmaya başladılar. Umarım tüm sektör ve çalışma alanlarında yaygınlaşır.

5.3. CİHAZ-KART ONARIMI İÇİN ÖNERİLEN TEST CİHAZLARI VE EKİPMANLARI

Elektronik kart üzerindeki tüm malzemelerin yaklaşık test süreleri ve hangi metot ile test edilebilecekleri Tablo 5.1.'de verilmiştir. VI test ile iki arızalı kartın üzerindeki elektronik malzemelerin karşılaştırılarak test edildiği yaklaşık süreler belirtilmiştir. Elektronik malzemelerin datasheet ve pinout 'larının, teknik bilgilerin hazırda olduğu öngörülmüştür. Tablodan da görüleceği gibi, iki adet arızalı kart üzerinde, arıza bir bölgeye indirgenip, 5-10 adet malzemenin bulunduğu bir blok devre test ediliyor ise, dakikalar seviyesinde arızalı elektronik malzeme belirlenebilecektir. Örneğin sadece haberleşme yapmayan bir elektronik kart arızası varsayalım. Haberleşme soketinin yanındaki haberleşme entegresinin de bulunduğu devre, haberleşme elektronik blok devresidir. Burada 5-10 malzeme öncelikli test edilerek arızalı malzeme bulunur. İlerleyen yazılarımızda cihaz-kart onarım uygulamaları anlatılacaktır.

Tablo 5.1. Elektronik malzeme test yöntemi ve süreleri.

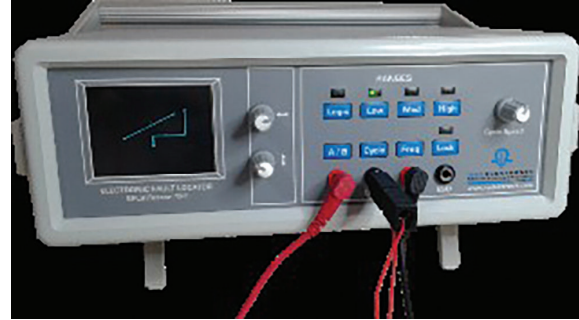
	ELEKTRONİK MALZEME ADI	TEST YÖNTEMİ	SÜRE (Saniye)
1	Direnç Çeşitleri	Multimetre, LCR Metre.	2
2	Diyot Çeşitleri	VI Test	2
3	Transistor Çeşitleri	VI Test	4
4	Fet, Mosfet, Tristör gibi üç pinli malzemeler	VI Test	5
5	Kondansatör Çeşitleri	LCR Metre	5
6	Bobin Çeşitleri	LCR Metre	2
7	Transformatör Çeşitleri	VI Test, Fonksiyonel Test	5
8	Röle Çeşitleri	Fonksiyonel Test (Güç Kaynağı, Multimetre)	15
9	Regülatör Çeşitleri	VI Test, Fonksiyonel Test	15

10	Analog Entegreler (OPTO COUPLER, OPAMP, 555, ULN2XXX Serisi, LMXXX Serisi)	VI Test, Fonksiyonel Test	~ 15
11	Digital Entegreler (TTL, CMOS, RAM, Mikroişlemciler vs.)	VI Test, Fonksiyonel Test	~ 50
12	Programlanabilir Malzemeler	Programlayıcı	~ 30
13	RAM'ler	Programlayıcı, VI Test	~ 20
14	Dönüştürücüler (Sensor ve Transducerlar)	VI Test, LCR Metre, Fonksiyonel Test (Aktif olanlarda).	~ 30
15	Kristaller	Fonksiyonel Test (Osiloskop, Frekans Sayıcı)	10
16	Elektronik Kart Kıyas	VI Testi (Malzeme Sayısı Süreyi Belirler)	
17	Kablo ve Konnektör, Kısa devre test	Kablo Test Cihazı, Multimetre	~15
18	BGA kılıfındaki Entegrelerin Devre İçi testi	Boundaryscan Test Yöntemi ile Fonksiyonel Test,	~50

Endüstriyel bir cihaz-kartın onarımını mümkün kılacak elektronik onarım laboratuvarı ekipmanları önerimiz aşağıdadır. Minimum sayıda, hesaplı ve kaliteli olmaları tercih sebeplerimiz arasındadır. Benzer kaliteli ürünlerden, farklı firmalardan teklifler alınarak oluşturulabilir.

1. Empedans test cihazı; VI test ile elektronik bir kartta %95 seviyesinde arızalı malzeme belirlenebilmektedir. Milli üretim olan EFL VI Tester-TFT cihazı ile empedans testleri (VI test) başarılı şekilde yapılabilmektedir. VI eğrileri renkli TFT ekranda gecikme olmadan anlık oluşmaktadır. Yurtdışı muadillerine göre çok hesaplı ve kalitelidir. Resim 5.3. 'de görülmektedir. Sadece VI test cihazının yanına hava seti konularak başarılı onarıma başlanabilir. Diğer cihaz ve ekipmanlar sonradan da temin edilebilir. Detaylı bilgi için empedans test metodu ile arıza bulma gidermenin anlatıldığı önceki haber bültenlerimizde yayınlanan makalemizi inceleyebilirsiniz. Maka-

lemizin linki: http://www.emo.org.tr/ekler/18bc-0913499d45e_ek.pdf?dergi=1011.



Resim 5.3. EFLVI Tester-TFT empedans test cihazı görünümü.

2. Hava seti; lehimleme seti olarak yüksek frekanslı hava seti tercihimizdir. Soğuk lehim yapmaz ve elektronik malzeme - pcb 'ye zarar vermezler. Özellikle SMD malzemeleri güvenilir, kolayca lehimleme ve sökmeleri üstünlüklerindedir. Cihaza enerji verildiğinde normal bir kalem hava ucu yaklaşık 6 saniyede kullanım sıcaklığına gelir. Kullanım esnasında 3 veya 5 Watt gibi düşük enerji tüketirler, en tasarruflu havyalardır. Resim 5.4. 'de bazıları görülmektedir. Kaynaklar 1'de verilen kitabımızın son bölümünde detaylı bu konu işlenmiştir.



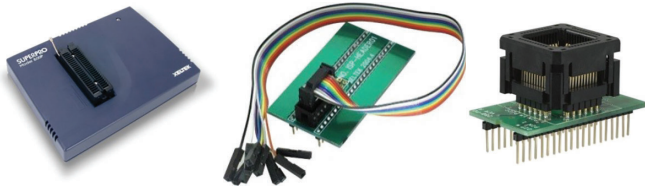
Resim 5.4. Bazı yüksek frekanslı hava seti görünümleri.

DIP malzemelerden lehimleri emmek için vakum hava ve SMD çok bacaklı malzemeleri sökmek için sıcak hava üfleme seti kullanılabilir. Resim 5.5. ' de vakum hava ve sıcak hava seti görülmektedir.



Resim 5.5. Vakum hava ve sıcak hava üfleme seti görünümü.

3- Programlayıcı; programlayıcılar genel (Universal Programmer) ve aileye özel olarak ikiye ayrılır. Eğer her türlü elektronik kart onarımı yapılması planlanıyor ise birçok farklı firma üretimi programlı malzeme kütüphanesinde destekleyebilen genel programlayıcı tercih edilmelidir. Resim 5.6. 'da bir örnek programlayıcı görülmektedir. Desteklediği kütüphanesi, gerilim değerleri, lojik entegre (TTL, CMOS) fonksiyonel test yapabilmesi, devre içi oku-yaz (ISP-I-CSP) özelliği olması, devre dışı test adaptörü ayırt etmeden piyasadaki diğer hesaplı olan adaptörlerle kullanılması, diğer cihazlara göre hesaplı olması gibi faktörler satın almanızda tercih sebeplerindedir.



Resim 5.6. SP610P programlayıcı, bir QFP ve ISP adaptörü görünümü.

Birkaç çeşit kart onarımı yapıyor ve üzerlerinde 1 veya 2 tür programlı malzeme mevcut ise, o programlı malzeme ailesini destekleyen programlayıcı alınmalıdır. Örneğin devrede PIC16F877 kullanılmış ise, sadece PIC serisi programlayabilen programlayıcı almak yeterlidir. Genel programlayıcılardan daha ekonomik çözüm olacaktır.

4. Multimetre; Bir multimetre örneği Resim 5.7. 'de görülmektedir. Arızacılıkta en çok kullandığımız özellikleri; iletkenlik ölçümü (buzzer), AC ve DC gerilim ölçümü, AC frekans ölçümü ve direnç ölçümüdür. Bu sebeple fazla fonksiyonlu modellerine yüksek ücretler ödenmesine gerek yoktur. Mümkün ise darbelere dayanıklı olması, ışıklı göstergesi olması da tercih sebebidir.



Resim 5.7. Bir multimetre görünümü.

5. LCR Metre; bobin, kondansatör ve direnç test ve ölçümlerini yapmak için gereklidir. Direnç kademesi 1 miliohm okuma hassasiyetine sahip ise, elektronik kartlardaki Vcc-GND arası kısa devre olan elektronik malzeme belirlemek için de kullanılır. Vcc-GND arasında en düşük direnç değerini veren malzeme kısa devre olandır. Resim 5.8. 'de örnek bir LCR metre cihazı görülmektedir.



Resim 5.8. LCR Metre görünümü.

6. Ayarlı Güç Kaynağı; gerekli olan gerilim değerlerini üretmeye yarar. Enerjili test edilecek malzemelerde (röle, regülatör IC, kontaktör vs. gibi) ve elektronik kartlarda ilgili gerilimi vererek besleme sağlar. Resim 5.9.'da görülen 0-30 VDC. ayarlı, akım ve kısa devre korumalı cihazdır. Akımın sınırlandırılması testlerde önemlidir. Elektronik kart ve malzemelere besleme verirken akım değeri sınırlandırılmalıdır. Aksi halde malzeme veya karta zarar verilebilir.



Resim 5.9. Ayarlı güç kaynağı görünümü.

7. Tümleşik (All in One) test cihazları; birden fazla test cihazını bir arada bulunduran cihazlardır. Genellikle bilgisayar ortamındaki arayüzü yardımıyla kullanılırlar. PC ile irtibatlı olduklarından sinyalleri kaydetme ve sonradan karşılaştırabilme gibi avantaj-

periyodlar ile temizlenir. Resim 5.15. 'de lehim dumanı emici görülmektedir. Lehim dumanı yoğun toksit içerir. Yoğun çalışmada solunum yoluyla ciğerlere yapışır ve vücudumuz tarafından tolere edilemezler. Yoğun lehim dumanı ortamında çalışanların belirli periyodlar ile mutlaka ciğer filmleri çektirmeleri ve uzman hekime kontrol ettirmeleri şarttır.



Resim 4.21. Lehim dumanı emici görünümü.

Yukarıdaki cihaz ve ekipmanların yanında; teknik servis bilgisayarı (taşınabilir olmalıdır), teknik servis masa ve sandalyeleri, malzeme dolapları ve raflı dolaplar, çeşitli kırtasiye malzemeleri, elektronik malzemeler ve malzeme kutuları, çeşitli kimyasallar, temizlik için kullanılan küçük hava kompresörü veya hava üfleme cihazı, kimyasal temizlikte kullanılacak maske gibi bazı ekipmanlar da kullanılmalıdır. Eğer yüksek değerlerde AC veya DC besleme gerilimi ihtiyacı var ise varyak (ayarlı trafo) alınarak çözüm yapılabilir. Örneğin 600 V DC besleme gerilimi ihtiyacı olsun. $600 / 1,41 = 425,5$ V. AC çıkış gerilimi varyaktan ayarlanıp, güçlü bir köprü diyot ve çıkışına 1000 V. luk bir elektrolitik kondansatör irtibatları ise, 600 V.DC gerilim değeri alınacaktır.

Tablo 5.2. Teknik servis ana unsurları.

Elektronik Bakım-Onarım Ana Unsurları			
PERSONEL	ORTAM		STOK
Periyodik Eğitim	Antistatik	Test ve Ölçme Cihazları	Elektronik Malzeme
Saha Deneyimi	Kısımlara Ayrılmış	Alet ve Avadanlıklar	Mekanik Malzeme
Tam Yetki	Veri Bankası	Kalibratörler	Özel Malzeme
Para	PC ve çalışma masaları	Kütüphane, Eğitim Salonu	
İş Dağılımı ve Zaman			
Yönetim-(Ehline verilme)- Şefler seçimi belirlenmeli			

Başarılı bir elektronik teknik servisin nelere sahip olması gerektiği konusunu, Tablo 5.2. üzerinden kısaca değerlendirelim. Bu tablo öneri niteliğindedir. Eklemeler

yapılabilir, ama başarı isteniliyor ise maddelerde azaltma asla önermeyiz. Görüldüğü gibi kastedilen maddeler açık ve net anlaşılmaktadır.

Teknik servis başarısı, kaliteli ve deneyimli insan odaklıdır. Bu konu asla unutulmamalıdır. Teknik insana yapılan yatırım önemlidir. Tabloda görülen tüm destekler yapılmalıdır. Teknik servis çalışanları mümkünse demokratik şekilde seçim ile kendi içlerinden en çalışkan ve sevilen kişiyi şef olarak atamaları önerilir. Belirli periyodlar ile bu seçimler yapılmalıdır. Dışarıdan getirilen ve sahaya bilmeyen, mesleği ne olursa olsun atamalar, kesinlikle problem olmaktadır. Liyakatsiz personeli asla düşünmek bile istemeyiz. Seçilen şefin, teknik müdür ile ilişkileri çok iyi ve önerileri devamlı dinlenmelidir. Yönetim hiyerarşisinde; yatay ve dikey yönetim açısından empati yapma, egoları topraklama, her zaman esastır. Teknik konularda egolu olmamalıdır. Problem çözümüne yönelik tüm fikirlere kulak verilmelidir. Bir stajyer personel bile olsa, önerisi akılcı ise kesinlikle uyulmalıdır.

Para maddesi burada yanlış anlaşılabilir. Biraz açıklık getirelim. Örneğin bir cihaz arızasında arızalı elektronik malzeme belirlendi ama onarım stoğunda bu malzeme mevcut olmasın. 5-10 TL. gibi piyasada mevcut olan bir malzeme hemen alınabilmelidir. Uzun satın alma prosedürlerini kısaltıp, gerekirse aynı gün cihazın çalışması için çözüm olacak küçük miktar paraların kullanılması gereklidir. İdareciler ve satın almacılar ile belirlenen bu küçük miktarların, onlara bilgi vererek, hemen kullanılması problemin hızlı çözümü adına zaruridir.

Kaynaklar;

1. ŞİŞER, Önder. Temmuz-2012. *Elektronikte Arıza Bulma ve Giderme Teknikleri-1(İkinci Baskı)*. Türkiye: Altas Kitap ve Yayıncılık.
2. ŞİŞER, Önder. Eylül-2017. *Elektronikte Arıza Bulma ve Giderme Teknikleri-2 (Birinci Baskı)*. Türkiye: Altas Kitap ve Yayıncılık
3. Bushnell, M., Vishwani, D. (2000). *Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI (Third edition)*. USA: Kluwer Academic Publishers, 30-34.
4. National Ins. Corp. (Jan 2000). *Labview Data Acquisition Basics Manual*. Austin, USA: NI - Number 320997E-01, 112-120.
5. *Bilimsel Cihazlarda Arıza Arama*, Dr. Mehmet ALTUNER.
6. *Essentials Of Electronic Testing For Digital Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits*, Michael L. Bushnell, Rutgers University, Vishwani D. Agrawal, Bell Labs, Lucent Technologies
7. *Analog and Mixed SignalVLSI Circuit Design*, Dr. Navakanta Bhat.
8. *Electronic Components and Circuit Theory*, R. Boylestad, L.Nashelsky.
9. *Microelectronics*, PH.D. J.MILLMAN, Dr. A.GRABEL, McGRAW-HILL.
10. http://www.edn.com/design/test-and-measurement_e-magazines.
11. *İnternet: https://learn.digilentinc.com/list*.
12. *İnternet: https://analogdiscovery.com/support/*