

ELEKTRONİKTE ARIZA BULMA-GİDERME VE TEST METOTLARI YAZI DİZİSİ

4- TAKLİT ELEKTRONİK MALZEMELER VE TESPİT EDİLMELERİ

4.1. GİRİŞ

Bilgi ve teknoloji çağının sürekli gelişmesi paralelinde, dünya elektronik malzeme üretimi hacimleri de büyümüştür. Bu büyüyen küresel sektörde milyar dolarla ifade edilen kar oranları, taklit malzeme üretiminin artmasındaki en büyük faktör olmuştur. Dünya piyasasında artan taklit elektronik malzeme oranı ciddi bir sorun haline gelmiştir. Özellikle Uzakdoğu ülkelerinde taklit (counterfeit-sahte) malzeme üretimi büyük oranlardadır. 2010 yılında yapılan bir araştırmaya göre dünya elektronik malzeme satış hacminin %80'i taklit üretimdir. Bu oran her yıl artış göstermektedir.

Bu yazımız yüksek lisans tez çalışmamın bir özet makalesi şeklindedir. Çalışmamın tamamını Gazi Üniversitesi tez arşivinden bilgisayarınıza indirebilirsiniz. Bu çalışmada; empedans eğrileri (VI eğrileri), yüksek çözünürlüklü malzemelerin görüntüleri ve termal görüntüleri kullanılarak taklit elektronik malzemelerin belirlenmesi için çalışmalar yapılmıştır. VI eğrileri ve termal görüntüleme yaklaşımı bu alanda dünyada ilk yaklaşım olmuş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar kullanılan her üç yöntemin de birbirini desteklediğini göstermiştir.

Sahte elektronik malzemelerin özellikle; uçak elektroniği (aviyonik), denizaltılar, yoğun bakım medikal cihazları gibi insan hayatını birinci dereceden etkileyebilecek cihazlarda kullanılması ihtimali, konunun ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Hem maddi hem de insan hayatına mal olabilecek, telafisi mümkün olmayan durumlara neden olabilmektedirler. Diğer alanlarda ise milli servet kaybına sebep olacaktır. Bazı haberlerde 'elektrik kontağından çıkan yangın' genel ifadesi kullanılmaktadır. Bu ifade altında aslında taklit elektronik malzemeler de yangın sebepleri ana unsurları arasında yer almaktadır.

4.2. DÜNYADA HALEN KULLANILAN SAHTE ELEKTRONİK MALZEME BELİRLEME BAZI TEST METOTLARI

Bu bölümde dünyada halen sahte elektronik malzeme belirlemede kullanılan bazı metotlar anlatılmaktadır.

4.2.1. Mikroskop ile Fiziksel Kontrol Metotları

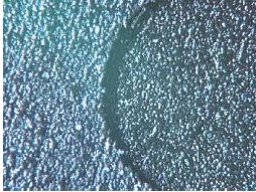
Mikroskop altında elektronik malzeme dış görüntüsünün incelenmesi temeline dayanır. Üzerindeki yazılar, logo (trade mark), malzeme bacakları, kılıf yapısı özellikle incelenmektedir. Orijinal (OEM) malzemeler baz alınarak karşılaştırma yapılmaktadır. OEM malzemelerin üretim esnasında yazıları genellikle laser ile yazılmaktadır. Bundan dolayı yazı hatları merccek altında net görülmelidir. Taklitlerde ise yazılar mikroskop altında düzgün değil, pürüzlü ve dağınık görülebilir. Resim 4.1- 4.4.'de bazı taklit entegrelere (IC) ait resimler görülmektedir.



Resim 4.1. Altında orijinal yazısı silinip, yeniden isimlendirilmiş taklit veya kullanılmış malzeme.



Resim 4.2. Taklit malzemeler; yazıları net değil, silik veya deforme olmuş.



Resim 4.3. Soldaki taklit malzeme, kılıf yüzeyi daha pürüzlü ve deforme.



Resim 4.4. Laser ile üzeri kötü yazılmış taklit malzeme.

4.2.2. Kimyasal Kullanarak Yapılan Kontrol Metotları

Elektronik malzeme kılıfına çeşitli kimyasallar sürülerek yazıları ve yüzeyinin deforme olup olmadığı test edilir. Resim 4.5.'de PH3 asit sürülen bir malzemede yazılarının deforme olduğu görülmektedir. Gerçek malzemede yazılar bozulmamalıdır. Değişik kimyasallar OEM ve taklit malzemelere tatbik edilir ve görüntüleri mikroskop altında karşılaştırılır. Bazen malzeme kuvvetli asitlerle tamamen eritilerek veya ateşte yakılarak da neticeler karşılaştırılır. Ayrıca yanma veya erime eşikleri de karşılaştırma parametreleridir.



Resim 4.5. Taklit malzeme, kimyasal ile adı siliniyor.

4.2.3. Elektriksel Parametreler Yardımıyla Test Metotları

Bu metot ile, OEM ve taklit elektronik malzemelerin fonksiyonel elektriksel parametre testleri yapılarak karşılaştırılır. Bu değerler elektronik malzeme üreticilerinin teknik özellikleri (datasheet) sayfalarında verilen kritik değerlerdir. Bu testler esnasında iklimlendirme üniteleri ile çevre şartları da değiştirilerek dayanımları gözlemlenir. Çizelge 4.1.'de sektörlerine göre elektronik malzeme sıcaklık ve test metotları görülmektedir.

Çizelge 4.1. Taklit malzeme elektriksel test ve çevre şartları dayanım değerleri.

Sektörü	Sıcaklık Değeri	Test Metodu
Ticari	0 – 70 °C	DC, AC Foksiyonel ve parametre testi
Endüstriyel	-40 – 80 °C	DC, AC Foksiyonel ve parametre testi
Otomotiv	-45 – 110 °C	DC, AC Foksiyonel ve parametre testi
Askeri - Uzay	-55 – 125 °C	Altgruplar 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8A, 8B, 9, 10, 11
Uzay	-65 – 150 °C	Altgruplar 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8A, 8B, 9, 10, 11

Elektronik malzeme grupları ve test metotları aşağıda verilmektedir.

Digital Entegreler (74 ve 40 serisi gibi); 25 °C ve min/max sıcaklık değerlerinde, DC Parametrelerinin testleri, diğer testler ile gerçeklik doğrulaması,

Lineer Entegreler (Opamp ve regülatör entegreleri gibi); 25 °C ve min/max sıcaklık değerlerinde, tam güç ve gerilim değerleri testleri, DC ve AC parametrelerinin testleri,

Mikroişlemci, mikrodenetleyici, DSP'ler; 25 °C ve min/max sıcaklık değerlerinde, DC kritik parametre testleri,

Programlı Malzemeler, RAM ve FPGA 'ler; 25 °C ve min/max sıcaklık değerlerinde, giriş ve çıkış pinlerinin açık ve kısa devre DC parametre testleri, FPGA programsız şekilde testi, program okuma ve yazma hızı testleri, diğer testler,

Diğer Entegreler; Orjinalleri ile mukayese ederek doğrulama işlemleri,

Transistörler; 25 °C ve min/max sıcaklık değerlerinde, Hfe (gain) kazanç testi, sızıntı akımı (leakage currents) testi, IEBO, ICBO testleri, VCE (sat) testi,

Diyotlar; VF iletim gerilimi, düşük ve ortalama akım değerlerinde, ortalama gerilim değerinde IR ters sızıntı akımı testi,

Zener Diyotlar; VZ zener gerilim sınırı kritik testi, IR sızıntı akımı testi,

Triyak, Tristör ve SCR'ler; Kesim gerilim (holdoff) testi, maximum tetikleme akımı testi, sızıntı akımı testi,

Kondansatörler; Kapasite ve tolerans testi, 25 °C ve min/max sıcaklık değerlerinde, DWV, ESR testi (kutuplu kondansatörler için),

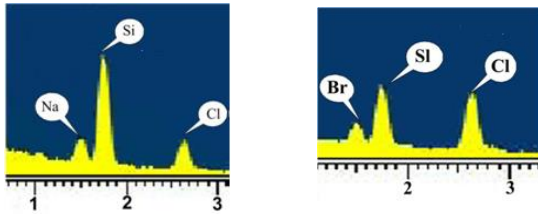
Bobinler; çeşitli frekans ve ortalama sıcaklık değerlerinde indüktans testi, Q, SRF, DCR testleri,

Dirençler; Direnç ve tolerans testi, sıcaklık katsayısı testi,

Diğer Malzemeler; Uygulanabilir parametre testleri.

4.2.4. Elementer Analiz Metoduyla Kontrol

Elementer analiz metoduyla kontrol metodu, OEM ve taklit elektronik malzemeleri oluşturan elementlerin oranlarının karşılaştırılmasıdır. Elementer analiz cihazlarından elde edilen grafikler birbirleri arasında mukayese edilirler. Resim 4.6.'da bir x-ray elementer analiz cihazı testi neticesi görülmektedir. Resimde orijinal malzemede Na belirli oranda varken, taklit malzemede yoktur.

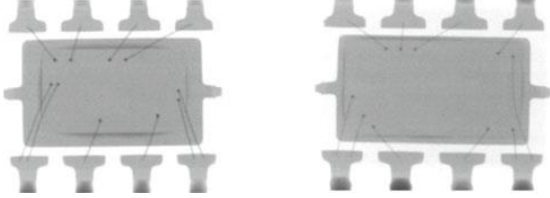


Resim 4.6. X-Ray elementer analiz cihazı testi, sağda taklit malzeme, solda orijinal malzeme.

Bu malzemelerin madde içerikleri ve element testleri; spektrofotometre cihazları, elektron mikroskobu, infrared spektrofotometre gibi cihazlarla da yapılabilmektedir.

4.2.5. Özel Görüntüleme Cihazları Metoduyla Kontrol

OEM ve taklit elektronik malzemelere x-ray ışınları veya akustik darbeler gönderilerek elde edilen görüntülerin karşılaştırılmasıdır. Elde edilen görüntüler MATLAB gibi çeşitli görüntü işleme yapabilen yazılımlarla bilgisayar ortamında detaylı karşılaştırılabilmektedir. Resim 4.7'de 8 bacaklı bir analog entegre x-ray görüntüsü görülmektedir. Soldaki resimde yarı iletken yapının bulunduğu iç ortadaki kısım daha küçük alanda bulunmaktadır. Sağdaki orijinal malzemede ise, malzeme dış kılıfına yakın ve büyük alan kapladığı görülmektedir.



Resim 4.7. X-Ray görüntüleme ile taklit malzeme testi. Sağda orijinal malzeme.

Aşağıdan itibaren taklit elektronik malzeme belirlemesine yönelik kullandığımız üç test metodu ve sonuçlarımız kısaca anlatılacaktır. Ülkemizde bu konuda yapılan ilk akademik test çalışmaları olması niteliğindedir.

4.3. ÇALIŞMA-1 EMPEDANS KARAKTERİSTİK EĞRİLERİ (VI) İLE SAHTE ELEKTRONİK MALZEME BELİRLEME

Bu kısımda elektronik malzeme arızalarının tespitinde dünyada en çok kullanılan metot olan empedans karakteristik eğrisi (VI) metodunun, orijinal ve sahte malzemelerin kıyaslanmasında nasıl kullanıldığı anlatılacaktır. Yapılan literatür taramasında bu konuda detaylı ve ara yüz yazılımı ile desteklenmiş başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan dünyada ilk çalışma olma niteliğindedir. Test çalışmalarında elektronik malzemelere statik yük hasarı vermemek için anti-statik teknik servis masaları, masa örtüsü ve bileklikler kullanılmıştır. Test düzeneği ve antistatik korumalı ortamın görüntüsü aşağıdaki Resim 4.8.'de görülmektedir.



Resim 4.8. Test düzeneği ve test ortamı.

Ölçümlerde kullanılacak bilgisayara usb port bağlantısı ve tüm bağlantılar yukarıdaki Resim 4.8 'de görülmektedir. VI test için elektronik devre, bilgisayar haberleşme donanımı, bilgisayar arayüzü tasarımı yapılmıştır.

4.3.1. Test Çalışması için Elektronik Malzeme Temini

Taklit elektronik malzeme testlerinde kullanılmak üzere; 6 kalem ve her bir kalemden 5'er adet malzeme temin edilmiştir. Bu 5 adet malzemenin; 2 adedi orijinal ve 3 adedi ise yurtiçindeki farklı firmalardan temin edilmiştir. Orijinal malzemeler California (USA)'daki orijinal malzeme (OEM) üretici firmalarından kargo yoluyla satın alınmıştır. Diğer 3 adet malzemeler, yurtiçinde en çok malzeme satışı yapan 3 farklı firmaya aittir. Bu yerli firma satıcıları test çalışmasında; S, K ve Ç harfleri ile ifade

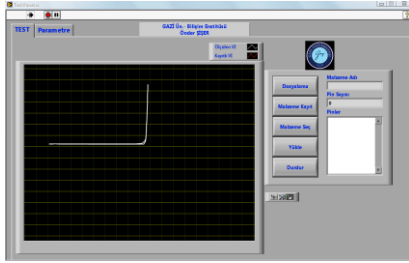
edileceklerdir. Test işlemlerinin tamamında orijinal malzemeler kendi aralarında ve firmalardan alınan malzemeler ile aralarında test edilmişlerdir. Test edilecek olan elektronik malzeme listesi ve kısa açıklamaları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Test edilecek elektronik malzemeler

NO	ELEKTRONİK MALZEME	AÇIKLAMA
1	PIC16F877A	Microchip ailesinden, mikrodenetleyici, 40 Pin, DIP kılıf yapısında
2	74HC00	TTL ailesinden lojik kapı, 4'lü NAND, 14 Pin, DIP kılıf yapısında
3	LF353	OPAMP, 8 pin, DIP kılıf yapısında
4	7805	+5V, Pozitif Regülatör, 3 pin, TO220 kılıf yapısında
5	BC237	NPN Transistör, 3 pin, TO92 kılıf yapısında
6	1n4007	Diyot, 2 pin, DO-41 kılıf yapısında

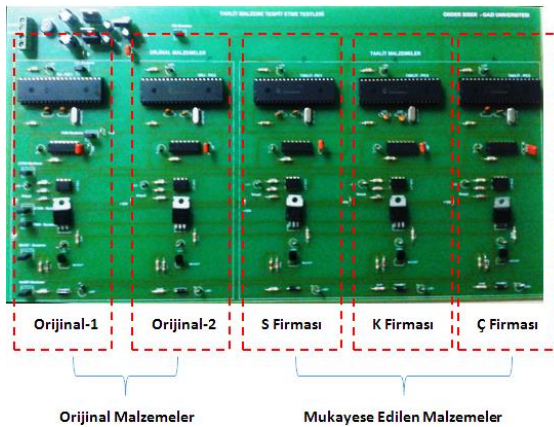
4.3.2. Elektronik Malzemelerden VI Eğrilerinin Elde Edilmesi

Eğrilerin PC ortamında görüntülenmesi için bir arayüz yazılımı tasarlanmıştır. Tasarlanan VI test düzeneğinden alınan, diyot VI eğrisi Resim 4.9.'da görülmektedir.



Resim 4.9. Diyot VI eğrisi.

Test edilen malzemelerden alınan VI eğri değerleri; X-Y grafik görüntüsü ve .txt formatında gerilim değerleri tablosu şeklinde alınmıştır. Resim 4.10.'da karşılaştırma testleri için tasarlanan elektronik kart ve üzerindeki malzemeler görülmektedir. Elektronik kart üzerinde soldan sağa doğru; Orijinal-1, original-2, S, K ve Ç malzemeleri grup şeklinde sıralanmıştır. Yukarıdan aşağıya doğru aynı sütunda bulunan malzemeler aynı yerden temin edilmiş malzemelerdir. En üstte PIC16F877 entegresi en altta ise 1N4007 malzemesi bulunmaktadır.

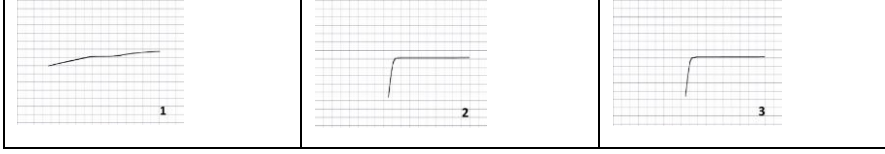


Resim 4.10. Malzeme test kartı

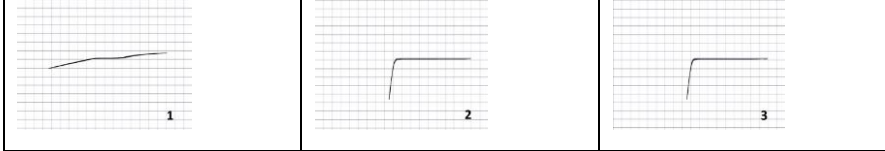
Test esnasında entegre malzemeler için, toprak bacağı (ground-gnd) referans olarak alınmıştır. Tüm malzeme testleri makalemizde verilmeyecektir. Örnek olması açısından LF353 entegresi testleri verilecektir.

4.3.3. LF353 VI Eğrilerinin Elde Edilmesi

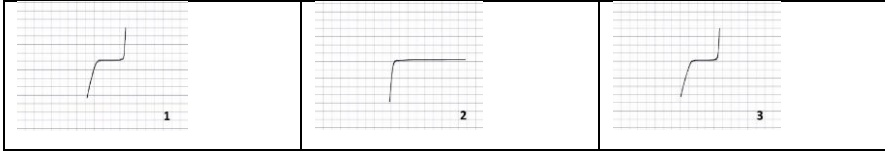
Aşağıda LF353 den elde edilen VI eğrileri görülmektedir. -Vcc bacağı VI ölçümleri için referans olarak kullanılmıştır. Şekil 4.11.-4.15.' şekillerde, entegre içerisindeki Op-AMP giriş ve çıkış bacakları olan 1,2 ve 3 nolu pinlere ait eğriler görülmektedir.



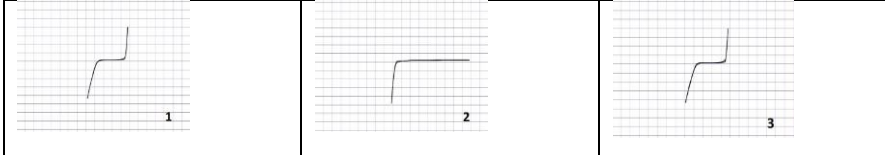
Şekil 4.11. Orijinal-1 LF353 1,2 ve 3 pinleri VI eğrileri.



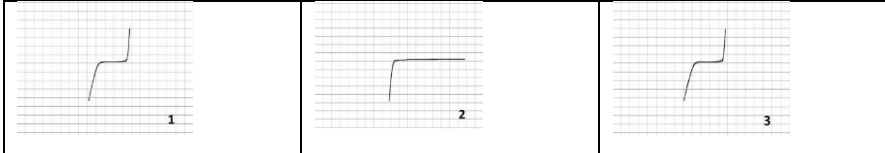
Şekil 4.12. Orijinal-2 LF353 1,2 ve 3 pinleri VI eğrileri.



Şekil 4.13. 'S' LF353 1,2 ve 3 pinleri VI eğrileri



Şekil 4.14. 'K' LF353 1,2 ve 3 pinleri VI eğrileri.



Şekil 4.15. 'Ç' LF353 1,2 ve 3 pinleri VI eğrileri.

Öncelikle orijinal1 ve orijinal2 malzemeleri VI eğrileri mukayese edilmiştir. VI eğrileri analizi PC ortamında oluşturulan, eğri verileri istatistik karşılaştırma arayüz yazılımı yardımıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçta sağlam malzeme VI eğrileri arasında yaklaşık %8 oranında fark bulunmuştur. Çizelge 4.3.'de görülmektedir. Bu fark OEM malzemeler arasında tolere edilebilir fark olarak not edilmiştir.

Çizelge 4.3. Orijinal-1 ve Orijinal-2 malzemesi arasındaki karşılaştırma değerleri.

Pin No	X-Fark %	Y-Fark %	Ortalama
1	14,1512	14,0586	14,1049
2	2,4467	2,9181	2,6824
3	5,7093	6,2141	5,9617
Genel % Fark			7,5830

Orijinal-1 malzemesi ile 'S' malzemesi arasında %32, Orijinal-1 malzemesi ile 'K' malzemesi arasında %32, Orijinal-1 malzemesi ile 'Ç' malzemesi arasında %34 VI eğrisi farkları hesaplanmıştır. Elde edilen fark oranlarının, tolere edilebilir %8 oranın dışında olduğu görülmektedir. Yani bu fark oranları malzemelerin taklit malzeme olma ihtimalini göstermektedir.

4.4. ÇALIŞMA-2 ELEKTRONİK MALZEME GÖRÜNTÜLERİNİN ALINMASI VE İNCELENMESİ

Elektronik malzemelerin üzerindeki yazılar, üretici firma logosu ve kılıf yüzeyinin mikroskop altında fiziksel incelenmesi, taklit malzeme belirlemek için kullanılan metotlar arasındadır. Elektronik malzeme kılıfının (package) yüzeyinin, bacaklarının yapısının fiziksel incelenmesi de bu kriterler içerisindedir. Bu bölümde elektronik malzeme fotoğrafları MATLAB yardımı ile karşılaştırılarak orijinal olup olmadığının belirlenmesi için bir kriter elde edilmeye çalışılmıştır.

Elektronik malzeme kılıfı üzerindeki görüntünün bilgisayar ortamına yüksek çözünürlüklü alınması için dijital mikroskop kullanıldı. Aşağıdaki Resim 4.11. de oluşturduğumuz bu platform görülmektedir.



Resim 4.11. Testte kullanılan dijital mikroskop platformu.

Orijinal malzemeler ve piyasadan temin edilen S,Ç ve K elektronik malzemelerinin görüntülerinin fiziksel karşılaştırılması için MATLAB programı kullanılarak arayüz (GUI) hazırlanmıştır. Matlab arayüzünde; korelasyon, histogram ve histogram oranı, örüntü karşılaştırma ve yapısal benzerlik indeksi (SSIM) programları resimlerin karşılaştırılması için kullanılmıştır. Oluşturduğumuz programların her biri karşılaştırma sonuçlarının çıktılarını verebilmektedir. Bir sonuç çıktısı görüntüsü Resim 4.12.'de görülmektedir.



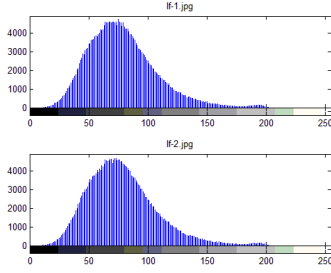
Resim 4.12. Oluşturulan MATLAB GUI sonuç çıktısı görüntüsü.

LF353 entegrelerinden elde edilen sonuç değerleri Çizelge 4.4.'de görülmektedir.

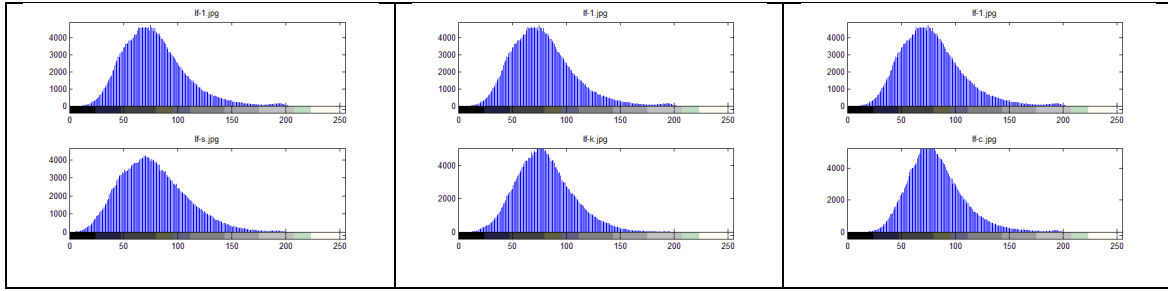
Çizelge 4.4. LF353 entegresi mukayese değerleri.

Mukayese Edilen Malzemeler	Korelasyon	Histogram Farkı (%)	Örüntü Karşılaştırma-Benzerlik (%)	SSIM Karşılaştırma
Orijinal-1 Orijinal-2	0,6122	0,0002	78,8885	0,9334
Orijinal-1 S	0,0506	9,2909	19,2211	0,1102
Orijinal-1 K	0,0244	2,6282	19,2879	0,1100
Orijinal-1 Ç	0,0212	7,7930	18,9814	0,1209
Orijinal-2 S	0,0523	9,3111	19,4858	0,1105
Orijinal-2 K	0,0215	2,6407	19,3442	0,1106
Orijinal-2 Ç	0,0218	7,8018	18,6988	0,1208

Çizelge 4.4.'deki sonuçlar orijinal malzeme resimlerinin benzerlik oranları yüksek iken, diğer malzemeler arasında benzerliğin düşük olduğunu göstermektedir. Korelasyon sonucu orijinal-1 ve orijinal-2 değerleri arasında 0.6122 değerindedir, 1'e yakın ve en yüksek değerdir. Diğer malzemelerde ise bu değer 1'den uzaktır. Histogram farkı 0' değerine en yakın orijinal malzemeler arasında 0.0002 değerinde görülürken, diğer sonuçlar 0'dan uzaklaşmıştır. Örüntü karşılaştırmada orijinal resimler arasında % 78.8885 benzerlik olduğu görülmüştür. Orijinal malzemeler ile diğer malzemeler arasındaki sonuçlar, benzerlik oranlarının % 18-19 seviyesinde olduğunu göstermiştir. SSIM benzerlik fonksiyonu karşılaştırması orijinal malzemeler arasında 1'e çok yakın 0.9334 değerini vermiştir. Orijinal malzemeler ve diğer malzemeler arasında ise 0.11 seviyelerinde ve 1'den uzak oldukları görülmüştür. Bu değerler orijinal malzemeler arasındaki görüntülerin birbirine benzer olduğunu, taklit olduğu düşünülen malzeme resimlerinin ise farklı olduğunu göstermektedir. Şekil 4.16.'da görüldüğü gibi orijinal resimlerin histogramları yakın değerler vermektedir.



Şekil 4.16. LF353-Orijinal1 ve LF353-Orijinal2 histogramları.



Şekil 4.17. LF353-orijinal ile S, K ve Ç histogramları.

Şekil 4.17. 'de orijinal1 ile S, K ve Ç malzemeleri arasındaki histogramlarda değerler farklılık göstermektedir. Orijinal-1 malzemesinde 175-200 tonları arasında 100 adet civarında görülen değerler; S, K ve Ç malzemelerinde yok denilecek seviyelerdedir. Orijinal-1 malzemesi 40-50 tonu seviyesinde ki adetler 3000 adet seviyelerinde iken, S malzemesinde 2500 seviyelerindedir. Orijinal-1 malzemesinde tepe değeri 4500 seviyesinde iken; S malzemesinde 4000, K malzemesinde 5000 ve Ç malzemesinde ise 5000 seviyesindedir. Orijinal-1 ile diğer malzemelerin histogramları arasındaki farklılıklar resimlerin de farklı olduğunu göstermektedir.

Malzeme görüntü incelemelerine dayanılarak yapılan bu testlerin sonucu, piyasadan temin edilen malzemelerin taklit oldukları ihtimalini vermiştir.

4.5. ÇALIŞMA-3 TERMAL GÖRÜNTÜLEME YARDIMIYLA TAKLİT

ELEKTRONİK MALZEMELERİN BELİRLENMESİ

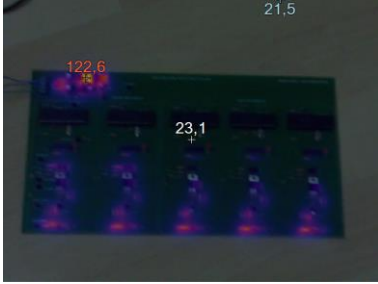
Devre içerisindeki elektronik malzemeler çalışır durumda iken üzerlerinden geçen akımın etkisi ile ısınır. Bu ısınma iç dirençleri ile doğru orantılıdır. Bu bölümdeki çalışmada orijinal malzemeler ile taklit malzemelere uygun besleme gerilimleri verilerek, belirli sürelerde termal görüntüleri alınmıştır. Termal görüntü yazılımı ile elektronik malzeme sıcaklık değerleri tespit edilmiştir. Orijinal ve piyasadan temin edilen elektronik malzemelerin ısı değerleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Termal test için Resim 4.10.'da tasarladığımız elektronik devre düzeneği kullanılmıştır. Devrede elektronik malzemelerden yeteri kadar akım çekip ısınmalarını sağlamak için, çıkışlarına uygun değerlerde yük dirençleri bağlanmıştır.

Termal görüntülerin alınması için, akademik termal ölçümlerde tercih edilen ürünlerden olan Fluke TI-29 (TI- Thermal Imaging) cihazı ve yazılımı kullanılmıştır. Cihaz üzerindeki renkli TFT ekranı sayesinde test esnasında anlık şekilde (canlı), görüntülenen alanın ısı değerleri görülmektedir. Bu kolaylığı sayesinde, elektronik devre çalışırken ısı değişimleri gözlemlenmiştir. Isıl değişim olan dakikalar yaklaşık olarak not alınmıştır. Bu sürelerde termal fotoğraflar çekilmiştir. Çekilen fotoğraflar bilgisayara aktarılmıştır. Cihaz Resim 4.13.'de görülmektedir.



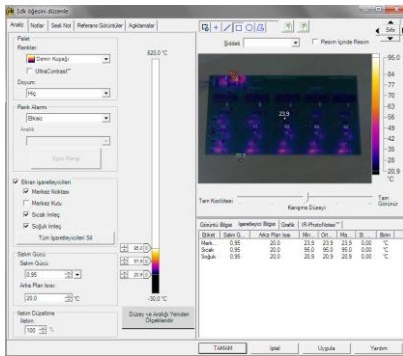
Resim 4.13. Fluke TI-29 cihazı.

TI-29 cihazının elektronik kartların fotoğraflarını almaya imkan tanıyan ve her açıda ayarlanabilen üç ayaklı (tripot) harici yapısı sayesinde, özel bir test platformuna ihtiyaç duyulmamıştır. Elektronik karttan 1, 5 ve 20. dakika sonra görüntüler alınmıştır. 20 dakika sonra alınan bir görüntü Resim 4.14.'de görülmektedir.



Resim 4.14. 20. dakikada alınan termal görüntü.

Cihaz yazılımı kullanılarak istenilen malzeme yüzeyi üzerindeki; minimum, maksimum ve ortalama (average) değerler otomatik şekilde hesaplanmaktadır. Termal görüntüleme yazılımı görüntüsünden bir kesit Resim 4.15.'de görülmektedir.



Resim 4.15. Termal görüntüleme yazılımı

Yazılım yardımıyla tüm elektronik malzeme yüzeyi alanları bir bir yazılım üzerinden seçilerek, termal bilgilerin sonuçları alınmıştır.

Termal teste Pic malzemeleri ısı artışı ve arasındaki farklılıklar birbirlerine yakın değerlerdedir. 7400 orijinal malzemelerinde artış değerleri aynı oranlardadır. 7400-K malzemesinde ortalama sıcaklık değerleri; 25,5, 26,8 ve 26,0 şeklinde ölçülmüştür. Sıcaklık artmış, 20.dakikada azalmıştır. Artması beklenirken azalması, malzemenin taklit olma ihtimalini arttırmaktadır. LF353 orijinal malzemeleri aynı oranlarda lineer şekilde düzgün sıcaklığı artarken, S, K ve Ç malzemelerinde ise ortalama sıcaklıklar değişmemiştir. Bu malzemelerin çıkış akımı vererek yüklerini sürmediği yani çalışmadığı, dolayısıyla

ısınmadığı anlaşılmıştır. Malzemeler sorunludur, kesinlikle taklittirler. 7805 regülatör entegrelerinde sadece 7805-K malzemesi hariç normal oranlarda sıcaklık artışları görülmüştür. 7805-K malzemesinde; 29,3, 33,6 ve 32,1 şeklinde ortalama sıcaklık değerleri vardır. Sıcaklık 5. dakika sonunda diğerlerine göre fazla artmış, 20. dakikada ise azalmıştır. Bu davranış anormaldir ve taklit malzeme olması ihtimali vardır. BC237 malzemesinde sıcaklık artış oranları normal görülmüştür. 1n4007 malzemelerinde sadece 1n4007-K malzemesi 5. ve 20. dakikadaki değerleri diğerlerinden yüksektir. Bu malzemenin fazla ısınması arızalı veya taklit malzeme olduğunu göstermektedir. Orijinal malzeme değerleri ile test edilen malzemeler aralarında tespit edilen farklar ve fark oranları, taklit malzeme tespitinde termal görüntülemenin başarılı şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

7. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında empedans karakteristik eğrileri (VI eğrileri), daha önceden belirlenen bazı malzemelerin görüntüleri üzerinde görüntü işleme teknikleri ve aynı malzemelerin termal görüntüleri kullanılarak taklit elektronik malzemelerin belirlenmesi için çalışmalar yapılmıştır. Çizelge 4.5.'de test neticeleri görülmektedir.

Çizelge 4.5. Elektronik Malzeme Test Neticeleri

Satıcı Firma	Malzeme Adı	VI Karşılaştırma Testi	Görüntüleme Testleri	Termal Test
Orijinal-1 ve Orijinal-2	PIC16F877A	√	√	√
	74HC00	√	√	√
	LF353	√	√	√
	7805	√	√	√
	BC237	√	√	√
	1n4007	√	√	√
S	PIC16F877A	X	X	√
	74HC00	X	X	√
	LF353	X	X	X
	7805	X	X	√
	BC237	X	X	√
	1n4007	X	X	√
K	PIC16F877A	X	X	√
	74HC00	X	X	X
	LF353	X	X	X
	7805	X	X	X
	BC237	X	X	√
	1n4007	X	X	X
Ç	PIC16F877A	X	X	√
	74HC00	X	X	√
	LF353	X	X	X
	7805	X	X	√
	BC237	X	X	√
	1n4007	X	X	√

Çizelgede testi geçenler '√' işareti ile, testi geçemeyenler ise 'X' işareti ile gösterilmiştir. VI eğrileri, görüntüleme ve termal test neticeleri sonuçları, bu metodların taklit malzeme belirlenmede kullanılabileceğini göstermektedir. Orijinal malzemelerin kendi aralarında yapılan tüm test neticeleri bu malzemelerin birbirleriyle aynı olduğunu göstermiştir.

VI testinde orijinal malzemeler arasında VI eğrileri ideal fark oranları tespit edilmiş, S, K ve Ç malzemeleri ile orijinal malzemelerin karşılaştırılması testlerinde ideal fark oranlarından yüksek fark değerleri ölçülmüştür. Görülen bu neticeler S, K ve C malzemelerinin taklit malzeme olma ihtimalini göstermektedir.

Görüntü işleme testlerinde; elektronik malzeme yüzeyinin pürüzlülüğü, yazı kalitesi, yazı parlaklığı ve yazı hatlarının düzgün olması kriterleri incelenmiştir. MATLAB yardımı ile oluşturulan yazılımlardan elde edilen sonuçlar, orijinal malzemeler arasında yakın değerler vermiş iken, orijinal malzemelerle diğer piyasadan temin edilen malzemeler olan S, K ve Ç arsında farklılıkları yakalamıştır.

Termal testler neticesinde testi geçen bazı malzemeler görülmüştür. Termal test süresi malzemelere zarar vermemek için en fazla 20 dk. süresinde tutulmuştur. Sürenin çok uzatılması durumunda taklit olma ihtimali olan malzemelerin de orijinal değerlerden sapma gösterebileceği öngörülmektedir.

Tez çalışması; empedans test, görüntü ve termal testlerinin elektronik malzemelerde taklit belirlemek için kriter olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Her çalışma sonunda taklit malzeme ihtimali olan malzemeler ile orijinal malzeme arasında keskin farklılıklar elde edilmiştir.

8. ÖNERİLER

Özellikle kritik alanlarda kullanılan elektronik kartların onarımlarında veya üretimlerinde kullanılacak elektronik malzemelere, taklit belirleme testleri zorunlu hale getirilmelidir. İnsan hayatını etkileyebilecek kritik elektronik cihazlarda, üretimde ve onarımda orijinal malzeme kullanılması gereklidir. Taklit kullanılması durumunda örneğin bir hasta yoğun bakım cihazının hatalı çalışması veya alev alıp yanması kaçınılmaz olabilecektir. Bir askeri savaş uçağının elektronik kartının onarımında kullanılan taklit bir malzemenin, hata yapması veya yangına sebebiyet vermesi ise telafi edilemez kayıplara sebep olabilecektir. Ülkemiz taklit elektronik malzeme çöplüğü haline gelmeden, akademik destekli devlet denetim mekanizmalarının kurulması ve işletilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar:

1. Harold, W. H. (April 2011). Methods used in the dedection of counterfeit electronic components. SMTA International Congress, Clearwater, FL, USA.
2. Tehranipoor, M., U.G. Forte, Springer e-book, 2015, Counterfeit Integrated Circuits Detection and Avoidance, Switzerland.
3. İnternet: CCAP-101, Rev. C 5/30/11 (May 2011). Counterfeit Components Avoidance Program, 15 (10). URL: <http://www.cti-us.com/CCAP.htm> Son Erişim Tarihi: 29 Mayıs 2014.
4. Federico, J. (2010). Dedecting counterfeit electronic components. Evaluation Engineering. 12 (2), 546-5393.
5. Sood, B., Das, D., Pecht, M. (August 2011). Screening for counterfeit electronic parts. Springer Science + Business Media, 8.
6. Bushnell, M., Vishwani, D. (2000). Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI (Third edition). USA: Kluwer Academic Publishers, 30-34.
7. İnternet: Federico, J. (August 2012). Electrical testing to detect counterfeit components.
8. URL: <http://www.edn.com/design/test-and-measurement/4394912/Electrical-testing-to-detect-counterfeit-components> Son Erişim Tarihi: 16 Mayıs 2014.
9. Verle, M. (2009). PIC Microcontrollers - Programming in C (First edition). Serbia:MikroElektronika, 40-55.

10. National Ins. Corp. (Jan 2000). Labview Data Acguisition Basics Manual. Austin, USA: NI - Number 320997E-01, 112-120.
11. Arifođlu, U. (2012). Matlab 7.14 - Simulink ve Mühendislik Uygulamaları (Birinci Baskı). Türkiye: Alfa Yayıncılık, 152-164.

Yazar;

Önder ŞİŞER
Elk-Elektronik Yük. Müh.
onder@reelektronik.com
onder.siser@emo.org.tr